



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

José Carlos Rego da Silva Oliveira Freitas

“Potencial ergogénico e uso da Creatina e da Beta-alanina,  
no contexto do *CrossFit* e da Musculação”

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre,  
apresentada à Escola Superior de Desporto e Lazer,  
do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Trabalho elaborado sob orientação de:

Prof.<sup>a</sup> Doutora Raquel Leitão  
Prof. Doutor César Chaves

**Agosto de 2016**

## Ficha de catalogação

**Freitas, J. C. (2016)**, *Potencial ergogénico e uso da Creatina e da Beta-alanina, no contexto do CrossFit e da Musculação*.

*Melgaço: J. Freitas*. Dissertação de candidatura ao grau de Mestre, apresentada à Escola Superior de Desporto e Lazer, do Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

**Palavras-chave:** CROSSFIT; MUSCULAÇÃO; CREATINA; BETA-ALANINA; DESEMPENHO FÍSICO.

## Dedicatória e agradecimentos

Bem dizia Confúcio: “Traz um punhado de terra todos os dias, e farás uma montanha”. Eis finalmente materializado o esquivo mas tão doce fruto de incontáveis provações e privações passadas, abstraído nos minutos que se transformavam em horas, nas horas que se tornavam dias, e nos dias que pareceram prolongar-se indefinidamente, até ao infinito temporal. Eis a minha “montanha”. Entre os muitos avanços sabotados por demasiados recuos, e tolhido pela fertilidade das dúvidas e inquietações que brotavam por entre as certezas e ímpetos iniciais, lá fui espremendo, até ao limiar absoluto, toda a resiliente (porém finita) paciência que me ia restando, e, tópico a tópico, gráfico a gráfico, vírgula a vírgula, fui cumprindo o desígnio a que me propus. Missão cumprida!

Dedico, entre alívio e muita satisfação, este trabalho a todos aqueles que, durante muito mais tempo do que havia inicialmente antecipado (e nunca desejado), me ouviram repetidamente dizer “não posso, tenho que adiantar a minha tese”.

Devo um agradecimento especial aos meus orientadores, Professora Doutora Raquel Leitão e Professor Doutor César Chaves, por todo o incansável trabalho desenvolvido e insubstituível apoio prestado. É um lugar comum particularmente gasto dizê-lo, bem sei, mas arrisco o *cliché*: sem o vosso apoio e permanente alento, este trabalho persistiria para a eternidade enquanto mera “hipótese académica”. Grato. Agradeço, de igual forma, a todos os atletas que acederam a preencher o inquérito.

Aos meus amigos de sempre para sempre e sob quaisquer circunstâncias, particularmente os do “Sr. João”, felizmente em número suficientemente abastado para não arriscar qualquer citação individual, que seria sempre redutora, por defeito.

Aos meus pais e irmão, meu núcleo familiar mais próximo, esteio inabalável e farol que não se apaga.

“Last but not least”, à Lia, companheira de todas as horas, meu porto seguro em toda e qualquer borrasca ou aventura. Como esta, precisamente. Se um dia me for cobrada a gratidão que te devo, ui, trabalharei a vida toda, e ainda morrerei em “dívida”. E, claro, às minhas “meninas”, Buggy e Kika, verdadeiros anjos embrulhados em pêlo de cão, por todo o indescritível conforto e apoio que me dão, mesmo sem o saberem...



## Índice geral

Dedicatória e agradecimento.....	iii
Índice geral.....	v
Índice de gráficos.....	ix
Índice de tabelas.....	xi
Índice de figuras.....	xiii
Resumo.....	xv
Abstract.....	xvii
<b>I. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>II. Enquadramento teórico.....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo I - Os suplementos nutricionais e o seu potencial ergogénico na actividade físico-desportiva.....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo II – A Creatina.....</b>	<b>11</b>
2.1. A Creatina: introdução.....	13
2.2. Suplementar com Creatina: quem e porquê.....	13
2.3. Creatina endógena e Creatina exógena: síntese, ingestão e armazenamento.....	14
2.4. Creatina armazenada VS Creatina em ambiente sérico.....	16
2.5. O ATP enquanto único substrato energético.....	17
2.6. A fosfocreatina e o sistema energético ATP-CP.....	17
2.7. A Creatina na performance físico-atlética e na adaptação ao treino.....	20
2.8. Principais efeitos da suplementação com Creatina.....	22
2.9. Potenciais efeitos adversos na toma da Creatina.....	31
<b>Capítulo III - O treino intermitente no CrossFit e na Musculação: esforços submáximos, máximos e supramáximos.....</b>	<b>35</b>
<b>Capítulo IV – A Beta-alanina.....</b>	<b>39</b>
4.1. A Beta-alanina: introdução.....	41
4.2. A Carnosina e a performance físico-atlética.....	42
4.3. Suplementar com Beta-alanina: quem e porquê.....	43
4.4. Beta-alanina em esforços predominantemente anaeróbios (<240 segundos).....	46
4.5. Beta-alanina em esforços eminentemente aeróbios (>240 segundos).....	48
4.6. Beta-alanina e o treino intermitente de alta intensidade (séries).....	54
4.7. Potenciais efeitos adversos na toma da Beta-alanina.....	57
<b>Capítulo V – Creatina e Beta-alanina: utilização concomitante.....</b>	<b>59</b>

<b>Capítulo VI - Prevalência de consumo: suplementação geral,</b>	
Creatina e Beta-alanina.....	65
<b>III. Estudo “Suplementação geral, Creatina e Beta-alanina</b>	
<b>no CrossFit e na Musculação” .....</b>	<b>75</b>
<b>Capítulo I – Objectivos, materiais, metodologia, recolha e análise estatística de dados.....</b>	<b>75</b>
1.1. Objectivos.....	77
1.2. Materiais e metodologia.....	78
1.3. Recolha de dados.....	78
1.4. Análise estatística dos dados.....	79
<b>Capítulo II – Resultados e discussão.....</b>	<b>81</b>
2.1. Caracterização da amostra.....	83
2.1.1. Caracterização da amostra por sexo.....	83
2.1.2. Caracterização da amostra por modalidade.....	86
2.2. Suplementação geral.....	89
2.2.1. Utilização de suplementos nutricionais – perspectiva global.....	89
2.2.2. Suplementos nutricionais já consumidos: valor global	
(CrossFit + Musculação).....	92
2.2.3. Suplementos nutricionais já consumidos por modalidade.....	93
2.2.4. Prevalência de consumo de suplementos nutricionais	
– perspectiva global e por modalidade.....	94
2.2.5. Prevalência de suplementos nutricionais consumidos	
- total (CrossFit + Musculação).....	96
2.2.6. Prevalência de suplementos nutricionais consumidos por modalidade.....	97
2.3. Creatina.....	98
2.3.1. Conhecimento do suplemento - total e por modalidade.....	98
2.3.2. Conhecimento das potencialidades do suplemento	
– Total e por modalidade.....	99
2.3.3. Consumo de Creatina: estratificação da amostra.....	100
2.3.4. Frequência de consumo– total e por modalidade.....	103
2.3.5. Prevalência de consumo – total e por modalidade.....	104
2.3.6. Quantidade consumida: estratificação da amostra.....	105
2.3.7. Expectativas vs percepções de resultados na Musculação.....	108
2.3.8. Expectativas vs percepções de resultados no CrossFit.....	110
2.3.9. Expectativas: CrossFit vs Musculação.....	111
2.3.10. Percepções: CrossFit vs Musculação.....	112
2.3.11. Efeitos adversos reportados.....	113

2.4. Beta-alanina.....	114
2.4.1. Conhecimento do suplemento - total e por modalidade.....	114
2.4.2. Conhecimento das potencialidades do suplemento – Total e por modalidade.....	115
2.4.3. Consumo de Beta-alanina: estratificação da amostra.....	116
2.4.4. Frequência de consumo – total e por modalidade.....	119
2.4.5. Prevalência de consumo – total e por modalidade.....	120
2.4.6. Quantidade consumida: estratificação da amostra.....	121
2.4.7. Expectativas vs percepções de resultados na Musculação.....	124
2.4.8. Expectativas vs percepções de resultados no CrossFit.....	125
2.4.9. Expectativas: CrossFit vs Musculação.....	126
2.4.10. Percepções: CrossFit vs Musculação.....	128
2.4.11. Efeitos adversos reportados.....	129
<b>Capítulo III – Limitações do estudo e conclusões.....</b>	<b>131</b>
3.1. Limitações do estudo.....	133
3.2. Conclusões.....	133
<b>IV. Bibliografia.....</b>	<b>137</b>
<b>V. Anexos.....</b>	<b>147</b>





## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1</b> - Utilização de suplementos nutricionais – perspectiva global.....	91
<b>Gráfico 2</b> - Suplementos nutricionais já consumidos: valor total (CrossFit + Musculação).....	93
<b>Gráfico 3</b> - Suplementos nutricionais já consumidos por modalidade.....	94
<b>Gráfico 4</b> - Prevalência de consumo de suplementos nutricionais – perspectiva global.....	95
<b>Gráfico 5</b> - Prevalência de consumo de suplementos nutricionais por modalidade.....	95
<b>Gráfico 6</b> - Prevalência de suplementos nutricionais consumidos - total (CrossFit + Musculação).....	96
<b>Gráfico 7</b> - Prevalência de suplementos nutricionais consumidos por modalidade.....	97
<b>Gráfico 8</b> - Conhecimento do suplemento Creatina - total (CrossFit + Musculação).....	98
<b>Gráfico 9</b> - Conhecimento do suplemento Creatina por modalidade.....	99
<b>Gráfico 10</b> - Conhecimento das potencialidades do suplemento Creatina - total (CrossFit + Musculação).....	99
<b>Gráfico 11</b> - Conhecimento das potencialidades do suplemento Creatina por modalidade.....	100
<b>Gráfico 12</b> - Frequência de consumo de Creatina – total (CrossFit + Musculação).....	103
<b>Gráfico 13</b> - Frequência de consumo de Creatina por modalidade.....	103
<b>Gráfico 14</b> - Prevalência de consumo de Creatina – total (CrossFit + Musculação).....	104
<b>Gráfico 15</b> - Prevalência de consumo de Creatina por modalidade.....	105
<b>Gráfico 16</b> - Expectativas e percepções de resultados da utilização de Creatina na Musculação.....	109
<b>Gráfico 17</b> - Expectativas e percepções de resultados da utilização de Creatina no CrossFit.....	110
<b>Gráfico 18</b> - Diferencial de expectativas de resultados da utilização de Creatina no CrossFit e na Musculação.....	112

<b>Gráfico 19</b> - Diferencial de percepções de resultados da utilização de Creatina no CrossFit e na Musculação.....	113
<b>Gráfico 20</b> - Conhecimento do suplemento Beta-alanina - total (CrossFit + Musculação).....	115
<b>Gráfico 21</b> - Conhecimento do suplemento Beta-alanina por modalidade.....	115
<b>Gráfico 22</b> - Conhecimento das potencialidades do suplemento Beta-alanina - total (CrossFit + Musculação).....	116
<b>Gráfico 23</b> - Conhecimento das potencialidades do suplemento Beta-alanina por modalidade.....	116
<b>Gráfico 24</b> - Frequência de consumo de Beta-alanina - total (CrossFit + Musculação).....	119
<b>Gráfico 25</b> - Frequência de consumo de Beta-alanina por modalidade.....	120
<b>Gráfico 26</b> - Prevalência de consumo de Beta-alanina - total (CrossFit + Musculação).....	120
<b>Gráfico 27</b> - Prevalência de consumo de Beta-alanina por modalidade.....	121
<b>Gráfico 28</b> - Expectativas e percepções de resultados da utilização de Beta-alanina na Musculação.....	125
<b>Gráfico 29</b> - Expectativas e percepções de resultados da utilização de Beta-alanina no CrossFit.....	126
<b>Gráfico 30</b> - Diferencial de expectativas de resultados da utilização de Beta-alanina no CrossFit e na Musculação.....	127
<b>Gráfico 31</b> - Diferencial de percepções de resultados da utilização de Beta-alanina no CrossFit e na Musculação.....	128

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1</b> - Compilação de alguns estudos de intervenção e principais alterações observadas nos índices de retenção hídrica, após a toma de Creatina.....	25
<b>Tabela 2</b> - Caracterização da amostra (idade, habilitações académicas, ocupação, modalidade, anos de treino e horas de treino por semana), por sexo.....	85
<b>Tabela 3</b> - Caracterização da amostra (sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana), por modalidade.....	88
<b>Tabela 4</b> - Utilização de suplementos nutricionais por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.....	91
<b>Tabela 5</b> - Consumo de Creatina por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.....	102
<b>Tabela 6</b> - Quantidade de Creatina consumida por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.....	107
<b>Tabela 7</b> - Consumo de Beta-alanina por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.....	118
<b>Tabela 8</b> - Quantidade de Beta-alanina consumida por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.....	123



## **Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> - Esquema que compila alguns dos mais recentes estudos desenvolvidos no âmbito dos efeitos da suplementação de Beta-alanina em esforços de diferentes durações, utilizando os mais variados protocolos de treino/monitorização.....	54
---	----



## Resumo

**Introdução:** “O diabo mora nos detalhes”. Nas actividades físico-desportivas contemporâneas, tomadas por inusitados e extremos graus de competitividade, este velho adágio popular afigura-se mais pertinente do que em qualquer outro momento da história do desporto. Quando tudo o resto é igual, qualquer pormenor marca a diferença. E um “pormenor”, em desporto, é um conceito particularmente delicado e relativizável, pois um milésimo de segundo, um milímetro ou uma grama podem ser “pormenores” determinantes entre a vitória e a derrota. A adopção de suplementos nutricionais potenciadores da performance, particularmente a Creatina e a Beta-alanina, podem configurar-se enquanto estratégia determinante para a obtenção do sucesso pleno.

**Objectivos:** O presente trabalho visou, primordialmente, a aferição dos índices de consumo de Beta-alanina e de Creatina nos contextos das modalidades CrossFit e Musculação, tendo-se extraído ainda outras informações análogas, designadamente aquelas respeitantes às expectativas iniciais e aos efeitos percebidos indicados pelos atletas, ao registo e descrição de eventuais efeitos colaterais adversos ou ainda à identificação do padrão de consumo de suplementação em geral em Portugal.

**Métodos:** Este estudo analítico é do tipo transversal, tendo sido aplicado um inquérito a uma amostra de conveniência (88 atletas de CrossFit e 110 praticantes de Musculação), visando aferir dos seus padrões de consumo de suplementação em geral, e de Creatina e Beta-alanina em particular.

**Resultados:** 76,1% dos atletas de CrossFit e 88,2% dos praticantes de Musculação inquiridos já utilizaram pelo menos um suplemento nutricional no decorrer do seu percurso desportivo. Os suplementos mais prevalentes são os concentrados de proteína em pó (94% no CrossFit e 96,9% na Musculação), a Creatina (49,2% e 74,2%) e os BCAA (44,6% e 74,2%). A esmagadora parte dos atletas dizem conhecer a Creatina (89,8%) assim como as suas potencialidades ergogénicas (84,8%). O maior valor de consumo apurado surge junto dos praticantes de Musculação em detrimento do CrossFit (76,9% vs 54,1%). A maior parte dos atletas inquiridos (53,5%) desconhece o suplemento nutricional Beta-alanina. De entre os indivíduos que conhecem a substância, os praticantes de Musculação são os que apresentam maiores índices de consumo, comparativamente com os atletas de CrossFit (55,4% vs 36,1%). Para ambas as substâncias, os efeitos percebidos observam-se invariavelmente subvalorizados relativamente às expectativas iniciais. Os efeitos adversos reportados foram marginais e todos eles reversíveis.

**Conclusões:** O consumo de suplementos nutricionais visando a obtenção de melhores índices de performance física é uma realidade incontornável nas modalidades de CrossFit e de Musculação, sendo especialmente prevalente no segundo caso. Os valores de consumo de Creatina são bastante superiores aos relativos à Beta-alanina, sendo particularmente elevados junto da população praticante de Musculação. A maior parte dos atletas espera mais resultados do que aqueles que efectivamente obtém da utilização de qualquer das substâncias. Os efeitos adversos reportados atingem um número residual de casos, sendo, do ponto de vista clínico, facilmente reversíveis.

**Palavras-chave:** CROSSFIT; MUSCULAÇÃO; CREATINA; BETA-ALANINA; DESEMPENHO FÍSICO.





## Abstract

**Introduction:** "The devil lies in the details." In contemporary physical and sports activities, taken by unusual and extreme degrees of competitiveness, this old adage seems more appropriate than at any other time in sports history. When everything else is equal, every detail makes the difference. And a "detail", in sports, is a particularly delicate and relative concept, as for a millisecond, a millimeter or a gram can be "details" that dictate the difference between victory and defeat. Adoption of sports nutritional supplements or performance enhancers, particularly Creatine and Beta-alanine, can be taken as a decisive strategy in order to ensure the athlete's objectives are fully achieved.

**Objectives:** This study aimed, primarily, Creatine and Beta-alanine consumption rates measurement in CrossFit and Bodybuilding, but has also drawn other similar information, including those relating to initial expectations and the perceived effects listed by athletes, the recording and description of any adverse side effects or, cumulatively, as well as the identification of supplements consumption pattern in Portugal.

**Methods:** This cross-sectional analytical study applied a survey on a convenience sample (88 CrossFit athletes and 110 Bodybuilding practitioners), to benchmark their supplementation consumption standards in general, and creatine and beta-alanine in particular.

**Results:** a total of 76.1% CrossFit athletes and 88.2% Bodybuilding practitioners have used at least one nutritional supplement in the course of their sports route. The most prevalent supplements are concentrated protein powder (94% in CrossFit and 96.9% on Bodybuilding), creatine (49.2% and 74.2%) and BCAA (44.6 and 74.2% %). The overwhelming part of all the responders know Creatine (89.8%) as well as its ergogenic potential (84.8%). The highest consumption value comes from Bodybuilding practitioners, while CrossFit athletes show a much lower rate (76.9% vs 54.1%). Most respondents athletes (53.5%) are unaware of the nutritional supplement Beta-alanine. Among the subjects who know the substance, Bodybuilding practitioners are those with higher levels of consumption, when compared with CrossFit athletes (55.4% vs 36.1%). For both substances, the perceived effects are often undervalued relatively to initial expectations. Reported adverse events were minimal in number, and all of them are easily reversible.

**Conclusions:** Nutritional supplements consumption aiming for better physical performance is an unavoidable reality, either in CrossFit or Bodybuilding, being especially prevalent in the second case. In both activities, Creatine consumption values are much higher than those related to Beta-alanine, being particularly high among Bodybuilding practitioner population. Most athletes expect more results than those actually obtained using any of the substances. Reported adverse effects reach only a residual number of cases, and, from a clinical perspective, readily reversible.

**Keywords:** CROSSFIT; BODYBUILDING; CREATINE; BETA-ALANINE; PHYSICAL PERFORMANCE



## I. Introdução

---



## Introdução

A prática desportiva competitiva, independentemente da modalidade a que se refira, há muito que abandonou o suporte empírico que, quase em exclusivo, a susteve durante séculos. A incessante procura da melhoria dos índices de performance e de superação pessoal deixou, assim, de se reger apenas pela experiência acumulada ao longo dos tempos, quer pelo atleta, quer pelo seu treinador, quer por todos aqueles que os precederam, e que se baseava em pressupostos com pouco ou nenhum respaldo científico. A correlação “treino-resultados” assumia, pois, força de verdade insofismável, considerando-se haver uma relação linear entre as premissas quantidade/qualidade do primeiro, e a melhoria e evolução do segundo. Assim, partia-se da lógica que defendia que, a um aumento de qualidade ou quantidade de um determinado tipo de treino, corresponderia, invariavelmente, uma melhoria da performance desportiva, sem que, no entanto, se soubesse explicar ou enumerar os mecanismos fisiológicos subjacentes a tal efeito adaptativo, ou se identificassem formas de os otimizar. No momento em que se esbarrou no inevitável ponto de saturação dessa pretensa relação linear, percebeu-se, então, que o saber empírico não detinha, de todo, o monopólio das respostas às questões e aos desafios levantados no quotidiano da prática desportiva. Com o crescente investimento de recursos na vertente da ciência desportiva, até então completamente descurada, designadamente no âmbito da bioquímica e da fisiologia humanas, foram-se abrindo novas janelas de conhecimento que permitiram, como ainda permitem, que fossem pulverizados imensos recordes respeitantes a parâmetros de performance até então registados. Vivia-se o advento da nutrição desportiva, a par do surgimento de uma nova valência das ciências biomédicas, e que visava, concomitantemente, o máximo rendimento do atleta: a medicina desportiva [1].

Empenhado em obter o máximo desempenho físico-desportivo de um atleta, este novo ramo da medicina não descarta que a qualidade e a adequação do padrão alimentar de um atleta ao esforço por este empreendido, a par da adopção das mais diversas técnicas e tácticas de treino, assume uma posição de relevo determinante, pelo enorme potencial de melhoria da performance atlética que lhe está intrinsecamente associado. Reconhecendo que, sobretudo

nas actividades de maior desgaste físico, há necessidades nutricionais tão específicas e exigentes que se tornam difíceis de suprir convenientemente até por via da adopção do mais equilibrado e rico padrão alimentar, muitos atletas, treinadores ou médicos desportivos encontram na suplementação nutricional/desportiva um contributo eficaz e acessível para colmatar eventuais carências de micro ou macronutrientes na dieta do atleta.

Apesar de, por definição, os suplementos nutricionais gozarem do epíteto “natural”, e, por conseguinte, apresentarem um relativamente baixo risco de se virem a operar manifestações adversas (irreversíveis) nos seus consumidores, o recurso a este tipo de produtos não deve ser arbitrário, indiscriminado e inconsciente, antes ponderado, informado e racional, devendo o atleta equacionar, com despreendimento de quaisquer dogmas empíricos preconcebidos, todas as potenciais vantagens a extrair, assim como os eventuais riscos inerentes ao seu consumo. Reconhecendo que nem sempre assim sucede, a comunidade científica especializada na área da suplementação nutricional reconhece um conjunto de inquietações pertinentes, designadamente aquelas que se prendem com o risco de existir alguma falta de consciência, por parte dos atletas ou seus treinadores, no que respeita à relação efectividade/risco para a saúde de determinado suplemento [2], das eventuais interações negativas entre nutrientes [3], informações erradas e/ou insuficientes [4-6], ou ainda a possibilidade de exposição inadvertida face a substâncias de uso proibido ou controlado [2, 7-9].

Mas qual será, neste âmbito, a realidade percebida em Portugal, no plano das actividades de fitness, alma maior deste curso de mestrado, concretamente no que respeita a atletas das modalidades de *CrossFit* e Musculação?

De acordo com a Associação de Ginásios e Academias de Portugal (AGAP), o número de portugueses inscritos em centros de fitness rondará os 730 mil, o que equivale a 8,3% da população com mais de 15 anos de idade. Não se encontram disponíveis, na presente data, quaisquer dados que permitam discriminar ou quantificar aqueles que se dedicam, especificamente, à prática de Musculação ou de *CrossFit*, pelo que se afigura tarefa impossível a determinação do universo de praticantes dessas modalidades de fitness. Ainda assim, e

tomando como referenciais os valores avançados pela AGAP, as actividades de fitness serão, genericamente, das actividades desportivas mais prevalentes em território nacional, o que atesta bem da sua relevância no contexto do quotidiano de boa parte dos portugueses. Para uma cada vez mais representativa faixa de jovens, adultos e adultos maduros, fitness é, literalmente, fonte de vida saudável e plenamente funcional.

Quando se entra na generalidade deste tipo de estabelecimentos, torna-se impossível não reparar nos escaparates apelativamente dispostos e bem “preenchidos” com uma infinidade de suplementos naturais que se propõem cobrir os mais variados desígnios desportivos, de manutenção de uma boa saúde geral ou meramente estéticos. Há-os para todos os gostos. Dos concentrados hiperproteicos, às multivitaminas e multiminerais, bebidas isotónicas/energéticas ou HMB, passando pela Creatina e Beta-alanina (substâncias alvo deste trabalho), as opções são infindáveis.

Que padrão de suplementação geral adoptarão estes atletas? Serão permeáveis aos apelos ao consumo de duas das substâncias (Beta-alanina e Creatina) que, numa perspectiva teórica, melhor se adaptam às características e necessidades específicas de cada uma das modalidades? Conhecerão os seus mais relevantes efeitos potenciadores da performance, entre outros? Estarão a par das principais *guidelines* emitidas pelos principais organismos internacionais especializados na matéria, como o referencial “American College of Sports Medicine”, concretamente no que respeita à quantidade e frequência de consumo, aos efeitos expectáveis ou aos potenciais efeitos adversos associados às substâncias citadas?

Este trabalho procura, como primeiro e principal objectivo, e no âmbito da prática de CrossFit e de Musculação, actualizar os dados relativos à prevalência da suplementação em geral no contexto das duas modalidades, incidindo, com maior grau de detalhe, nas duas substâncias que emprestam o nome ao seu próprio título: a Creatina e a Beta-alanina.





## **II. Enquadramento teórico**

---

### **Capítulo I**

Os suplementos nutricionais e o seu potencial ergogénico na actividade físico-desportiva



## Os suplementos nutricionais e o seu potencial ergogénico na actividade físico-desportiva

Um suplemento nutricional, integrado no âmbito da prática de qualquer actividade físico-desportiva, é toda a substância ou conjunto de substâncias que tem como objectivo o aumento da performance física, a melhoria da eficiência do esforço físico e a potenciação dos processos de recuperação física após a realização de um esforço intenso, visando uma melhor qualidade de treino e facilitando as adaptações fisiológicas ao mesmo. Cada um dos inúmeros suplementos desportivos recorrentemente consumidos por atletas das mais diversas modalidades tem um potencial ergogénico específico. Mas o que significa, então, "potencial ergogénico"? Por potencial ergogénico entende-se a capacidade, hipotética ou demonstrada, de uma técnica de treino, de um aparelho mecânico, de uma prática nutricional, de um método farmacológico ou de uma técnica psicológica, no sentido de melhorar a performance física, promovendo, desencadeando ou facilitando adaptações fisiológicas ao treino [10]. Ajudas ergogénicas são, assim, quaisquer substâncias ou estratégias que auxiliem na preparação de um atleta, melhorando a eficiência do exercício e potenciando os mecanismos de recuperação no próprio treino ou mesmo entre treinos (intra e inter-treinos). Dessa forma, o atleta poderá treinar com mais intensidade, com maiores cargas de peso e/ou volume de trabalho, evitando (ou pelo menos adiando) a instalação de processos de *overreaching* e *overtraining*, mitigando, por conseguinte, o decorrente e demonstrado risco de vir a padecer de uma qualquer lesão de origem não traumática (que, demasiadas vezes, comprometem um regresso pleno aos índices de desempenho físico anteriores).

Embora esta definição conceptual mereça substantivo consenso académico/científico, alguns especialistas da área da nutrição desportiva mantêm alguma relutância quanto à sua adopção incondicional (num sentido mais lato), porquanto consideram que um suplemento só pode ser promovido à categoria de "ergogénico" apenas e quando a maioria dos estudos disponíveis demonstrem, com elevado grau de segurança, que possuiu significativas capacidades de potenciar a performance físico-desportiva. Ou seja, e a mero título de exemplo, concretizando, se ajudarem, comprovadamente, um atleta a

correr mais e/ou mais rápido, a levantar mais peso, a aumentar o volume de trabalho por treino e a promover a sua recuperação, sem que isso comprometa a sua integridade física [11].

## **II. Enquadramento teórico**

### Capítulo II

A Creatina



## 2.1. A Creatina: introdução

A creatina, ou ácido metil-guanidinoacético, é uma amina nitrogenada, um aminoácido de ocorrência natural presente no corpo, principalmente no tecido muscular, sintetizado no fígado e pâncreas humanos a partir dos aminoácidos arginina, glicina e metionina [12], existindo também na sua forma natural e em relevante abundância na carne e no peixe. A Michel Eugène Chevreul (1754 – 1845), um médico e investigador francês, é atribuída a autoria da teoria (1832) que postulava que a Creatina era um componente natural dos músculos contráteis. Porém, foi confirmada apenas quinze anos mais tarde, em 1847, por Justus Liebig, num estudo que relatou que animais selvagens possuíam maior quantidade de Creatina quando comparados a animais criados em cativeiro, concluindo que o aumento da concentração muscular desse constituinte seria resultado do trabalho dos próprios músculos.

## 2.2. Suplementar com Creatina: quem e porquê

A Creatina, conjuntamente com a proteína de soro (ou *whey protein*, em inglês), são, garantidamente, os suplementos alimentares com impacto na performance física mais estudados e melhor caracterizados, contabilizando-se já mais de 30 anos de literatura científica que suporta, solidamente, a sua eficácia. No que respeita à Creatina, está já sistematizado na literatura, sendo comumente aceite que a mesma é capaz de gerar um efeito positivo e perfeitamente mensurável ao nível da força e aumento de massa magra, não obstante registar-se uma não negligenciável variabilidade interindividual de resposta a este suplemento. Basicamente, tal significa que nem todos os atletas beneficiam com a suplementação com creatina da mesma forma, estando os seus benefícios dependentes das especificidades bio-fisiológicas de cada indivíduo, assim como da actividade física que o mesmo pratica ou os objectivos que persegue.

Como mais à frente neste trabalho se enfatizará/demonstrará, os índices de creatina armazenados no músculo e/ou e disponíveis para utilização são depletados em razão directa à duração e intensidade do esforço físico: quanto mais intenso e prolongado for um esforço, maior a utilização de creatina, logo mais depletadas estarão as suas reservas musculares. Estando inequivocamente demonstrado que a performance diminui em linha com a redução da quantidade de creatina disponível (e vice-versa), importa, na prossecução do adiamento dessa quebra de performance, garantir que a depleção de creatina ocorra o mais tarde possível, potenciando ao máximo o prolongamento do esforço de alta intensidade [13].

Assim, verifica-se haver uma relação intrínseca entre a quantidade de creatina disponível e a capacidade de manter o esforço durante um período de tempo mais dilatado. Como podemos garantir que isso acontece? Dentro dos limites temporais e quantitativos que a fisiologia preconiza, repondo a creatina que é utilizada para a produção de energia. Tal reposição dos níveis de creatina ao mesmo ritmo da sua degradação e decorrente excreção é conseguida mediante a combinação da sua ingestão por via exógena (alimentos ricos em creatina e/ou suplementos alimentares), bem como da sua síntese endógena a partir da arginina, glicina e metionina [14]. Concluiu-se, pois, que, pelo menos em tese, à ingestão de um suplemento de creatina está associado um aumento da performance, designadamente da força e da potência em esforços de curta duração.

### 2.3. Creatina endógena e Creatina exógena: síntese, ingestão e armazenamento

A manutenção das reservas de creatina em níveis adequados, considerada a intensidade da sua degradação durante o desenvolvimento de actividades físicas, é absolutamente crucial. Como anteriormente referido, a creatina é uma combinação dos aminoácidos glicina, arginina e metionina, (ácido metil-guanidinoacético). O suprimento das suas necessidades só pode ser garantido por duas vias: endógena (síntese) ou exógena (ingestão). A sua



síntese inicia-se no fígado (embora, em menor quantidade, também nos rins e no pâncreas), sendo a glicina e a arginina transformadas em guanidinoacetato, por influência da enzima glicina:arginina-transaminase. Posteriormente, esse guanidinoacetato formado circula até ao fígado, onde recebe um grupo metil proveniente da metionina (através da enzima metiltransferase), formando assim o composto final: ácido metil-guanidinoacético ou creatina, que viaja pela corrente sanguínea até aos vários tecidos onde é “armazenada”: 95% no tecido músculo-esquelético e 5% no miocárdio, cérebro, músculos lisos e testículos. Através deste processo, o organismo humano consegue sintetizar, em média, de 1gr a 1,8g, valor que, *per si*, se aproxima às necessidades médias diárias do ser humano ( $\geq 2$  g/dia para um peso médio de 70kg) [15, 16]. Aumentando os níveis de ingestão dos aminoácidos arginina e glicina, estimular-se-á a sua síntese orgânica [17]. Outra via para suprir as necessidades da substância, que pontualmente podem ser mais elevadas, é o recurso à sua ingestão, quer esta ocorra sob a forma de alimentos naturalmente ricos (carne – particularmente a vermelha, ou peixe), com concentrações que variam de 3 a 5g/kg, ou através o uso de suplementos alimentares [13, 18, 19]. Após a sua absorção pelo intestino, o processo de armazenamento é o mesmo acima enunciado para a sua forma endógena. Quando a disponibilidade de creatina na dieta está baixa, a síntese endógena encontra-se aumentada para manter os níveis normais do nutriente. Em contraponto, quando a ingestão de creatina está aumentada, particularmente através de suplementos à base de creatina, a sua síntese observará um acentuado decréscimo [17].

Estima-se que um homem de 70 quilogramas de peso corporal tenha, em média, uma reserva de cerca de 120 gramas de creatina (90-160mmol/kg massa seca), estando esta sujeita a uma constante degradação em creatinina que é, posteriormente, excretada na urina a uma taxa média estimada de 2 gramas por dia. [20, 21]. Os níveis de creatina armazenada no tecido músculo-esquelético são influenciados por vários factores que os exacerbam ou deprimem, tais como a ingestão de carne ou peixe, o tipo e subtipo de fibras musculares, a capacidade atlética, a idade, o género, entre outros factores desprezíveis e/ou desconhecidos [18, 22]. Também está amplamente demonstrado que as fibras musculares de tipo II têm uma maior concentração de creatina do que as de tipo

I, embora esta aumente equitativamente, em ambos os casos, após a suplementação com Creatina [18]. Embora não seja um nutriente essencial, devido ao facto de as necessidades fisiológicas serem atendidas pela síntese endógena, a creatina está intimamente envolvida no metabolismo humano. Dependendo do tamanho do indivíduo e da taxa de *turnover* (gasto-reposição), a necessidade diária de creatina é de aproximadamente 2 a 3 g/dia, estimada em cerca de 1,6% do total de creatina armazenada no organismo [16, 18, 23].

## 2.4. Creatina armazenada VS Creatina em ambiente sérico

A pergunta afigura-se pertinente: porque razão é a creatina “depositada” nos vários órgãos e músculos, e não se limita a circular na corrente sanguínea, como acontece com a generalidade dos demais nutrientes? A razão não se encontra, ainda, total e insofismavelmente explanada, já que subsistem várias teses com alta carga antagónica. Há, não obstante, uma tese que prevalece sobre as demais, e que preconiza que a creatina é fixada nos tecidos musculares porque é para aí transportada pelo sangue através de um processo de transporte activo, dependente da existência de sódio e de cloro, e sob a mediação da insulina. Uma vez chegada ao músculo, 60-70% da creatina fica retida na célula muscular através da sua conversão em fosfocreatina, ficando assim impedida de ultrapassar a membrana celular, enquanto os 30-40% restantes permanecem, também na célula muscular, sob a forma de creatina livre. [24]. A quantidade de creatina armazenada no músculo-esquelético é cerca de 120-125 mmol/kg de peso seco e corresponde a 30 mmol/kg no músculo húmido ou 4 g/kg de músculo [25]. Esta terá sido uma estratégia encontrada pelo organismo para poder dispor, sempre que necessário, de uma quantidade de creatina adequada às circunstâncias, sem que esta seja afectada por picos (negativos ou positivos) de disponibilidade e concentração, como aconteceria, inevitavelmente, se a mesma existisse exclusivamente no meio sérico.

## 2.5. O ATP enquanto único substrato energético

Qualquer composto orgânico é constituído por carbono (C), hidrogénio (H), oxigénio (O) estando acrescido, no caso das proteínas, de nitrogénio (N). Os alimentos são, como sabemos, compostos orgânicos. Como as ligações moleculares dos alimentos são relativamente fracas, produzem pouca energia quando são rompidas. Assim, os alimentos não são utilizados directamente nos processos energéticos celulares. A energia das ligações moleculares dos alimentos é libertada quimicamente no interior das células e, em seguida, armazenada sob a forma de um composto altamente energético, designado por Adenosina Trifosfato (ATP).

A Adenosina Trifosfato é uma molécula de alta energia produzida pelo organismo, presente em todas as células, que resulta da união de uma molécula de adenosina (adenina) e uma molécula de nucleosídeo (ribose), adicionadas a três radicais fosfato (composto de fósforo e oxigénio). A energia é armazenada nas ligações entre os fosfatos, sendo posteriormente libertada através da quebra de um fosfato, por acção da enzima ATPase, degradando-se noutro composto: Adenosina Difosfato [26]. A energia gerada nessas reacções é responsável pelos processos de contracção muscular e pelos estímulos eléctricos neurais que controlam todos os movimentos corporais, bem como os sistemas de regulação hormonal.

Concluiu-se, assim, que todas as acções do corpo humano que impliquem qualquer movimento, ainda que imperceptíveis (mesmo durante os períodos de descanso) estão dependentes da presença de ATP.

## 2.6. A fosfocreatina e o sistema energético ATP-CP

O exercício físico é uma actividade activa, logo exige muita energia. A quantidade de ATP de reserva no organismo é muito pequena: só é capaz de ser utilizada em contracções que duram, no máximo, 3 segundos. Para colmatar essa característica, desenvolvemos a capacidade de ressintetizar o ATP. A

restauração dos níveis de fosfocreatina ocorre de forma relativamente rápida. Após o esforço, em apenas 30 segundos, a fosfocreatina recupera 70% do valor inicial; após 3 a 5 minutos, está integralmente restabelecida. Mas essa capacidade de ressíntese não é infinita, diminuindo de intensidade ao longo do esforço [18, 20].

Assim, quanto mais prolongado este for, menor será a ressíntese de ATP necessário [23]. Torna-se, por este facto, fundamental o subministro de Creatina exógena ao organismo, reforçando as reservas musculares de fosfocreatina, permitindo, por conseguinte, uma majoração do ATP disponível [16, 24, 27]. Desse modo, a manutenção de elevadas taxas de intensidade de exercício é potenciada e os períodos de recuperação encurtados, diminuindo a dependência do sistema energético anaeróbio láctico, e, decorrentemente, reduzindo a produção de lactato enquanto subproduto da glicólise, ele próprio inibidor de um desempenho físico óptimo, como anteriormente referido [24].

Adicionalmente, a uma mais elevada taxa de ressíntese de fosfocreatina e de ATP associa-se um mais eficaz processo de recuperação entre séries repetidas de alta intensidade de um determinado esforço, resultantes da melhoria da capacidade de relaxamento e recuperação das fibras musculares [28].

Em esforços de intensidade máxima e de curta duração (< 1"), o sistema energético solicitado pelo organismo é, predominantemente, o Anaeróbio Aláctico (não carece da presença de oxigénio para a actividade celular, e não produz lactato, sub-produto do processo de glicólise), também designado por ATP-CP (adenosina trifosfato + fosfocreatina). Este sistema energético só é eficaz nos primeiros segundos de um esforço muito intenso, devido ao facto de as suas reservas musculares (ATP - 4 mmol/kg e PC - 16 mmol/kg) se mostrarem reduzidas [24, 29]. Ora, como todos os processos de contracção e relaxamento musculares dependem exclusivamente da energia libertada no processo de desfosforilação do ATP, a sua disponibilidade e abundância condicionam, por conseguinte, toda a capacidade músculo-contráctil e, decorrentemente, o desempenho físico [30-32]. Assim, quanto mais ATP estiver disponível para ser utilizado, maior será a capacidade de o músculo contrair e relaxar durante mais

tempo e com maior intensidade, levando a um substancial incremento da performance.

Neste sistema energético (Anaeróbio Aláctico ou ATP-CP), a formação de ATP advém unicamente de um composto: a fosfocreatina. O ATP consiste num complexo energético composto por adenosina (ribose + adenina) e três fosfatos [24]. Pode afirmar-se que o ATP é, efectivamente, o único combustível necessário à contracção muscular [16]. Estima-se que a concentração de ATP no músculo-esquelético ronde os 24mmol/kg de massa seca, mas a solicitação de ATP no decurso de esforços máximos e de curta duração é de tal ordem elevada que as suas reservas se esgotariam em 1-2 segundos caso não se observasse um rácio de gasto-ressíntese equivalente, embora de duração finita [33, 34]. Durante a prática de exercício de intensidade máxima (>75%  $VO_{2max}$  até ao esforço máximo), e de curta duração (<30 segundos) a ressíntese de ATP decorre predominantemente da degradação anaeróbia da fosfocreatina (sistema energético anaeróbio aláctico ou ATP-CP), culminando numa taxa de produção de ATP na ordem dos 15mmol/kg de massa seca nos primeiros 6 segundos de exercício de intensidade máxima. Desta forma, os índices de concentração de ATP muscular mantêm-se relativamente estáveis em exercícios de intensidade máxima de curta duração (<30 segundos) independentemente de se tratar de séries únicas [35] ou de várias séries [34].

Não obstante tão notável capacidade de ressíntese, esta não é infinita, já que a produção de ATP a partir da fosfocreatina começa a decrescer poucos segundos após o início da actividade de alta intensidade, estimando-se que aos 30 segundos de esforço o seu declínio ronde os 80% [29]. Assim, na prática de exercícios intensos e de média duração (cerca de 75%  $VO_{2max}$  >30" <240"), e uma vez que as reservas de ATP estão, nesse momento, praticamente esgotadas, a oxidação da glucose (processo de glicólise – ou sistema energético Anaeróbio láctico) proveniente quer dos depósitos de glicogénio hepático e muscular, quer da glucose em circulação assume-se como a principal via de ressíntese de ATP.

Decorrente desta consideração ampla e sustentadamente demonstrada, considera-se, então, que a disponibilidade de hidratos de carbono, designadamente sob a forma de glicogénio, é um factor limitante da performance

em exercícios deste tipo, estando estabelecida uma forte relação intrínseca entre o aparecimento dos primeiros sinais de fadiga e o início da depleção das reservas de glicogénio hepático e muscular. Desta depleção resulta a impossibilidade de o músculo manter a necessária taxa de ressíntese de ATP e, por conseguinte, quer a carga, quer a duração, quer a intensidade de exercício terão que ser reduzidas para que a actividade física continue. [29].

Em esforços de curta duração, mas de intensidade máxima (0-30 segundos), o combustível que alimentará o processo contráctil advirá primordialmente da utilização anaeróbia da fosfocreatina muscular e, em segundo plano, do glicogénio muscular e hepático. Neste tipo de exercício, o aparecimento da fadiga deve-se a uma observada inabilidade de as fibras musculares de tipo II de manterem uma elevada taxa de ressíntese de ATP. Esta concepção é sustentada a partir de evidências que sugerem que tal é devido à rápida depleção dos depósitos de fosfocreatina nas fibras musculares de tipo II, bem como a uma insuficiência da taxa glicogenolítica para compensar a decorrente quebra de produção de ATP, quando os depósitos de fosfocreatina estão esgotados. A consequência é óbvia: a performance reduz drasticamente, devido ao insuficiente fornecimento de energia ao músculo [29].

## 2.7. A Creatina na performance físico-atlética e na adaptação ao treino

A creatina é consensualmente considerada (a extensa literatura disponível demonstra-o de forma insofismável), enquanto suplemento ergogénico disponível utilizado por atletas das mais variadas modalidades, como um dos mais efectivos, observada as características que detém enquanto potenciador da capacidade de aumentar a performance física em exercícios de alta intensidade, assim como de promover uma composição corporal positiva (mais massa magra, menos massa gorda).

A fadiga percebida durante esforços máximos e de curta duração, bem como a impossibilidade de os suportar indefinidamente, estão directamente relacionados com a incapacidade de o músculo-esquelético manter uma elevada

e prolongada taxa de produção/síntese de ATP a partir da hidrólise de fosfocreatina. Para mitigar esse problema, aumentando as reservas e, conseqüentemente, a disponibilidade de fosfocreatina muscular, tornou-se prática corrente o recurso ao monohidrato de Creatina (entre outras derivações) enquanto suplemento nutricional, potenciando, dessa forma, a performance física em esforços intensos e de curta duração. Assim, através da ingestão de suplementos de creatina na sua forma monohidratada (88% de creatina e 12% de água), e por via de um mecanismo que mais adiante se explanará, o atleta de modalidades que exijam especiais momentos de produção de força ou de força/resistência observará substanciais melhorias nos seus índices de desempenho físico, com vantagens documentadas quer sobre o incremento da sua capacidade de volume total de trabalho, quer sobre a intensidade do mesmo, quer ainda sobre a recuperação intra e inter-treino [16, 18, 19, 36]. A Creatina, designadamente a sua forma monohidratada, que é simultaneamente a mais comum e a mais perscrutada no meio científico e académico, é comercializada sob diversas formas e estados físicos, sendo mais vulgar encontrá-la sob a forma de pó, quer isolada, quer adicionada a outras substâncias, como hidratos de carbono e proteínas. A prevalência de consumo, no meio desportivo, varia de entre os 10% a 89% em estudos recentes (valor estimado), dependendo da especificidade da modalidade, sendo uma substância particularmente (re)conhecida no contexto dos ginásios e das suas crescentes valências físico-desportivas, pela acção benéfica que opera enquanto potenciador quer da hipertrofia muscular, quer dos índices de força. O protocolo de suplementação mais adoptado prevê uma fase de sobrecarga, com a ingestão de entre 20 a 25 gramas por dia durante uma semana, seguida da fase de manutenção de 5 gramas por dia. Dessa forma, conseguir-se-á um aumento de até 25% das reservas musculares de Creatina total, o que facilitará e encurtará o processo de ressíntese de Fosfocreatina [20, 27, 37].



## 2.8. Principais efeitos da suplementação com Creatina

### Acelera a renovação do ATP muscular

O mais marcado, demonstrado e evidente benefício decorrente da utilização de creatina exógena, designadamente na sua forma monohidratada, tem a ver com uma renovação mais rápida de energia disponível, facilitando a ressíntese intramuscular de fosfato de creatina e promovendo uma mais rápida e subsequente formação de ATP, em especial nas fibras musculares de contração rápida, aumentando, assim, a capacidade atlética anaeróbica aláctica, componente fundamental em provas de curta duração e alta intensidade [24, 25, 27]. Assim, encontra-se amplamente aceite uma teoria energética subjacente à toma de suplementação de Creatina que defende que a uma maior quantidade de reservas de Creatina muscular disponível corresponde uma maior capacidade de imprimir intensidade de treino; uma maior intensidade de treino resulta num estímulo fisiológico superior; e a um estímulo fisiológico superior associam-se superiores adaptações fisiológicas, tais como uma mais pronunciada hipertrofia das fibras musculares, que resulta num aumento da massa muscular geral, assim como uma evolução substancial nos índices de força e de potência. Mas os benefícios que decorrem da suplementação com creatina não ficam circunscritos à melhoria da capacidade atlética anaeróbica aláctica, através de uma mais rápida renovação de ATP.

### Aumenta a massa corporal bruta

O consumo de Creatina, num contexto de treino desportivo, está associado a um aumento de entre 0,5kg a 2kg de massa corporal bruta, ou seja, aquela que não discrimina a sua constituição (água, massa muscular ou gordura). Os mecanismos fisiológicos que podem explicar este evidente aumento da massa corporal não se encontram total e definitivamente esclarecidos, embora haja várias teorias que colhem substancial aceitação por parte da comunidade científica. Uma dessas teorias defende que esse aumento ocorreria como consequência da retenção de água no espaço intracelular [38], e



outra, muito mais interessante numa perspectiva desportiva, em geral, e da performance, em particular, sugere que ocorre aumento da síntese proteica e/ou redução da degradação de proteínas registado com a suplementação de Creatina [39].

### Retenção Hídrica no espaço intracelular

A maioria das investigações aponta para uma relação causa-efeito entre a toma de Creatina e um aumento do volume hídrico no espaço intracelular [40, 41]. Segundo Hultman et al. [38], e Bembien et al. [32] esse facto é explicado pelo aumento da carga osmótica associada ao aumento dos níveis de creatina celular, causando, conseqüentemente, um aumento da capacidade de retenção de água na própria célula.

De acordo com o referido pela generalidade da literatura publicada, o aumento de peso expectável, decorrente da ingestão de 20g/dia de Creatina durante um período de 28 dias, em conjugação com o cumprimento de um plano de treino de resistência, encontra-se algures no intervalo de 1kg e 2kg [42]. Há muitos autores, tais como Tarnopolsky [43], que defendem que esse aumento da massa corporal associado à suplementação com creatina ocorre, primordialmente, graças à retenção hídrica que esta promove. Não havendo síntese de creatina pela célula muscular, os níveis de concentração intracelular de creatina encontram-se totalmente dependentes do balanço entre aquela que já se encontra na célula e a que circula no plasma. A sua absorção pela célula muscular ocorre graças a um processo de transporte sódio-dependente, bem como à acção da hormona anabólica insulina. Uma vez activado este mecanismo de transporte, e na presença de elevados níveis de Creatina plasmática, verifica-se que a concentração intracelular de creatina *in vivo* supera, findo o processo de absorção, em cerca de 300 vezes a sua concentração em meio extracelular [44, 45]. Este processo gera, complementarmente, um aumento dos níveis de sódio intramusculares, que por sua vez activa o mecanismo de captação de água para a célula (osmose), aumentando o seu volume, levando a eventuais alterações no volume de fluido corporal [38]. Um dos primeiros estudos em que se procedeu à análise de eventuais alterações no volume de fluido corporal

durante a suplementação com Creatina foi promovido por Ziegenfuss, *et al.* [46]. Nesse estudo, dez homens treinados consumiram 0,07g de creatina por quilo de massa muscular durante 3 dias. Após esse curto período, os investigadores registaram um aumento nos níveis de água corporal total e intracelular, em particular, concluindo que a suplementação com Creatina pode conduzir a uma mudança positiva no que respeita ao equilíbrio de fluidos. Não obstante tal conclusão, e uma vez que não foi avaliado o conteúdo de creatina muscular decorrente da suplementação exógena, não foi possível determinar se a essas alterações de fluidos registadas correspondeu um proporcional aumento das concentrações de Creatina muscular. Também Kreider *et al.* [47] examinaram os efeitos do consumo de Creatina na massa muscular e na composição corporal, tendo encontrado um muito mais evidente aumento da massa corporal no grupo que recebeu suplementação de Creatina durante 28 dias, quando comparado ao grupo placebo. Contrariando os dados registados no estudo anteriormente referido, bem como a conclusão aí extraída, não foi observada qualquer alteração quer quanto à quantidade total de água corporal, quer quanto à água retida no espaço intracelular, sugerindo que o considerável aumento da massa magra constatado em nada está relacionado com qualquer tipo de retenção hídrica. Na verdade, estas duas teses, de sentido aparentemente antagónico, estão simultaneamente correctas, uma vez que se parece ser verdade que se opera um aumento da retenção hídrica no início de um protocolo de suplementação com Creatina, também se apresenta provável que esta faculdade se vá desvanecendo ao longo do tempo, levando a que o organismo reencontre, a médio prazo, o equilíbrio hídrico inicial.

A tabela seguinte (tabela1) apresenta uma resenha de conclusões de alguns estudos publicados, relativamente à sua capacidade de promover retenção hídrica no espaço intracelular.

Estudos	Amostra	Dosagem	Tempo de exposição	Resultados observados
[48];	7 ciclistas e triatletas;	Grupo Creatina: 20 g/d por 5 dias; Placebo: 20 g/d dextrose.	28 dias;	Manutenção da água corporal total. Sem diferença na desidratação pós-exercício.
[49];	24 homens praticantes de treino de força;	Grupo Creatina: 10 g; Placebo: 85 g glucose + 1 g/kg de glicerol ou outro placebo.	1 semana;	Aumento da água corporal total (água intracelular e extracelular). Sem diferença na desidratação pós-exercício.
[50];	10 homens fisicamente activos;	Grupo Creatina: 20 g/d por 6 dias; Placebo: 20 g maltodextrina/d.	6 dias;	Aumento da água corporal total (1,3 kg). Sem diferença na desidratação pós-exercício.
[51]	36 homens treinados;	20 g/d de Creatina por 7 dias, seguido de 5 g/dia por 21 dias.	28 dias;	Descida nos valores de água corporal. Não refere a hidratação pós-exercício.

*Tabela 1: Compilação de alguns estudos de intervenção e principais alterações observadas nos índices de retenção hídrica, após a toma de Creatina.*

Apesar de o estudo apresentado por Branch *et al.* [48] defender que não haverá diferença significativa em relação ao conteúdo de água corporal após suplementação de Creatina, e Jagim *et al.* [51] registarem uma redução significativa, a maior parte dos trabalhos aponta no sentido de, efectivamente, se observar um aumento nos índices de retenção hídrica, intra e extra-celular. Essa adaptação proporcionaria um maior volume corporal, sendo interessante para os atletas que têm esse objetivo estético, nomeadamente nos desportos designados por “plásticos”, como o culturismo, em que o objectivo não é o aumento da performance, mas o estímulo máximo da hipertrofia muscular.

## Ganho de força e potência musculares

Como já explanado anteriormente, uma das principais decorrências do consumo de um suplemento de Creatina é um substancial reforço das reservas intramusculares de fosfocreatina, a curto prazo, promovendo um aumento quer da massa muscular, quer da força/potência, a médio/longo prazos. São numerosos os estudos que o corroboram, assegurando que a suplementação com Creatina é, assim, particularmente eficaz na capacidade de promover um efeito benéfico na performance física, sobretudo em actividades ou desportos cuja componente anaeróbia seja, se não predominante, pelo menos muito solicitada, tais como *weightlifting*, *powerlifting*, *CrossFit*, lançamento de peso, salto em comprimento ou *sprints* de curta distância, entre inúmeros outros, ou naquelas actividades que persigam, simplesmente, o máximo desenvolvimento de massa muscular, como o culturismo (actividade meramente plástica, em que a performance física não é nem relevante, nem mensurável).

Importa, no entanto, enfatizar que há uma relação linear (embora limitada) entre os resultados alcançados e a efectividade da substância, particularmente no âmbito da força e da potência, e a duração/dose do protocolo de ingestão adoptado, assim como a capacidade de cada organismo no que respeita quer ao transporte, quer ao seu armazenamento intramuscular. Postula-se, numa perspectiva transversal à maioria dos estudos publicados, que o protocolo mais eficaz será, em tese, aquele que prevê a ingestão de uma dose de carga/ataque de 20g/dia durante 5 a 7 dias (procurando uma rápida saturação dos depósitos musculares), seguida de uma fase de manutenção de cerca de 5g/dia, que se pode prolongar por várias semanas. No entanto, um outro conjunto de estudos, substantivamente mais reduzido em número, que assegura que os mesmos resultados positivos são alcançados sem que haja a necessidade de adoptar qualquer fase de carga, bastando o cumprimento da fase de manutenção.

Mas de que forma é, genericamente, se opera qualquer benefício nos índices de força e de potência? A resposta afigura-se simples e extraordinariamente lógica: como mencionado, a elevados valores de armazenamento de Creatina muscular corresponde uma aumentada capacidade bioenergética do próprio músculo; esse músculo será, por esse motivo, mais

capaz de lidar com uma carga de trabalho maior e mais prolongada, estimulando e promovendo o anabolismo muscular, o que desencadeará processos de adaptação biológicos que permitirão responder a essa crescente demanda esforço. De que processos se trata? Basicamente dois: hipertrofia muscular e aumento da capacidade de produção de força/potência [30, 52].

Procurando sistematizar e quantificar o efeito operado nesse plano (força/potência musculares), Galvan et al. [53] analisaram os efeitos da suplementação de Creatina e treino de força (especificamente, levantamento “supino”) aplicados durante 28 dias, em 48 indivíduos jovens (21 anos), concluindo que o grupo suplementado evidenciou uma melhor relação repetições/peso levantado, quando comparado com o grupo placebo ( $p=0,02$ ).

No mesmo sentido, Souza Júnior et al. [54] implementaram um estudo duplo-cego com 18 estudantes universitários do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 19 e os 25 anos, sujeitando-os a um protocolo de treino de força durante 8 semanas, associado ao consumo de Creatina. Em contraponto, uma parte da amostra, embora cumprindo o mesmo protocolo de treino, seria exposta a um suplemento placebo. Verificaram que, não obstante todos terem registado substanciais aumentos dos índices de força, o grupo suplementado destacou-se pela positiva, relativamente ao grupo que recebeu o placebo, concluindo ter existido um efeito benéfico, no que ao aumento da produção de força respeita, no grupo suplementado com Creatina.

### Aumento de massa Magra

O aumento de massa magra registado enquanto efeito colateral ao consumo de Creatina é explicado (ou explicável) por diferentes teorias, umas vezes contraditórias, outras complementares. A primeira, e aquela que é genericamente mais consensual, postula que o aumento da concentração de água no espaço intracelular, por si só responsável por um substancial aumento de volume do músculo, parece promover mecanismos anabólicos facilitadores da recuperação muscular, designadamente por via de um aumento do balanço de nitrogénio muscular bem como de uma majoração da síntese proteica [55],

uma vez que a Creatina é apontada como estimuladora da biossíntese de proteínas no espaço miofibrilar e da captação de aminoácidos pelas proteínas contrácteis. Esta tese é tanto mais evidente quando se associa um plano de treino de exercícios de resistência [15, 56]. Uma segunda hipótese, cujos pressupostos fisiológicos se afiguram como evidentes e insofismáveis, defende que o aumento da massa muscular resulta do aumento na capacidade energética alática que a suplementação com Creatina desencadeia, o que se traduzirá, por um lado, numa maior capacidade de aumento do volume de treino, e, por outro, no incremento da própria carga absoluta movida no decurso do mesmo. Como está amplamente demonstrado, o aumento do volume do treino e da própria carga movimentada está intrinsecamente ligado a adaptações fisiológicas geradas no sentido de fazer face a essas novas demandas físicas, que se materializarão, posteriormente, numa evolução positiva quer da potência muscular, quer da própria massa muscular, ou seja, gerando hipertrofia muscular. Por outro lado, a superiores índices de potência muscular e a uma maior quantidade de massa muscular associa-se um aumento da performance física, o que poderá configurar, em última instância, um resultado extremamente benéfico para qualquer atleta, independentemente da modalidade praticada.

Jagim et al. [51] estudaram os efeitos da suplementação de creatina monohidratada em 36 participantes treinados, durante 28 dias, tendo constatado que a massa corporal total e a massa magra aumentaram em todos os grupos ao longo do tempo de estudo, não tendo havido qualquer redução significativa do percentual de gordura corporal em nenhum dos grupos. Apesar do reportado aumento de peso, verificaram ter existido uma diminuição relativa nos índices de retenção hídrica, ou seja, numa perspectiva percentual relativamente ao peso corporal, o que indicia que o aumento percebido se terá devido a um efectivo incremento no volume das fibras musculares (hipertrofia muscular) e, eventualmente, de um aumento do seu número (hiperplasia muscular), e não por via da mera retenção de água. No entanto, e considerado o reduzido número de estudos que se debruçam sobre a influência dos níveis de água intracelular na capacidade de síntese proteica, esta tese, em particular, é merecedora das mais prudentes reservas.

Concomitantemente, num estudo conduzido por Volek et al. [57, 58], foram encontradas alterações (positivas) de volume em fibras de tipo I, IIa e IIb, em jovens participantes num protocolo de 12 semanas de treino de resistência, com cargas pesadas, enquanto utilizavam Creatina enquanto suplemento nutricional. Nesse estudo, os indivíduos suplementados obtiveram maiores ganhos de volume em ambos os tipos de fibras sem que se observasse, de novo, particular efeito de retenção de água, quando comparados com aqueles que se limitaram ao protocolo de treino sem qualquer suplementação associada. Estes resultados indiciam que o potencial de estímulo da hipertrofia que parece ser inerente à utilização de Creatina, pode operar-se de duas formas, quer intermitentemente, quer simultaneamente: aumentando a síntese proteica e/ou reduzindo o catabolismo muscular [42].

Procurando clarificar esta hipótese, um estudo de Parise et al. [59] concluiu que a uma alta ingestão de Creatina não correspondeu especial aumento da taxa de síntese de proteína muscular, tendo-se, não obstante, observado uma relevante descida no catabolismo muscular. Esta adaptação é interessante sobretudo para atletas que perseguem o objectivo de acumularem, sem o recurso a qualquer substância dopante, a máxima quantidade de massa muscular, principalmente fisiculturistas e pessoas que possuem objectivos estéticos voltados exclusivamente para a hipertrofia muscular.

### Outros efeitos

Não obstante serem menos pronunciados ou não estarem irrefutavelmente fundamentados e demonstrados, há outros benefícios que parecem revestir-se de substancial relevo quanto à capacidade de promover ou facilitar mecanismos de adaptação muscular ao treino. Neste campo, destaca-se a sua hipotética capacidade de redução da acidez muscular e de promover uma acção de termorregulação, ou seja, auxiliando à manutenção de uma temperatura óptima em contexto de esforço muscular, contribuindo, dessa forma, para um melhor desempenho físico-desportivo [20, 37]. No que concerne à pretensa capacidade de redução de acidez muscular, estima-se que a fosfocreatina é, por si só, responsável por cerca de 30% da capacidade total do tamponamento muscular. Como já referido na abordagem à Beta-alanina constante neste trabalho, sabe-se que a um aumento de  $H^+$  corresponde uma redução do pH muscular (acidificando o meio), levando a um acentuado processo de instalação de fadiga. Como na reacção de ressíntese do ATP a partir de ADP e fosfocreatina há o consumo de um ião de hidrogénio ( $H^+$ ), concluiu-se que a Creatina, pela relação directa de quantidade que mantém com os índices de fosfocreatina, evidencia possuir a capacidade de reduzir a acidez muscular, mitigando e atrasando o acumular de lactato muscular. Assim, e admitindo como verídico esse princípio, a uma maior quantidade de creatina presente corresponde uma maior disponibilidade de fosfocreatina, o que permite uma mais rápida e mais prolongada capacidade de ressíntese de ATP, processo esse que reduz acumulação de lactato [42]. Greenhaff et al. [24], através de biópsia do músculo vasto lateral de oito indivíduos suplementados com Creatina, analisaram os níveis de Creatina muscular, de fosfocreatina e de concentração de lactato peri-treino, e, embora tenham encontrado, já no período de recuperação pós-treino, um aumento de concentração de Creatina, estando a ressíntese de fosfocreatina (como sucede naturalmente) também aumentada, não observaram quaisquer alterações nos níveis de lactato medidos. Entretanto, num estudo mais recente, Yquel *et al.* [60] encontraram níveis de ácido láctico mais baixos após a suplementação com creatina, o que configura uma óbvia contradição com as conclusões extraídas no anterior estudo. Concluiu-se, pois,



que, na verdade, e apesar de a teoria parecer demonstrar haver um efectivo benefício quanto à capacidade de “tamponar” o processo de acidificação muscular decorrente do exercício físico de intensidade moderada a alta, a prática não o parece confirmar, pelo que se considera ser necessária a implementação de mais estudos para que se possa, a prazo, chegar a conclusões mais sólidas e consensuais.

## 2.9. Potenciais efeitos adversos na toma da Creatina

Kreider *et al.* [10] apontam como principais efeitos secundários citados na literatura, decorrentes da suplementação com alguma forma de Creatina o aumento da tensão muscular e da incidência de câibras, a supressão da síntese endógena de creatina, indisposições gastrointestinais, e, eventualmente o mais temido pelos atletas consumidores, um pretenso e teórico aumento do risco de problemas hepáticos e renais. Estes autores teorizam que o aumento da força e da massa muscular nos atletas percebido, em muito potenciado pela utilização da Creatina (conforme abordado antes), pode levar, de forma indirecta, a um aumento da tensão sobre as articulações e ligamentos, por via do inerente aumento da força e da potência musculares. Não obstante tal conclusão observar os mais básicos preceitos da lógica fisiológica, a verdade é que, até ao presente momento, tal não foi devida e inequivocamente conformado pela literatura disponível, ou seja, a um consumo de Creatina, enquanto suplemento ergogénico, não corresponde qualquer aumento da incidência de lesões músculo-esqueléticas.

No que respeita ao mais difundido receio, designadamente aquele respeitante a um aumento do *stress* hepático e, particularmente, renal, o que os vários estudos desenvolvidos demonstram é que, se em teoria tal parece revestir-se de um lógico sentido razoabilidade fisiológica, a prática científica esclarece que assim não é. Efectivamente, durante os primeiros dias de suplementação, o armazenamento da Creatina ocorre essencialmente nos músculos. Nos dias subsequentes, a Creatina que não encontra espaço de armazenamento muscular é excretada pela urina, por via da acção depuradora

do sistema renal. Essa Creatina excretada já se encontra degradada, e surge sob a forma de creatinina. Ora este é um marcador sanguíneo recorrentemente utilizado para aferir da saúde renal, pois surge aumentando quando os rins se encontram em sobrecarga. Quando um atleta se suplementa com Creatina, os níveis de Creatinina surgem aumentados não porque os rins estejam em sobrecarga, mas porque, como já referido, se trata de um “desperdício” resultante da degradação da própria Creatina, não havendo qualquer causalidade (nestes casos) entre esse aumento e qualquer tipo de patologia ou alteração da função renal. Ou seja, nos consumidores de Creatina, o aumento dos valores de Creatinina parece ocorrer independentemente da instalação de qualquer problema ou sobrecarga da função renal. Este mecanismo está, pois, na base da teoria que postula haver uma preocupante sobrecarga da função renal, já que não só este órgão observa um aumento de actividade por forma a “filtrar” o sangue do excesso de Creatina sistémica, como um dos principais marcadores de stress renal aparece aumentado. No entanto (e de novo) a literatura não só não conforma este receio, como o parece desmentir com relativa margem de segurança. Estudos feitos com humanos, através da análise de biomarcadores da função renal, não mostraram relevantes alterações quer nos valores de nitrogénio ureico sanguíneo, quer nos índices de glicose e/ou proteína na urina (mais fiáveis marcadores de sobrecarga renal). Esta conclusão é válida quer para atletas [61], quer para adultos jovens e não treinados [62, 63], quer para adultos maduros treinados [64], quer até para diabéticos de tipo 2 [65] ou para doentes renais sujeitos a hemodiálise, seguindo um protocolo de 2 gramas diárias [66].

É importante, no entanto, alertar que o consumo crónico e/ou usando “megadosagens” pode, embora com incidência marginal em alguns consumidores, ter a capacidade potencial de produzir algum tipo de dano renal. Além disso, e sobretudo numa perspectiva de acautelar eventuais problemas, a Creatina não deve ser utilizada em indivíduos portadores de doença/risco de disfunção renal, tais como diabéticos, hipertensos dependentes de terapia medicamentosa anti-hipertensiva ou todos aqueles portadores de reduzida taxa de filtração glomerular.

Nesse sentido, os atletas que possuam uma ou mais das patologias ou factores de risco enunciados deverão, antes de iniciarem qualquer protocolo de toma de Creatina (em rigor, qualquer suplemento nutricional) consultar o seu médico [67]. No que respeita ao risco de provocar ou agravar patologias hepáticas pré-existentes, este é, na prática, nulo, porquanto não foi traçada qualquer associação entre problemas hepáticos e a suplementação com creatina [68-71]. Outra consequência (de fácil reversibilidade) prende-se com a possível supressão da síntese endógena de Creatina, que sucede sempre que o organismo a obtém por outra via (suplementação), numa lógica de poupança energética e de recursos nutricionais macro e micro. Os estudos que analisaram a problemática concluíram que, não obstante tal resposta “suspensiva” suceder automaticamente, a situação é rápida e facilmente revertida, uma vez suspensa a suplementação, recuperando-se sem quaisquer consequências os níveis ficológicos normais. Efectivamente, a literatura defende que, após um período de suspensão da toma de qualquer protocolo de Creatina, os seus níveis de concentração muscular, assim como de fosfocreatina, retornam ao valor pré-suplementação no decurso de 4 semanas. [62, 72]. Importa realçar que a ausência de quaisquer evidências que comprometam a segurança e a saúde do consumidor de Creatina é razão suficiente para que a “Entidade Mundial Anti-dopagem” não a considere como “substância dopante”, não constando, por isso, da lista de substâncias proibidas ou controladas



## **II. Enquadramento teórico**

---

### **Capítulo III**

O treino intermitente no CrossFit e na Musculação:  
esforços submáximos, máximos e supramáximos



## O treino intermitente no CrossFit e Musculação: esforços submáximos, máximos e supramáximos

Há um vasto conjunto de modalidades desportivas em que os esforços intensos, mas de curta duração, são predominantes, podendo estes intercalar com períodos de menor intensidade. É o designado “treino intermitente”. O CrossFit e a Musculação são, neste contexto, dois exemplos paradigmáticos de modalidades que se encaixam neste padrão de treino. Nestes casos, o atleta desenvolve um esforço máximo (entre 2-10min) ou supramáximo (<2min) a intensidades próximas ou superiores ao consumo máximo de oxigénio –  $VO_{2máx}$ , respectivamente, intervalando com momentos de menor intensidade ou esforço submáximo [73, 74]. A análise das variáveis inerentes ao treino intermitente, tais como o número e a duração de repetições ou séries, a duração ou o tipo dos intervalos de recuperação, e o mecanismo operado nas decorrentes respostas de  $VO_2$ , de concentração de lactato sérico e tempo de exercício, são aspectos de fulcral interesse para a generalidade de atletas e técnicos de desportos de endurance como a canoagem, o remo, o BTT, desportos de combate, a natação, o CrossFit ou a Musculação.

Há um conjunto de factores limitantes (mecanismos fisiológicos de natureza bioquímica) que impedem que o empreendimento de um esforço máximo ou supramáximo se prolongue, com a mesma intensidade, para além dos intervalos de tempo supra referidos. Genericamente (essa dinâmica aparecerá explanada com outro grau de detalhe no decorrer deste trabalho), tal é devido, em substancial parte, à crescente acumulação de lactato sérico que evolui em razão directa à duração desse tipo de esforços, acabando por promover uma acidificação do meio circundante, que, em última instância, culminará com a incontornável necessidade de parar ou, na melhor das hipóteses, de abrandar a intensidade de esforço exercido [75-79]. No sentido de mitigar as consequências negativas sobre a performance, decorrentes de tal aumento da concentração dos níveis de lactato sérico, a ciência sugere algumas estratégias. Uma, em particular, afigura-se, para esse efeito, especialmente

promissora: a incorporação, no plano nutricional do atleta, do suplemento Beta-alanina.



## **II. Enquadramento teórico**

---

### Capítulo IV

A Beta-alanina



#### 4.1. A Beta-alanina: introdução

A Beta-alanina é um aminoácido não essencial que deriva do aminoácido alanina e que, uma vez ligado ao aminoácido histidina, forma o dipeptídeo Carnosina. A Carnosina (beta-alanil-L-histidina) é um dipeptídeo que se encontra, em concentrações relativamente elevadas, no músculo-esquelético (5-10 mmol/kg) [80, 81]. Está também presente em células do sistema nervoso central, embora se encontre em muito maior quantidade no músculo-esquelético, particularmente nas fibras musculares rápidas (tipo II), e, em menor quantidade, nas fibras musculares lentas (tipo I). A título de exemplo, no músculo vasto lateral humano os seus níveis variam de 10,5 mmol por kg de músculo, nas fibras de tipo I, a 23,2 nas fibras de tipo II [82]. É endogenamente sintetizada a partir da Beta-alanina (percursor limitante da sua síntese) e da L-histidina, contribuindo com de 8 a 15% da nossa capacidade de tamponamento dos iões de hidrogénio (ou hidrogeniões H<sup>+</sup>), subproduto resultante da acumulação de lactato ocorrida na presença de actividade física intensa [75, 83]. Sendo a sua síntese lenta, podendo demorar várias semanas a acumular-se no músculo, poder-se-á recorrer à suplementação com Beta-alanina, sempre que se vise a aceleração do processo [75, 79]. A percebida melhoria da performance desportiva subsequente à ingestão de Beta-alanina indicia que esta terá um elevado potencial quanto ao contributo no processo de tamponamento do pH intracelular, mitigando a sua acidificação mediante um incremento na concentração de Carnosina muscular [81, 84, 85]. A homeostase do pH é obtida pela transferência activa e passiva de H<sup>+</sup> das células musculares para o interstício envolvente, por via da utilização de “tampões” físico-químicos, que trabalham para garantir a manutenção do pH em intervalos adequados ao bom funcionamento das actividades enzimáticas, moderando os efeitos da acidose em meio intra e extracelular. Os referidos “tampões” incluem a Carnosina muscular, que assume uma acção de tamponamento imediato, dada a sua localização intracelular, bem como o bicarbonato sanguíneo, com presença extracelular [84, 86]. Considerando que o músculo-esquelético não detém a capacidade de sintetizar, *per si*, nenhum dos precursores da Carnosina (histidina e Beta-alanina), e tendo em conta que a histidina é um aminoácido essencial e a Beta-alanina tem sua

síntese endógena restrita aos hepatócitos, a sua síntese assume-se integralmente dependente da captação desses aminoácidos pelas células musculares [80, 87]. Uma vez que a histidina existe, em quantidades substanciais, na corrente sanguínea, a sua suplementação não se consagra como necessária. No entanto, o mesmo não sucede com a Beta-alanina, já que a sua produção se restringe, como acima referido, ao fígado, justificando-se, então, a sua suplementação exógena, sempre que se pretenda o aumento dos níveis de Carnosina muscular [76].

## 4.2. Carnosina e a performance físico-atlética

O papel da Carnosina no metabolismo do músculo-esquelético e no desempenho contráctil tem sido alvo de um crescente interesse no âmbito da fisiologia do exercício, porquanto se encontra estabelecido um nexo de causalidade entre a sua abundância e uma melhoria substancial na performance [79, 88, 89].

A prática de exercício físico de alta intensidade induz a uma relevante acumulação de metabolitos glicolíticos, consequência directa da existência de períodos de limitada disponibilidade de oxigénio nas células recrutadas, levando a que, inevitavelmente, a intensidade do esforço tenha que diminuir. [85, 90].

O organismo produz energia recorrendo a três sistemas: ATP-CP ou sistema Anaeróbio Aláctico, Glicólise anaeróbia ou Sistema Anaeróbio Láctico, e Sistema Aeróbio ou Oxidativo [91]. No processo de produção de ATP são gerados alguns subprodutos, conhecidos como resíduos metabólicos. Um desses subprodutos é o lactato. No corpo, durante o esforço físico de alta intensidade e curta duração (conforme sistematizado abaixo), o piruvato resultante do processo de glicólise é degradado em lactato. Quanto maior a dependência dos sistemas de energia ATP-CP e anaeróbio láctico, enquanto principal sistema de fornecimento de energia, como acontece primordialmente nos esforços de alta intensidade e de curta duração, maior será a produção de lactato e, decorrentemente, de H<sup>+</sup>, levando a uma gradual acidificação do pH

intramuscular, diminuindo a amplitude electromiográfica, ou seja, comprometendo a capacidade de manter o esforço à mesma intensidade [92].

Os potenciais factores limitantes resultantes dessa acidificação do meio que compromete a contração muscular e, em última instância, a performance, decorrem da competição entre os iões de hidrogénio e os iões de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), da inibição da acção das enzimas glicolíticas e da capacidade de recarga dos depósitos de fosfocreatina [93]. Ressalvando que não se assume enquanto principal causa, é um facto que essa acidificação do pH tem efeitos prejudiciais ao nível do desempenho físico de alta intensidade, antecipando o aparecimento da fadiga muscular e comprometendo a performance [94, 95]. Embora os mecanismos específicos das acções que se operam ao nível celular, bem como os decorrentes benefícios no âmbito da performance que daí decorrem, permaneçam ainda pouco claros, elevados níveis de Carnosina estão intrinsecamente ligados a várias funções celulares adicionais, das quais se destacam a regulação da sensibilidade ao  $\text{Ca}^{2+}$ ; a protecção de glicosilação de proteínas, agindo como um péptido que, em parte, as substitui, preservando-as; a inibição da criação de cadeias de proteína de vários polímeros; a eliminação de radicais livres por actuação como um antioxidante. [96, 97].

### 4.3. Suplementar com Beta-alanina – quem e porquê

A suplementação com Beta-alanina, no âmbito da procura da potenciação da performance físico-desportiva, tem sido alvo de um crescente interesse por parte de atletas das mais diversas modalidades, tais como remo [98, 99]; ciclismo [100-102], natação [103], corrida [104] ou treino de força-resistência [105, 106].

Se é um facto que, no campo teórico, as potencialidades da Beta-alanina estão tão descritas quanto plenamente demonstradas, o mesmo não sucede no plano experimental/prático. Com efeito, somos invariavelmente confrontados com um considerável desfasamento entre as conclusões extraídas de sofismas científicos e as verificadas no plano prático, mormente no que concerne à operacionalização de estudos de intervenção e/ou ensaios clínicos. Não é assim tão raro, pois, por variadíssimas ordens de razão, constatar que ao potencial

ergogénico de uma determinada substância, determinado por projecções ou análises exclusivamente teóricas, não corresponde qualquer melhoria de rendimento efectiva, ou, ainda que tal se verifique, os efeitos positivos são, na prática, tão residuais que se tornam absolutamente desprezíveis.

Importa, pois, e com o intuito de anular quaisquer dúvidas, incertezas ou ambiguidades que possam ensombrar o conhecimento do mecanismo de acção de quaisquer substâncias ergogénicas, proceder a intervenções/ensaios de carácter tão rigoroso e aprofundado que qualquer dúvida se torne, essa sim, absolutamente residual, dotando os resultados de um grau de certeza que terá que se aproximar dos 100%. No que à Beta-alanina respeita, e considerada a projecção de que a substância goza, em particular nos últimos 5 anos, foram realizados inúmeros estudos de intervenção que visaram demonstrar, para lá de qualquer dúvida razoável, o enorme potencial da substância, enquanto coadjuvante ergogénico nas actividades desportivas de alto rendimento não era apenas uma mera hipótese académica. No entanto, e como adiante se demonstrará, tais pretensos efeitos benéficos no desempenho físico enfermam de um conjunto de inconsistências entre o potencial que a teoria preconiza como adquirido e o que de facto se demonstra no campo prático, perdendo a força consensual de que parecia estar revestida. Com efeito, é razoavelmente abundante a literatura (embora, reconheça-se, em número mais reduzido) que refuta os benefícios práticos que, em tese, parecem ser tão evidentes quanto insofismáveis.

Uma vez que está consensualmente estabelecido, insofismavelmente suportado por todos os dados científicos recolhidos, decorrentes dos inúmeros estudos e ensaios clínicos implementados, que a um aumento dos níveis de Carnosina muscular corresponde proporcional (embora limitado) incremento de resistência muscular (e, naturalmente, da performance física), a suplementação com Beta-alanina tornou-se, nos últimos anos, relativamente comum entre atletas das mais variadas valências desportivas. Embora não esteja, ainda, totalmente dissecado o seu mecanismo de acção, é um dado transversal a todos os estudos desenvolvidos, e por isso revestindo-se de amplo consenso entre os investigadores, que, em sinergia com o aminoácido histidina, a Beta-alanina evidencia possuir, no campo teórico, a aptidão de elevar o conteúdo de

Carnosina no músculo-esquelético, suscitando, por essa via, um aumento da faculdade de tamponamento do H<sup>+</sup>, aumentando o pH muscular (controlando a acidificação do meio) e, por conseguinte, atrasar o processo de instalação de fadiga muscular [76, 81].

Níveis elevados de Carnosina muscular estão, assim, associados a uma melhoria do desempenho físico-desportivo, sobretudo no que concerne a esforços de curta duração mas de alta intensidade, onde também se incluem, naturalmente, exercícios de contracção muscular máxima [81, 107, 108]. Não são observadas, no entanto, quaisquer consequências positivas no plano da força muscular [105]. Sendo a Beta-alanina um precursor da Carnosina, e pelas razões acima elencadas, é fácil perceber a relevância da sua suplementação, sempre que em causa esteja a prossecução da melhoria da performance desportiva em esforços intensos e de curta duração.

É expectável, à luz da literatura disponível, esperar benefícios em variáveis como o limiar ventilatório, o consumo máximo de oxigénio (VO<sub>2máx</sub>) ou o atraso na percepção da fadiga, das quais decorrerão, inevitavelmente, efeitos positivos na performance [108]. Está demonstrado que a suplementação com Beta-alanina na ordem dos 4 a 6 g por dia, durante várias semanas, aumenta a concentração de Carnosina muscular em 20 a 30% após duas semanas; de 40 a 60% após 4 semanas; e até 80% na décima semana [81, 109]. Não há, no presente, dados fiáveis que indiquem, findo o período de suplementação com Beta-alanina, o momento em que se verifica o “esvaziamento” de Carnosina muscular a níveis pré-suplementação, desconhecendo-se, assim, por quanto tempo se prolongam os efeitos decorrentes da toma do suplemento. Não obstante tais evidências, nem todos os trabalhos (em concreto, as suas conclusões) convergem no sentido de atribuir à suplementação com a substância um potencial inquestionavelmente positivo na performance físico-desportiva, embora tal possa decorrer de às múltiplas especificidades dos testes físicos adoptados, designadamente no que concerne ao seu tipo e duração [110].

Efectivamente, na meta-análise desenvolvida por Hobson, este encontrou evidências suficientemente substantivas de que, apesar de se comprovar um aumento generalizado das capacidades físicas dos atletas sujeitos aos vários protocolos de toma de Beta-alanina, tal não se materializou num aumento

mensurável da performance física, embora reconheça que os estudos que se socorrem de medições do desempenho físico sejam, marcadamente, em menor número. Independentemente desta ressalva, a verdade é que, segundo Hobson, a tendência é bem clara, não permitindo desvios suficientemente sólidos para refutar o que parece ser um revés para todos aqueles que, ao longo dos anos e da assunção da defesa de sucessivas teses, apontavam para uma incontornável correlação entre a Carnosina e a performance. Mas será assim tão linear? Estará, à luz do preconizado pela meta-análise de Hobson, derrubado o “mito” da Beta-alanina, e dos seu enorme potencial enquanto suplemento ergogénico no âmbito da actividade físico-desportiva? Não necessariamente, ou, segundo alguns estudos ainda mais recentes, não, de todo.

#### 4.4. Beta-alanina em esforços predominantemente anaeróbios (<240 segundos)

Como já foi referido, o principal mecanismo de alteração ou adaptação fisiológica associado à suplementação com Beta-alanina prende-se com a capacidade de esta substância promover um aumento da capacidade de “tamponar” a acidificação do meio celular em ocorrida como resposta a um determinado esforço físico. Foi, assim, teorizado que a Beta-alanina, enquanto suplemento ergogénico, teria o potencial de melhorar o desempenho físico em actividades primordialmente dependentes do metabolismo anaeróbio láctico (>20 seg<240 seg). No entanto, hoje é comumente aceite, na comunidade académica, que, em esforços físicos de duração inferior a 60 segundos, o aumento da acidificação muscular não é o principal factor limitante da performance – embora exerça uma inexorável influência limitativa da performance, porquanto a produção de ATP, nesse intervalo de tempo, não depende integralmente do metabolismo glicolítico (ou anaeróbio láctico), mas sobretudo da utilização das reservas de fosfocreatina muscular (ou anaeróbio aláctico) [34, 60, 111]. Assim, a quantidade de lactato gerada (subproduto da utilização do sistema anaeróbio láctico) não atinge concentrações séricas



suficientes para tornar o meio tão ácido ao ponto de comprometer a manutenção o esforço físico, pelo menos até ultrapassar a barreira dos 60 segundos. E se o meio não está excepcionalmente ácido, não terá grande sentido a adopção de estratégias que visam o tamponamento dessa castradora acidificação, designadamente através do aumento dos índices de carnosina muscular [110]. A mesma conclusão é defendida por Bogdanis et al. [111], que defendem ainda que uma redução do pH muscular, por via do aumento das reservas de carnosina muscular, não demonstrou afectar o desempenho numa série de 30 segundos, sugerindo que a um aumento da resistência à acidificação do meio não corresponde qualquer efeito na performance física (num esforço de 30 segundos, ressalve-se).

Efectivamente, uma imensa parte da literatura disponível corrobora esta constatação, no que a esforços de duração reduzida (< 60 segundos) concerne [112, 113]. Em clara “contra-corrente”, Van Thienen et al. [83] são dos poucos autores que, para este tipo de esforços de curta duração, e especificamente em sprints de ciclismo, reportam benefícios no desempenho físico após a ingestão de Beta-alanina por um período de 8 semanas, registando-se um assinalável incremento do output de potência de pedalada na ordem dos 11,4%. No entanto, importa esclarecer que essa intervenção foi aplicada num contexto muito específico, concretamente em sprints ocorridos numa fase final da prova (após os 110 minutos de prova), ou seja, quando o sistema energético em utilização já não depende das reservas de fosfocreatina, mas da sua síntese através quer do metabolismo anaeróbio láctico, quer do aeróbio ou oxidativo. Conclui-se que, e no seguimento do acima já explanado, a um aumento das concentrações de Carnosina no músculo não corresponde necessariamente um incremento dos índices de performance física. Efectivamente, os estudos disponíveis postulam, transversal e (quase) unanimemente, que os benefícios decorrentes da ingestão de Beta-alanina, nos limites quantitativos e temporais (<60 segundos) dos protocolos aludidos, indiciam possuir um carácter nulo ou meramente residual, não estando, no entanto, revestidos de solidez suficiente para se imporem enquanto dado estatística e irrefutavelmente válido.

Complementarmente, tem sido amplamente sugerido que a Beta-alanina é potencialmente mais benéfica quando utilizada em actividades físicas cuja

duração se encontra, genericamente, entre os 60 e os 240 segundos, intervalo em que a performance é altamente limitada pela acumulação de hidrogénios (H<sup>+</sup>) e pela decorrente acidificação muscular.

Hill et al. [81] investigaram o efeito da Beta-alanina em testes de capacidade supramáxima (a 110% do VO<sub>2</sub>máx determinado – valor a partir do qual se induz uma acumulação máxima de H<sup>+</sup>). Segundo Saunders et al. [114] este tipo de protocolo de exercício, especificamente, é o que se reveste de maior fiabilidade para se perceber a partir de que momento se regista a maior acumulação de H<sup>+</sup> e a maior diminuição de pH (acidificação). Hill et al. concluíram então que, através da aplicação desta metodologia de treino em conjugação com a toma de Beta-alanina durante 4 semanas, a capacidade total de trabalho aumentou 13%, enquanto os níveis de concentração de Carnosina muscular registaram um incremento de 58,8%. Quando a suplementação foi prolongada até às 10 semanas, a capacidade total de trabalho subiu 16,2% e os níveis de concentração de Carnosina muscular cresceram 80,1%.

Sale et al. [115] confirmaram estes dados, e acrescentou que os mesmos podem ainda ser potenciados mediante a adição de bicarbonato de sódio, ele próprio reconhecidamente possuidor de capacidades de controlo da acidificação do músculo em contexto de esforço intenso. Hobson et al. [110] defendem, na sua meta-análise, que a capacidade de exercício desenvolvido neste intervalo de tempo era provavelmente influenciável, positivamente, pelo aumento da capacidade de tamponamento da acidificação muscular em ocorrida em contexto de esforço intenso, embora nem todos os autores o subscrevam, tais como Bellinger et al. [116], Jagim et al. [117] ou Smith-Ryan et al. [118].

#### 4.5. Beta-alanina em esforços eminentemente aeróbios (>240 segundos)

À medida que determinado esforço físico constante se aproxima (e ultrapassa) do limiar dos 240 segundos (4 minutos), a necessária síntese de ATP para a produção de energia torna-se crescente e progressivamente dependente

do metabolismo aeróbio, em detrimento daquele que é predominantemente solicitado em esforços de duração inferior (metabolismo anaeróbio láctico ou aláctico). É a partir desse pressuposto que inúmeros investigadores consideram que a suplementação com Beta-alanina não opera quaisquer vantagens em exercícios de esforço consecutivo prolongado, ou seja, acima dos 240 segundos. Não obstante, e como já tem sido constatado, tal conclusão, sendo substancial e maioritariamente corroborada, não assume força de consenso, longe disso. Mas vamos por partes...

Encontramos, na literatura disponível, uma enorme panóplia de estudos e intervenções recentes, cujo denominador comum é o estudo dos efeitos da ingestão da Beta-alanina em esforços (ininterruptos) de média e longa duração, ou seja, superiores a 240 segundos (4 minutos). De entre esses, destacam-se aqueles compostos por séries de 2000 m de remo indoor (ergómetro), cuja duração cai no intervalo de 6 a 7 minutos, com uma utilização de energia gerada, maioritariamente, a partir do sistema energético glicolítico [119].

Assim, e no que concerne a esforços remo *indoor*, Baguet et al. [88] conduziram um estudo com 18 atletas de elite, monitorizando o seu desempenho nos 2000m após suplementação com Beta-alanina durante 7 semanas, concluindo haver uma correlação entre a velocidade desenvolvida e o aumento dos níveis de Carnosina muscular (decorrentes do protocolo de suplementação adoptado).

Também Ducker et al. [98], num estudo de características semelhantes e, obviamente, no contexto da mesma modalidade desportiva, estabeleceram a mesma causalidade, corroborando as conclusões de Baguet et al. Ressalve-se que, não obstante o carácter relativamente consistente dos resultados observados em ambos os estudos, a sua significância estatística não encerra força vinculativa ou, naturalmente, definitiva, já que ficaram aquém dos 0,05 instituídos como valor mínimo enquanto dados de relevância científica ( $P = 0,07$  e  $P = 0,06$ , respectivamente). De todas as formas, e considerada a reduzida margem de erro obtida, torna-se óbvio que os resultados dos estudos gozam da solidez suficiente para poderem ser citados e para poderem figurar na literatura enquanto trabalhos de referência no âmbito da literatura específica para o tema. Em consonância com as conclusões postuladas pelos supracitados trabalhos,

Hobson et al. encontraram evidências claras no que respeita à capacidade ergogénica da Beta-alanina, porquanto a mesma parece deter características promotoras de um *boost* no desempenho físico (uma vez mais, limitado especificamente ao remo *indoor*).

Num estudo conduzido por Chung et al. [101], uma amostra de 27 atletas avançados das modalidades de triatlo e ciclismo foi sujeita a um protocolo de suplementação de 6,4 g diárias de Beta-alanina ou de um placebo durante 6 semanas. A intervenção preconizava a realização de uma hora de exercício de alta intensidade em bicicleta, e visava perceber, em primeira instância, se a suplementação com Beta-alanina influenciava positivamente os níveis de Carnosina muscular, e, caso tal premissa se comprovasse, se daí decorreriam quaisquer benefícios do ponto de vista do aumento da performance atlética. Para o efeito, proceder-se-ia quer a uma análise do seu desempenho físico, quer à medição de várias variáveis fisiológicas nos períodos pré e pós suplementação, entre as quais a concentração de Carnosina muscular. Findo o período de intervenção, os investigadores observaram que o grupo suplementado com Beta-alanina registou um efeito agudo nos índices de concentração média de Carnosina muscular (dobrou o valor inicialmente registado) e, em consequência, observaram um moderado efeito mitigador da acidose associada à acumulação de lactato. Não obstante, não se encontraram quaisquer alterações/benefícios no que concerne à performance física em condições de teste laboratorial, ao contrário do que a teoria impunha como consequência inexorável.

Em sentido oposto, Howe et al. [100] propuseram-se confirmar os efeitos teoricamente promissores da suplementação com Beta-alanina na performance de ciclistas de elite, num estudo de intervenção randomizado e duplo cego. Para a prossecução desse desiderato, reuniram uma amostra de 16 ciclistas altamente treinados e sujeitaram-nos, durante 4 semanas, a um protocolo de suplementação com 8,65 mgs de Beta-alanina/kg de peso corporal ou a um placebo, composto exclusivamente por um hidrato de carbono simples (dextrose monohidratada, especificamente). Registaram os valores pré e pós suplementação obtidos através de um teste de ciclismo de máxima intensidade de 4 minutos, designadamente medindo a potência média debitada, sujeitando-os, concomitantemente, a 30 contracções isocinéticas de joelho máximas e

recíprocas a uma velocidade angular fixa para medir a potência média por repetição, trabalho total realizado e índice de percepção de fadiga. Foram igualmente monitorizados o pH sanguíneo e a concentração de lactato e bicarbonato séricos, nos momentos antecedentes e procedentes ao estudo (e à suplementação com a substância). Embora os resultados enfermem de insignificância estatística ( $p=0,25$ ), os investigadores observaram que o grupo experimental evidenciou uma maior produção de potência média na sessão de 4 minutos do protocolo de treino em bicicleta em esforço de intensidade máxima, quando comparado com o grupo de controlo. Adicionalmente, no outro parâmetro medido (30 contrações isocinéticas) a média de potência por repetição registada foi significativamente aumentada no grupo suplementado com Beta-alanina, em comparação com o grupo que recebeu o placebo (Beta-alanina:  $6,8 \pm 9,9$  W, placebo:  $-4,3 \pm 9,5$  W,  $p = 0,04$ ) e o índice de percepção de fadiga foi significativamente reduzido no primeiro grupo ( $p = 0,03$ , para um Não foram, apesar disso, confirmadas quaisquer alterações nos registos medidos de pH sanguíneo e concentração de lactato e bicarbonato séricos entre os 2 grupos. Concluíram, então, e em absoluta e óbvia contradição com os resultados postulados por Chung et al. [101], que em 4 semanas de suplementação com Beta-alanina à razão de 8,65 mgs/kg de peso corporal se operaram mudanças de valor quer no desempenho físico de curta duração e de intensidade máxima, quer na produção de força muscular em ciclistas altamente treinados.

As mesmas evidências que realçam o potencial ergogénico da Beta-alanina foram confirmadas por uma intervenção implementada por Ducker et al. [104]. O objetivo deste estudo foi avaliar se a suplementação com Beta-alanina detinha a capacidade de promover positivamente o desempenho de 18 atletas amadores (sexo masculino) numa corrida de 800m em pista. Os participantes foram distribuídos por 2 grupos, sujeitando-se a dois ensaios cada grupo, separados 28 dias entre si: um no período de pré-suplementação e outro no período de pós-suplementação. Entre o primeiro e o segundo ensaios, os grupos receberam ou 80mgs/kg de peso corporal de Beta-alanina, ou um placebo. Os investigadores observaram ( $p=0,02$ ) que os tempos registados aos 800 metros, no segundo ensaio, foram substancialmente mais baixos nos grupos suplementados com Beta-alanina, quando comparados aos registados no

mesmo grupo mas no primeiro ensaio ( $-3.64 \pm 2.70$  s,  $-2.46 \pm 1.80\%$ ). No grupo placebo, não se observaram quaisquer disparidades significativas entre o primeiro e o segundo ensaios ( $-0.59 \pm 2.54$  s,  $-0.37 \pm 1.62\%$ ), concluindo, subsequentemente, que 28 dias de suplementação com Beta-alanina à razão de 80mg/kg de peso corporal melhoraram estatística e substancialmente a performance na corrida de 800 metros. No entanto, não foi registada qualquer diferença significativa entre os valores de lactato sérico e de pH sanguíneo dos grupos pré e pós-suplementação, o que se consubstancia, uma vez mais, e tal como já tinha sucedido com Howe et al. [100], como uma séria contradição face às conclusões emanadas da intervenção de Chung et al. [101].

Também Harris & Stellingwerff [120] concluíram que a elevação dos níveis de concentração de Carnosina muscular, por via da suplementação com Beta-alanina, tem um efeito direto positivo na performance física em vários desportos, tais como remo, ciclismo, natação entre inúmeros outros.

Por outro lado, Gross et al. [121] demonstraram que, não obstante não terem detectado qualquer benefício no que respeita ao tamponamento do pH muscular, em contexto de stress físico, um aumento dos níveis de Carnosina muscular, decorrentes da suplementação com Beta-alanina, influenciaram positivamente o metabolismo em situação de esforço, assim como melhoraram todos os parâmetros fisiológicos durante períodos de treino intenso.

O mesmo asseguram Hobson et al. [99], e Caruso et al. [77], que, admitindo alguma ambiguidade nas conclusões a que chegaram, defendem a implementação de um maior número e mais complexos estudos, no sentido de aferir dos potenciais benefícios da suplementação com Beta-alanina, assim como de determinar a dose óptima para que tais efeitos possam, efectivamente, ocorrer. Refere ainda que o único efeito secundário conhecido decorrente da toma de Beta-alanina é a parestesia ligeira a moderada (e relativamente inócua), sugerindo, consequentemente, alguma prudência na sua ingestão.

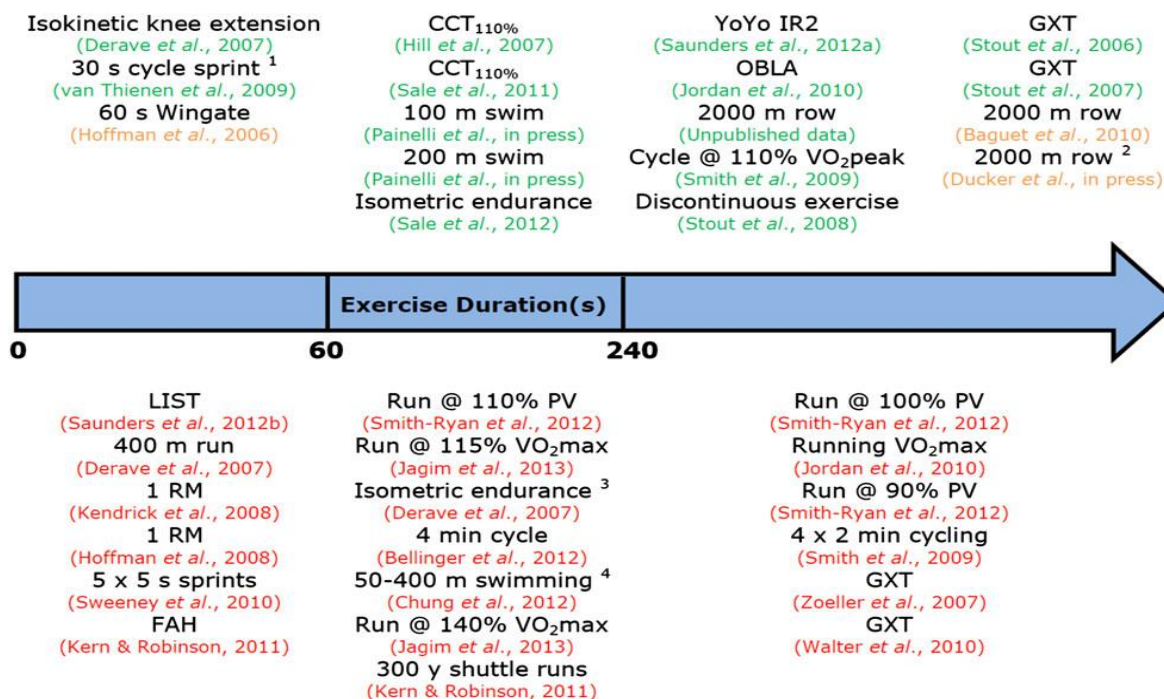
Ghiasvand et al. [122] sugerem que a Beta-alanina tem um efeito positivo em actividades de endurance por via da redução da acidificação muscular em situações de treino intenso, moderando a produção de lactato, e promovendo, dessa forma, um atraso na instalação de fadiga como resposta fisiológica ao

esforço, conforme, aliás, o preconizado pela descrição dos mecanismos de acção e dos proto-benefícios da própria substância.

Mais recentemente, Hoffman et al. [123] analisaram os efeitos que a toma de Beta-alanina surte na concentração muscular de Carnosina, e estabeleceram uma correlação entre este nível e a capacidade física em contexto de exercícios militares, concluindo que há uma relação directa entre a toma de Beta-alanina e um aumento de Carnosina muscular, o que acaba por influenciar positivamente o desempenho militar (no estudo desenvolvido) quer no âmbito físico, quer cognitivo, no cumprimento dos supracitados exercícios.

À mesma conclusão chegaram Invernizzi et al. [124], determinando efeitos positivos quer na percepção da fadiga, no momento da prática de exercício, quer ainda na mitigação da dor muscular, resultando dos processos inflamatórios desencadeados para facilitar a recuperação, nas 24h posteriores ao esforço.





## Footnotes

1. The 30 s cycle sprint followed 5 min after a 10 min time trial which itself followed immediately after a 110 min simulated cycle race.
2. As discussed in the text, comparison of treatment groups with Students t-test for unpaired means showed a significant effect of  $\beta$ -alanine supplementation ( $P=0.034$ ).
3. Isometric exercise was claimed to have been performed at 45% MVIC but with pre-supplementation endurance times of  $173\pm55$  s and  $201\pm48$  s the recalculates MVIC is circa 25-30%, at which level little or no occlusion of blood flow will occur (Ahlborg *et al.*, 1972).
4. Analysis was carried out on combined results from athletes habitually training over different distances, which may have affected the statistical outcome.

**Fig. 1 [87]** Esquema que compila alguns dos mais recentes estudos desenvolvidos no âmbito dos efeitos da suplementação de Beta-alanina em esforços de diferentes durações, utilizando os mais variados protocolos de treino/monitorização. As referências que surgem destacadas a vermelho dizem respeito às intervenções/publicações cujas conclusões não atribuem quaisquer efeitos benéficos à ingestão de Beta-alanina, ou que encerram conclusões insuficientes/ambíguas, no contexto do incremento da performance; pelo contrário, as referências destacadas a verde remetem para as intervenções/estudos cujos resultados corroboram os benefícios projectados pelas várias teses vigentes.

#### 4.6. Beta-alanina e o treino intermitente de alta intensidade (séries)

Na literatura presentemente disponível, encontram-se, não raras vezes, muitos autores que se têm debruçado sobre um tipo de treino muito específico, nomeadamente aquele que concilia esforços de várias intensidades e duração



(e que serve como coadjuvante de inúmeras modalidades desportivas), designado por “treino intermitente” ou por séries. Efectivamente, num contexto de inusitada solicitação física, como o que actualmente se vive, e em que cada milésimo de segundo conta, literalmente, o número de atletas e treinadores que procuram potenciar ao máximo o seu desempenho físico ou dos seus atletas cresce exponencialmente, à medida que a concorrência directa se reforça e cresce em número e/ou melhora no desempenho.

Uma das estratégias seguidas (cada vez mais comum) com vista à prossecução do máximo potencial desportivo é a periodização dos treinos, através da elaboração/sistematização de um plano de acção, abrangendo desde a unidade de tempo mais alargada (macrociclos anuais/época desportiva), até à mais reduzida (microciclos semanais ou, mesmo, diários). No entanto, este tipo de gestão físico-desportiva será tanto mais efectiva e consequente, quanto maior respaldo técnico-científico merecer, não devendo ser implementado de forma avulsa, com base em critérios ou premissas meramente arbitrários e empíricos, por mais lógica que estes pareçam encerrar, sob pena de se revelar sofrível ou, mesmo, subversivo. Neste âmbito, o potencial da Beta-alanina, enquanto elemento nutricional complementar a uma alimentação funcional e desportivamente equilibrada, pode assumir especial interesse e relevância, porquanto parece operar, pelo menos em tese, interessantes benefícios, designadamente no que concerne à facilitação ou aceleração da recuperação intra-treino e/ou inter-treinos.

Mas será que este suplemento, sendo dourado e reluzindo, é verdadeiramente ouro, no que respeita aos efeitos suscitados neste tipo específico de esforços? Não necessariamente. Na verdade, aquilo que substancial parte da literatura disponível ventila não parece corroborar tão promissor potencial.

Após a aplicação de um protocolo de toma de Beta-alanina, Jagim et al. [117] não encontraram quaisquer alterações ao nível do pH muscular no pós exercício, nem observaram qualquer influência positiva na performance física em esforços supramáximos. Também Saunders et al. [125] não confirmaram qualquer efeito mitigador da elevação do lactato sanguíneo durante esforço físico de alta intensidade (protocolo de exercício intermitente – sprints), nem qualquer

benefício do ponto de vista da capacidade física, enquanto Bex et al. [89] apontaram apenas indícios de que a suplementação com Beta-alanina tem uma influência muito limitada na performance.

Já Carpentier et al. [126] concluíram que, após dois meses de suplementação com Beta-alanina, foram apenas registados insipientes benefícios no que concerne à força explosiva, especificamente em movimentos de salto consecutivos.

Cochran et al. [127] não estabeleceram qualquer correlação entre a suplementação durante seis semanas com Beta-alanina e qualquer melhoria no processo de adaptação muscular e, decorrentemente, na performance.

A igual conclusão chegaram também Sweeney et al. [85], não tendo encontrado qualquer benefício num protocolo de treino constituído por ciclos de duas séries de cinquenta e cinco segundos de *sprints*, intervaladas com 45 segundos de descanso, quer no que respeita ao decréscimo de performance registado (associado à instalação de fadiga), quer nos valores de lactato medidos no final do exercício, assim como Derave et al., neste caso em séries de sprints de 400 metros com duração média de 51,3 segundos [128].

#### 4.7. Potenciais efeitos adversos na toma da Beta-alanina

Todos os dados disponíveis parecem atestar a segurança da ingestão da toma de Beta-alanina enquanto suplemento ergogénico. O principal efeito colateral não desejado reportado não é transversal ao conjunto dos seus consumidores, e prende-se, genericamente, com pontuais, transitórios, inócuos e facilmente reversíveis manifestações de parestesias ligeiras (sensações de frio, calor ou formigueiro cutâneo), em tomas de doses superiores a 800mgs, na sua versão original [80]. Tais manifestações desaparecem, regra geral, entre 60 a 90 minutos após a sua toma [129]. Até à presente data, não há qualquer evidência que indique existir qualquer consequência nociva decorrente da referida parestesia, a não ser a própria sensação em si, relativamente desconfortável, porém estéril no que concerne à integridade física e de saúde do consumidor. Os episódios de parestesia registados circunscrevem-se, tipicamente, a zonas do corpo muito específicas, nomeadamente a cara, o pescoço e as mãos.

Reiterando e reforçando que nem todos os indivíduos são propensos a desenvolver este efeito indesejado, o mesmo aparenta gozar de uma dependência da dose utilizada, havendo, por princípio, uma correlação entre a dose ingerida e a frequência e intensidade da parestesia percebida. Dados recentes sugerem que indivíduos asiáticos, particularmente aqueles do sexo masculino, são menos propensos a virem a desenvolver qualquer manifestação de parestesia, sendo esta mais pronunciada e mais frequente na população feminina da mesma ascendência [130]. Apesar de existirem múltiplas e diversas teses, a verdade é que, à luz do conhecimento actual, não é possível descrever-se, com o mínimo de consenso exigido, o mecanismo que está subjacente à arbitrariedade da manifestação de parestesia entre a população consumidora. Adicionalmente, ainda não foram recolhidos dados suficientes que permitam comprovar ou refutar a segurança da suplementação com Beta-alanina durante períodos mais longos (por exemplo, superiores a 1 ano). No entanto, e considerado a natureza não essencial deste composto (é produzido endogenamente, conforme o mecanismo atrás explanado), é pouco provável que a suplementação durante longos períodos de tempo venha a constituir qualquer

risco para a saúde. Estas manifestações podem, no entanto, ser substancialmente reduzidas, designadamente através da adopção de fórmulas de Beta-alanina de libertação gradual e controlada, evitando que se criem picos de concentração sérica tão pronunciados [131].

Outro efeito secundário (não percebido), potenciado pela toma de Beta-alanina, prende-se com a hipotética redução de concentração do aminoácido L-aurina no músculo-esquelético, uma vez que ambos partilham o mesmo transportador, sendo por isso concorrentes directos no processo de armazenamento pelo músculo. Desta forma, a toma de um tenderá (reforço, hipoteticamente) a inibir as concentrações musculares do outro [132]. Em modelos animais, este mecanismo de concorrência entre as duas substâncias reforça a sua potencial veracidade, registando-se, enquanto se mantem a ingestão de Beta-alanina, uma diminuição da concentração de L-aurina sérica em cerca de 50% [133]. Em sentido inverso, Harris et al. [80] sustentou que 4 semanas de suplementação com Beta-alanina, à razão de 10 a 40mg/kg de peso corporal, resultaram até num aumento das concentrações de L-aurina sérica, notando-se apenas uma insípida diminuição da sua concentração em ambiente muscular.

Resumindo, concluiu-se que, até ao presente momento, não foi reunida suficiente (e válida ou validada) informação no sentido de atestar o hipotético decréscimo das concentrações de L-aurina como efeito colateral e directo da ingestão de suplementação de Beta-alanina. Adicionalmente, e quando extrapolado para as características fisiológicas humanas, qualquer diminuição dos níveis de L-aurina, quer no ambiente muscular, quer no meio sérico, não parece estar acompanhada de qualquer consequência do ponto de vista fisiológico. Dessa forma, infere-se, de novo, a conclusão de que a suplementação com Beta-alanina será integralmente segura em indivíduos saudáveis e sempre que obedecendo aos intervalos de doses comumente prescritos/utilizados.

## **II. Enquadramento teórico**

### **Capítulo V**

Creatina e Beta-alanina: utilização concomitante



## Creatina e Beta-Alanina: utilização concomitante

Não há abundância de literatura que incida, exclusivamente, sobre a ingestão conjunta dos suplementos nutricionais “Beta-alanina” e “Creatina”, ao contrário do que sucede com ambas as substâncias, individualmente. Efectivamente, o efeito concomitante, decorrente de um protocolo de suplementação que as inclua, simultaneamente, não está suficientemente demonstrado, embora se consigam extrair evidências que apontam para uma melhoria do desempenho físico, designadamente em esforços de duração e intensidade muito específicas, como se demonstrará a seguir. Como já explanado antes, a suplementação com Creatina pode trazer benefícios no desempenho físico-desportivo, nomeadamente – e numa perspectiva generalizada - no que respeita a esforços de muito curta duração e alta intensidade (melhoria dos índices de produção de força, aumento da potência, encurtamento da recuperação intra e extra-treino), no aumento do volume muscular (mediante um aumento da retenção de água nas células musculares) e na conseqüente melhoria da composição corporal (menos gordura, mais massa muscular), desejado, por exemplo, nos desportos de carácter “plástico” (culturismo e modalidades análogas).

Por outro lado, também a utilização da Beta-alanina pode, embora numa perspectiva menos consensual, promover uma melhoria da performance física e capacidade atlética em esforços de média e longa duração, designadamente por via de uma redução da acidificação do meio muscular e do inerente atraso na instalação (ou percepção) de estados de fadiga, o que permitirá ao atleta (reforço: em tese), em circunstâncias muito específicas, treinar com mais intensidade e durante mais tempo, encurtando também os períodos de recuperação intra-treino. Perante isto, será expectável – pelo menos razoável - considerar que a utilização simultânea de Creatina e de Beta-alanina desencadeará um efeito positivo mais pronunciado, do ponto de vista da performance, do que a utilização das mesmas, separadamente, por via de uma acção sinérgica e complementar.

Hill et al. [134] investigaram essa potencial sinergia entre o efeito da toma conjunta de Creatina e Beta-alanina na performance em exercícios de alta

intensidade, concretamente comparando o trabalho total realizado a 110% da potência máxima pré-determinada num ergómetro sob o efeito de 4 protocolos de suplementação diferentes: 1) apenas Beta-alanina, a 4 g/dia, aumentando para 6,4 g na 4ª semana; 2) Beta-alanina (mesma dose) e Monohidrato de Creatina (20 g/dia) durante 4 semanas; 3) grupo placebo; 4) apenas Monohidrato de Creatina (20 g/dia). Os investigadores concluíram que, excepto no grupo placebo, em todos os outros grupos se observaram um aumento líquido na capacidade de trabalho total, sendo esta constatação mais pronunciada no grupo 2 (Creatina e Beta-alanina). Não obstante, os resultados não foram considerados conclusivos quanto à confirmação do potencial de, através de uma utilização conjunta, aumentar os índices de capacidade cardio-respiratória. Na verdade, o grande objectivo deste estudo era o de determinar os efeitos da suplementação com Creatina e Beta-alanina no pico de  $VO_{2máx}$ , nos níveis de lactato sérico, no limiar respiratório e no tempo até à exaustão, o que não se confirmou conclusivamente.

Também Hoffman et al. [135] estudaram o efeito conjunto das substâncias, na força, potência, composição corporal e função endócrina durante um programa de treino de 10 semanas aplicado a uma amostra de 33 indivíduos do sexo masculino praticantes de Futebol Americano, avaliando-se, a cada sessão de testes, a força, a potência, a resistência e a composição corporal. Paralelamente, e nos mesmos períodos em análise, foram colhidas amostras sanguíneas para determinar os níveis de testosterona total, cortisol, hormona de crescimento, IGF-1 e às proteínas de ligação às hormonas sexuais (SHBG), cuja acção determina intrínseca e directamente os níveis de testosterona livre, ou seja, aqueles que é biológica e metabolicamente activa. O estudo concluiu que a percentagem de massa corporal magra subiu no grupo simultaneamente suplementado com Creatina e Beta-alanina, e em contraponto com os grupos de Creatina ou Beta-alanina isoladamente, reduzindo, conseqüentemente, a percentagem de massa corporal gorda ( $p < 0,05$ ). No que respeita aos índices de força muscular, concluiu-se que quer a toma de Creatina isoladamente, quer a de Creatina e Beta-alanina operaram substanciais melhorias nos valores observados, embora tal tenha sido especialmente conclusivo no grupo suplementado apenas com Creatina. Nos índices de potência não se



observaram relevantes alterações em qualquer dos grupos constituintes do estudo. Também na resistência muscular e cardiovascular se encontraram benefícios da toma de ambas as substâncias, embora o mesmo se tenha verificado no grupo suplementado apenas com Creatina. No que respeita ao comportamento endócrino, constatou-se que, no que respeita à testosterona total, ao cortisol, ao rácio testosterona total/cortisol e à testosterona livre, a toma isolada de Creatina promoveu melhores respostas fisiológicas, com maiores valores de testosterona livre e total, enquanto se reduziram os valores do marcados de catabolismo muscular, ou seja, do cortisol e se mantinham inalterados os valores de SHBG. Nos outros parâmetros, designadamente Hormona de Crescimento e IGF-1, concluiu-se que nenhuma das substâncias surte especial efeito positivo ou, sequer, mitiga os registados efeitos negativos, embora as alterações tenham sido meramente marginais.



## **II. Enquadramento teórico**

---

### **Capítulo VI**

Prevalência de consumo:  
suplementação geral, Creatina e Beta-alanina



## Prevalência de consumo de suplementação (geral, Beta-alanina e Creatina)

Como reportado, da suplementação com Creatina, Beta-alanina ou de ambas, em simultâneo, poderão advir vantagens bastante substanciais para os atletas de diversos domínios desportivos, designadamente aqueles sujeitos a esforços de alta intensidade e de curta a média duração, dos quais se destaca, a título de exemplo, remadores, nadadores, atletas de velocidade, de salto em comprimento ou altura, de lançamento de peso, martelo ou dardo, halterofilistas, *powerlifters* ou culturistas. Mas terão estes efectiva consciência do potencial ergogénico decorrente do uso isolado ou sinérgico destas substâncias nutricionais naturais? E, ainda que (re)conheçam tal potencial, farão delas o devido e adequado uso? Subsistirão ainda os mitos que ensombravam, genericamente, toda e qualquer substância usada no advento da suplementação desportiva, algures entre os finais da década de 80 e inícios de 90 do século passado? Os atletas ou os seus treinadores saberão, justificadamente, por que razões utilizam ou não utilizam determinado suplemento nutricional? Conhecerão, especificamente, o papel, a função e as adaptações de ordem bioquímica que as mesmas promovem? E, manifestamente mais relevante do que todas estas questões “existenciais”, integrarão quer a Creatina, quer a Beta-alanina no seu “arsenal” nutricional, enquanto substâncias coadjuvantes no rendimento físico-desportivo? Não abunda a literatura que se debruça especificamente sobre a prevalência de consumo das duas substâncias em análise (Beta-alanina e Creatina), menos ainda incisivamente no âmbito da Musculação e do *CrossFit*. O que se encontra na generalidade dos estudos publicados é uma análise genérica visando a suplementação em geral, encontrando-se nesses trabalhos, embora de forma colateral ou secundária, alguns dados relevantes acerca da prevalência de consumo da Beta-alanina e da Creatina.

Num estudo desenvolvido por Kelly et al. [136], os investigadores procuraram conhecer a prevalência de consumo de Beta-alanina em 570 atletas de Futebol Americano e/ou Rugby de diversas ligas profissionais Australianas, e, paralelamente, determinar os padrões de consumo da substância, assim como

a percepção de resultados decorrentes dessa suplementação, sujeitando-os ao preenchimento de inquéritos elaborados para o efeito. Da análise aos resultados extraídos constatou-se que 61% dos atletas afirmaram tomar ou já ter tomado Beta-alanina, embora 90% destes tenham evidenciado sérias lacunas no que respeita ao conhecimento do seu potencial ergogénico, ou então não a utilizariam de acordo com as *guidelines* vigentes. Esses atletas consumidores “bebiam” informação, quer relativamente à posologia a adoptar, quer acerca das suas principais características e valências, junto dos seus treinadores de condicionamento (complementar) físico e de força (70%), de dietistas (50%), de treinadores da sua modalidade (25%) ou de especialistas em rendimento desportivo com formação técnica ou científica (15%). Ainda no que respeita à amostra de atletas que assumiram suplementar-se com Beta-alanina, 60% reportaram ligeiros ou moderados sintomas de parestesia, embora reversíveis após o seu término.

Knapik et al. [137] compilaram informações relativas a um total de 159 estudos de prevalência de suplementação nutricional/desportiva, tendo verificado que os atletas profissionais tendem a usar mais suplementos desportivos do que aqueles que o fazem com um intuito recreativo, esperando, em ambos os casos, que determinado suplemento promova, por um lado, uma mais rápida e eficaz recuperação entre treinos, e, por outro, um melhor estado de saúde geral.

Mas que dados avançarão os estudos respeitantes à prevalência de consumo de suplementação no caso específico de modalidades primordialmente de força/potência, designadamente o Powerlifting, Weightlifting, ou o CrossFit? E o que sucederá neste campo nos comumente designados desportos “plásticos/estéticos”, como a Musculação ou o Culturismo, que usam a força e a potência não como um fim em si próprio, mas como um meio para atingir a máxima hipertrofia muscular? Nestes tipos concretos de actividades físico-desportivas, o universo de estudos disponíveis reduz substancialmente, não obstante estas serem das modalidades que, em teoria, mais podem beneficiar do seu consumo e cujos resultados são mais facilmente mensuráveis. Sabe-se, numa perspectiva empírica, que há uma clara tendência, por parte do grande público, concretamente aquele menos informado, em considerar que este tipo de

actividades físico-desportivas são especialmente permeáveis ao consumo exagerado de suplementos desportivos, quanto colocados em contraponto com outras modalidades desportivas, pelo simples facto de os resultados serem fisicamente visíveis no contexto quotidiano, e não exclusivamente desportivo ou competitivo. Mas será necessariamente assim? Ou será apenas porque um culturista ou mero praticante de Musculação se destaca fisionomicamente do resto da população, por via de uma óbvia modificação da sua estrutura? A resposta provável é que um ciclista, um meio-fundista ou um futebolista se integram num padrão estrutural (fisionómico) mais convencional, passando perfeitamente despercebidos de entre o todo, o que se torna difícil para um culturista ou praticante de Musculação.

Procurando dar resposta a esta presunção, repito e reforço, de base integralmente empírica, Lun et al. [138] aplicaram um inquérito a 440 atletas predominantemente praticantes de várias modalidades de força, distribuindo-os na seguinte proporção de género: 63% mulheres e 37% homens. A prevalência geral de utilização de suplementos apurada nos 6 meses anteriores à aplicação do inquérito foi na ordem dos 87%, tendo os investigadores extraído que, em média, cada interveniente consumia 3 suplementos nutricionais, observando a seguinte ordem decrescente: bebidas desportivas energéticas, preparados multivitamínicos e multiminerais, barras energéticas, proteína em pó e suplementos substitutos de refeições. Foram identificadas as principais fontes de informação recorridas pelos atletas, assim como a justificação para o seu consumo. Assim, 59% assumiram-se conscientes das balizas restritivas impostas pela Agencia Mundial antidoping, sendo que, desses, 83% acreditavam cumprir integralmente os preceitos postulados pela referida organização. Concluíram que as taxas de consumo de suplementos desportivos no Canadá se encontram estáveis, e que os atletas não depositam grande confiança nos actuais “especialistas” em nutrição, particularmente aqueles que se dedicam com mais intensidade à suplementação desportiva, aconselhando a que estes adoptem estratégias no sentido de reabilitarem a reputação perdida junto da comunidade de atletas. Preferem recorrer aos seus próprios treinadores, cujo conhecimento científico na área da nutrição e/ou suplementação é manifestamente sofrível.

Também Karimian et al. [139] aplicaram um inquérito a 500 atletas de culturismo (em que o género dos participantes surge rigorosamente dividido – 50-50%), visando aferir do seu padrão de consumo de suplementação desportiva. Após a análise aos resultados emanados do inquérito aplicado, os investigadores reportaram que 49% dos indivíduos inquiridos admitiam a utilização de suplementos nutricionais, sendo que os indivíduos do sexo masculino apresentam uma prevalência de consumo incomparavelmente superior aos do sexo oposto, respectivamente 88,8% para 11,2%, com um altíssimo grau de significância estatística ( $p=0,001$ ). À semelhança do extraído dos estudos supra referidos, as razões invocadas para justificar o seu consumo prendiam-se com os benefícios para a saúde (45%), potenciação da acção do sistema imunitário (40%) e melhoria da performance atlética (25%). A maior fatia dos atletas participantes (72%) afiançava subestimar a opinião dos especialistas em nutrição (nutricionistas, particularmente), não obstante admitiram terem fácil acesso aos seus serviços, levando a que optem pelas indicações mais ou menos avalisadas dos seus treinadores (65%), seguidos pelos nutricionistas (30%), relegando os médicos para o último lugar desta ordem (25%). De acordo com o estudo, o suplemento cujo consumo, no universo da amostra masculina, assume uma maior prevalência é a Creatina (60,8%), seguido dos multivitamínicos (52%). No que concerne à amostra de mulheres, o destaque, embora de valor manifestamente mais reduzido (quando comparado ao registado com os homens), vai para a utilização de suplementos de minerais (9,6%), seguido das vitaminas (3,6). Não há qualquer referência quanto à prevalência do uso de Beta-alanina.

Brill et al. [140] aplicaram, no ano de 1994, um dos estudos considerados pioneiros nesta área específica da nutrição e suplementação, dirigido a praticantes de musculação. À época, a suplementação desportiva encontrava-se numa fase ainda embrionária, mas trilhava já os primeiros passos de um caminho rumo a uma prevalência global que, em bom rigor, jamais abandonou. Paralelamente ao advento da massificação do uso da internet e, dessa forma, do conhecimento geral, e independentemente do domínio da sua acção fisiológica ser científico e rigoroso, ou empírico e falível, o consumo de suplementos exponenciou-se, apresentando-se, para os atletas, como um



veículo complementar ao treino e nutrição. Nesse estudo, Brill et al. auscultaram 308 culturistas de competição (a vertente competitiva da Musculação) de ambos os sexos, tendo verificado que a especificidade da fase competitiva em que se encontravam era determinante na definição do padrão de suplementação adoptado. Assim, durante a designada “fase de volume”, em que a prioridade é a hipertrofia, relegando a composição corporal para segundo plano, os suplementos mais utilizados eram a proteína em pó (de várias origens – ovo, leite ou vegetal), os incrementadores de peso (*weight gainers*), ricos em hidratos de carbono simples, e os suplementos ditos “anabólicos”, à data produzidos a partir de extractos vegetais. Na “fase de definição ou competitiva” a escolha recaía com especial incidência nos aminoácidos e, compreensivelmente, nos apelidados de “termogénicos” (ou *fat burners*, designação original). As razões mais invocadas pelos atletas sondados eram diametralmente opostas, decorrente da fase em que se encontravam: na “fase de volume”, procuravam compensar o desgaste físico provocado pelos treinos pesados; na “fase de definição”, perseguindo o objectivo da máxima perda de massa gorda, retendo o mais possível a massa muscular, recorriam a potenciados do metabolismo. Note-se que, no estudo em apreço esta razão foi muito mais citadas pelos participantes do sexo masculino.

Recuando ainda mais no tempo, em 1987, e ainda num contexto da prática de culturismo, Faber et al. [141], constataram que, já na época, os suplementos hiperproteicos eram os mais consumidos no âmbito desta prática desportiva, a par de imensas quantidades de suplementos de vitaminas e minerais.

No quadro dos países da lusofonia, concretamente no Brasil, Goston et al. [142] reuniram uma substancial amostra de 1102 praticantes de musculação e implementaram um estudo transversal, sob a forma de inquérito, procurando, também eles, determinar quer o seu padrão de consumo de suplementos, quer as razões a este subjacentes. A utilização de suplementação desportiva foi assumida por 36,8% dos inquiridos, sendo esta mais prevalente no universo masculino, com 44,6%. De novo, os complementos hiperproteicos “conquistaram” o primeiro lugar do *ranking* de utilização, com uma prevalência de 58%, seguidos pelas bebidas isotónicas (32%), pelos hidratos de carbono

simples (23%), pelos suplementos fitoterapêuticos (20%) e pelas vitaminas e minerais (19%). A maior parte dos inquiridos declarou que o faziam por iniciativa própria, sem recurso a qualquer tipo de assessoria especializada. Ainda de acordo com o estudo, os indivíduos mais novos tendiam a consumir mais suplementos proteicos, enquanto os mais velhos privilegiavam os fitonutrientes e os multivitamínicos e multiminerais.

Mas serão estes dados registados pelos supracitados estudos coincidentes com a realidade vivida internamente? Terão os atletas portugueses, numa perspectiva global ou específica (*CrossFit* e Musculação) padrões de consumo aproximados aos de atletas de outras nacionalidades? Torna-se difícil responder a estas questões com o rigor que se impõe, uma vez que a literatura publicada disponível (que aborda especificamente o tema) é manifestamente escassa e incipiente. Admitido que este é um juízo de valor pessoal, não deixa de ser devidamente calculado, já que é suportado pelos factos e evidências que lhe dão corpo e lhe conferem suficiente credibilidade. Foi, aliás, a constatação desta carência de informação que esteve, em substancial parte, na génese desta dissertação.

No trabalho desenvolvido pelos investigadores portugueses Sousa et al. [143], procurou-se determinar a prevalência de consumo de suplementos nutricionais, assim como o tipo de suplementos usados, as razões invocadas e a fonte de informação recorrida. Nada de novo, portanto, quando comparado aos já aludidos estudos, excepto o facto de este ter sido desenvolvido exclusivamente voltado para atletas portugueses. Assim, questionaram 292 atletas de 13 modalidades desportivas federadas diferentes, concluindo que 66% dos inquiridos consumiam suplementos, com uma média de 4 suplementos diferentes por indivíduo. Por ordem decrescente de prevalência apuraram os suplementos de vitaminas e minerais (67%), bebidas desportivas (62%), e magnésio (53%). Foram encontradas diferenças substanciais entre o tipo de suplementos utilizados, o sexo, a idade e o número de horas de prática desportiva semanais. A maior parte dos atletas justificou o recurso à suplementação como via de promoção da recuperação (63%), do aumento da performance (62%) e para obterem uma relação positiva entre os seus índices de energia e os de fadiga (60%). Estes atletas afirmaram recorrer aos seus

médicos (56%) e treinadores (46%) como fonte primordial de aconselhamento nutricional. De especial motivo de menção é o facto de haver algumas discrepâncias entre as justificações invocadas para a toma de suplementação, alternando entre aquelas cientificamente suportadas (por exemplo, o estímulo da hipertrofia muscular através dos suplementos proteicos) e outras sem qualquer justificação com base científica (o uso de glutamina ou do magnésio, por exemplo).

Na sua dissertação de mestrado, trabalho integralmente subjacente a este tema, e visando dar resposta a estas (entre outras) questões, a médica/investigadora Ana Freixo [144] aplicou um inquérito a 212 atletas de musculação, tendo obtido um valor de prevalência de consumo de suplementos nutricionais na ordem dos 41%, de novo com o público masculino a destacar-se no âmbito da amostra, já que configuram 71% do total dos consumidores. Não se afastando muito do padrão de consumo já estabelecido, os suplementos de proteína em pó surgem em primeiro lugar (55,2%), seguidos dos minerais e das vitaminas, com 28,7% e 25,3% respectivamente.



**III. Estudo:**  
**“Suplementação geral, Creatina e  
Beta-alanina no CrossFit e na Musculação”**

---

**Capítulo I**

Objectivos, materiais, metodologia, recolha e análise estatística de dados



## 1.1. Objectivos

Como objectivo primário, intrinsecamente subjacente à sua aplicação, o presente estudo visou a aferição da prevalência de consumo de Beta-alanina e de Creatina nos contextos desportivos supra referidos, tendo-se extraído ainda outras informações análogas de adequada pertinência, designadamente aquelas respeitantes às expectativas iniciais e aos efeitos percebidos, ou ainda o registo e descrição de eventuais efeitos colaterais. Cumulativamente, e numa perspectiva sucedânea, procurou-se determinar a prevalência de consumo desses e de outros suplementos nutricionais/desportivos, obtendo uma imagem genérica, tão estatisticamente fiável quanto possível, do panorama da utilização dos suplementos desportivos no plano dos designados desportos de ginásio/academia.

Concretizando, os objectivos gerais foram os seguintes:

- Determinar a prevalência de consumo de suplementos nutricionais e o tipo de suplementos consumidos por atletas das modalidades de CrossFit e Musculação;
- Caracterizar os atletas que tomam ou não tomam suplementos nutricionais quanto à modalidade praticada, idade, ocupação, escolaridade, anos de prática desportiva e número de horas de treino semanais;
- Determinar a prevalência de consumo dos suplementos Beta-alanina e Creatina, estratificando-o de acordo com a modalidade praticada, idade, ocupação, escolaridade, anos de prática desportiva e número de horas de treino semanais;
- Identificar as expectativas e motivações subjacentes à utilização da Beta-alanina e da Creatina, estratificando-as de acordo com a modalidade;
- Identificar os resultados físico-desportivos alcançados por via do uso das substâncias supra, estratificando-os de acordo com a modalidade;
- Identificar potenciais efeitos colaterais decorrentes do uso da Beta-alanina e da Creatina;

## 1.2. Materiais e metodologia

Este estudo analítico é do tipo transversal, tendo sido desenvolvido exclusivamente junto da população praticante de CrossFit e de Musculação, por via da aplicação de um inquérito (apenso na secção “Anexos”) distribuído por uma amostra de conveniência (população praticante de CrossFit e de Musculação), oriunda de diversas zonas do país. Para o efeito, foram contactadas, quer por “correio electrónico”, extraído após uma pesquisa utilizando o motor de busca na *web* “Google”, quer através das respectivas páginas na rede social “Facebook”, todas as “Boxes” de CrossFit cujos contactos estão publicitados e são de acesso público, assim como um substantivo número de ginásios, academias e “health clubs” disseminados um pouco por todo o país.

Para o efeito, e porquanto considerei ser a forma mais expedita de cumprir o que me propunha, optei pela utilização da plataforma de inquéritos *online da Google forms*, garantindo, em todo o momento, que a participação dos atletas era obtida de forma totalmente voluntária, assegurando, de igual forma, a sua absoluta confidencialidade. A população integrante na amostra subjacente a este estudo é composta por 198 atletas das supra referidas modalidades (CrossFit e Musculação), sendo que no CrossFit o  $n = 88$  e na musculação o  $n = 110$ . O inquérito esteve aberto à participação dos atletas entre Abril de 2015 e Março de 2016.

## 1.3. Recolha de dados

Foram respondidos 202 inquéritos, tendo sido excluídos 4 por preenchimento incompleto ou incorrecto. Para acautelar possíveis vieses nos resultados, procurando, assim, salvaguardar a aferição da real prevalência do uso de suplementos desportivos enquanto estratégia nutricional do atleta contemporâneo (de CrossFit e Musculação), entendeu-se abrir o inquérito a todos os praticantes das referidas modalidades, menores de 18 anos incluídos, não se procedendo, por essa razão, à sua exclusão.



#### 1.4. Análise estatística dos dados

Os dados recolhidos e compilados por via do inquérito aplicado foram tratados estatisticamente através do programa SPSS 22 (*Statistical Package for the Social Sciences*). Para avaliar a associação entre variáveis foi utilizado o teste de Qui-quadrado e Fisher, tendo sido considerados, para o efeito, sobretudo (mas não exclusivamente) os dois suplementos (Beta-alanina e Creatina), as duas modalidades (CrossFit e Musculação), as expectativas de resultados, os resultados efectivamente percebidos e os efeitos colaterais registados. O nível de significância foi fixado em 5%.



**III. Estudo:**  
**“Suplementação geral, Creatina e  
Beta-alanina no CrossFit e na Musculação”**

---

Capítulo II

Resultados e discussão



## Resultados e discussão

### 2.1. Caracterização da amostra

#### 2.1.1. Caracterização da amostra por sexo

##### 1. Dados demográficos (por sexo)

###### 1.1. Sexo e idade

Os indivíduos do género masculino predominam, no que ao número de participantes concerne, representando 79,8% dos inquéritos respondidos, sendo as faixas etárias globalmente mais representativas (não discriminando o género) aquelas que se situam no intervalo entre os 18 e os 33 anos, configurando 68,9% dos homens e 72,5% das mulheres. Numa perspectiva global, este subgrupo (18-33 anos) obtém um total de 138 respostas validadas (69,8%). No campo oposto, os intervalos que surgem nos extremos (<18 anos e >41 anos) recolhem o menor número de participantes em ambos os sexos, com 7,6% do total da amostra.

###### 1.2. Habilitações académicas e ocupação

No universo masculino da amostra, e no que respeita à escolarização, a parcela mais representativa encontra-se no 12<sup>o</sup> ano de escolaridade, com 37,3%, seguida da licenciatura com 31%. O total de indivíduos que com habilitações superiores atinge os 52,6%. A mesma distribuição proporcional é também constatada no público do sexo feminino, já que 40% declaram ter o 12<sup>o</sup> ano, enquanto 32,5% dizem ser portadores de uma licenciatura. As mulheres com um grau de educação superior perfazem 57,5%.

No que respeita à ocupação profissional, 76,8% dos indivíduos trabalham (77,2% dos homens e 75% das mulheres). Apenas 8,6% dos inquiridos afirma que estuda em exclusividade.

## 2. Modalidade

Numa análise baseada em princípios relativos, o público feminino tem uma maior tendência para a prática de CrossFit (60%). Ao invés, e numa perspectiva quase perfeitamente invertida, o público masculino é tendencialmente mais adepto da prática de musculação (59,5%,  $p=0,02$ ).

### 2.1. Tempo de prática da modalidade

Os dados registados indiciam que, genericamente (não isolando as modalidades), 44,3% dos homens praticam a sua modalidade há mais de 3 anos, enquanto que 30% das mulheres apresentam a mesma resposta. Por outro lado, e no que concerne ao tempo de prática mais curto (< 1 ano), o valor registado nos homens é de 27,8%, estando este valor relativamente mais aproximado (em contraste com o período de > 3 anos) do constatado nas mulheres (32,5%). Embora sem que se verifique existir uma diferença estatisticamente significativa ( $p>0,05$ ), os participantes do sexo masculino tendem a apresentar uma prática desportiva mais antiga (> 3 anos) do que as mulheres. Dada a ausência de informação, não é possível contrapor estes dados com os resultados de quaisquer dos outros estudos acima citados.

### 2.2. Tempo de prática semanal

Um total de 65,9% dos homens e 37,5% das mulheres treinam 5 ou mais horas por semana. 32,9% dos homens treina entre 1 e 4 horas semanais, subindo esse valor para os 60% no caso das mulheres.

Na modalidade de CrossFit, 55,7% dos atletas afirmaram treinar 5 ou mais horas por semana, o que é relativamente coincidente com o valor extraído das respostas dos atletas de musculação (63,6%). A aproximação de valores de resposta também se verifica no cômputo oposto, designadamente naquele que se refere à prática das modalidades numa razão inferior a 1 hora semanal,

registando-se uma expressão meramente residual de 2 indivíduos no *CrossFit* e apenas 1 na musculação, perfazendo 1,5% do total de respostas validadas.

	Sexo Masculino (n = 158)		Sexo Feminino (n = 40)		p	Total (n = 198)	
	n	%	n	%		n	%
<b>Idade</b>							
<18	2	1,3	0	0		2	1
18-25	56	35,4	16	40,0		72	36,4
26-33	53	33,5	13	32,5		66	33,3
34-41	36	22,8	9	22,5		45	22,7
>41	11	7,0	2	5,0		13	6,6
<b>Habilitações académicas</b>							
9º ano	16	10,1	1	2,5		17	8,6
12º ano	59	37,3	16	40,0		75	37,9
Bacharelato	5	3,2	1	2,5		6	3,0
Licenciatura	49	31,0	13	32,5		62	31,3
Pós-graduação	5	3,2	0	0,0		5	2,5
Mestrado	22	13,9	8	20,0		30	15,2
Doutoramento	2	1,3	1	2,5		3	1,5
<b>Ocupação</b>							
Trabalhador	110	69,6	25	62,5		135	68,2
Estudante	29	18,4	5	12,5		34	17,2
Trabalhador/estudante	12	7,6	5	12,5		17	8,6
desempregado	7	4,4	5	12,5		12	6,1
<b>Modalidade</b>							
CrossFit	64	40,5	24	60,0	,02	88	44,4
Musculação	94	59,5	16	40,0	,02	110	55,6
<b>Anos de treino</b>							
< 1 ano	44	27,8	13	32,5		57	28,8
1-3 anos	44	27,8	15	37,5		59	29,8
> 3 anos	70	44,3	12	30,0		82	41,4
<b>Horas de treino (h/semana)</b>							
< 1 hora	2	1,3	1	2,5		3	1,5
1 - 2 horas	27	17,1	10	25,0		37	18,7
3 – 4 horas	25	15,8	14	35,0	,02	39	19,7
5 – 6 horas	35	22,2	5	12,5		40	20,2
> 6 horas	69	43,7	10	25,0	,02	79	39,9

*Tabela 2: Caracterização da amostra (idade, habilitações académicas, ocupação, modalidade, anos de treino e horas de treino por semana), por sexo.*

*Determinação da significância estatística obtida através do teste do Qui-quadrado;*

## 2.1.2. Caracterização da amostra por modalidade

### 1. Dados demográficos (por modalidade)

#### 1.1. Sexo e idade

No que diz respeito à prática das modalidades, o sexo masculino é predominante, atingindo os 72,7% no caso do CrossFit e os 85,5% na Musculação. Há, pois, uma maior expressão masculina na prática da Musculação quando comparado ao CrossFit ( $p=0,02$ ). Por outro lado, e como se aflora óbvio, o público feminino encerra maior expressão na prática de CrossFit do que na Musculação (27,3% e 14,5% respectivamente;  $p=0,02$ ). A faixa etária mais prevalente no CrossFit encontra-se no intervalo 26-33 anos (38,6%), e na Musculação entre os 18 e os 25 anos (39,1%), não se encontrando diferenças suficientemente significativas nos valores registados para se poder traçar um padrão de distribuição etária entre as modalidades.

#### 1.1 Habilitações académicas e ocupação

No CrossFit, os indivíduos com formação superior assumem-se como a maior fatia da amostra (incluindo a totalidade dos detentores do grau de Doutoramento), com 66,9% dos inquiridos a declarar possuir um grau igual ou superior ao Bacharelato. Na Musculação, predominam os participantes que detêm apenas a escolaridade obrigatória (12º ano), com um total de 57,2%. Parece existir, pois, uma tendência de maior escolarização nos indivíduos praticantes de CrossFit, quando comparada à Musculação, que se torna especialmente evidente ( $p=0,00$ ) quer no limite inferior de escolaridade (9º ano), quer próximo do limite de escolaridade oposto (Mestrado).

No que respeita à ocupação, quer no CrossFit, quer na Musculação, a maioria dos inquiridos afirma trabalhar: 73,9% e 63,6% respectivamente. O desemprego surge com um valor residual no caso do CrossFit (2,3%), sendo marginalmente



mais expressivo junto dos praticantes de Musculação (9,1%). Não parece haver, assim, qualquer sentido ou tendência de prática de uma ou outra modalidade, determinada pelo tipo de ocupação dos indivíduos participantes.

## 2. Tempo de prática da modalidade

A maior parte dos atletas de CrossFit (54,5%) declara praticar a modalidade há menos de 1 ano. Na Musculação, constata-se o oposto, já que a maior fatia (64,5%) dos integrantes no estudo afirma treinar há 3 ou mais anos ( $p=0,00$ ). Por outro lado, e numa perspectiva eminentemente lógica, a menor percentagem registada no âmbito dos praticantes de CrossFit regista-se no tempo superior a 3 anos (12,5%), sendo que no caso da Musculação o mesmo sucede no intervalo de treino inferior a 1 ano (8,2%,  $p=0,00$ ). Assim, das respostas que apontam para uma prática da actividade de tempo inferior a 1 ano, 84,2% recaem sobre a modalidade de CrossFit, sendo que, no polo oposto, 86,6% das respostas respeitantes ao intervalo de prática superior a 3 anos dizem respeito a atletas de musculação (dados não mostrados na tabela). Tal inversão (quase simétrica) do sentido das respostas obtidas em cada uma das modalidades, afigura-se bem elucidativo quer da jovialidade da primeira modalidade, muito mais recente em Portugal, quer da maturidade da segunda, que conta já com décadas de existência.

### 2.1. Tempo de prática semanal

Em ambas as modalidades, o tempo médio de prática semanal surge de uma forma tendencialmente equilibrada, destacando-se dos demais os intervalos diametralmente opostos (<1h – 2,3% no CrossFit e 0,9% na Musculação; e >6h – 35,5% no CrossFit e 43,6% na Musculação). Tratando-se de dados sem significância estatística, indicam, no entanto, uma tendência para a prática de ambas as modalidades no intervalo superior de tempo, ou seja, mais de 5 horas semanais.

	CrossFit (n = 88)		Musculação (n = 110)		p
	n	%	n	%	
Sexo					
Sexo Masculino	64	72,7	94	85,5	,02
Sexo feminino	24	27,3	16	14,5	,02
Idade					
<18	0	0	2	1,8	
18-25	29	33,0	43	39,1	
26-33	34	38,6	32	29,1	
34-41	21	23,9	24	21,8	
>41	4	4,5	9	8,2	
Habilitações académicas					
9º ano	1	1,1	16	14,5	,00
12º ano	28	31,8	47	42,7	
Bacharelato	1	1,1	5	4,5	
Licenciatura	31	35,2	31	28,2	
Pós-graduação	4	4,5	1	0,9	
Mestrado	20	22,7	10	9,1	,00
Doutoramento	3	3,4	0	0	
Ocupação					
Trabalhador	65	73,9	70	63,6	
Estudante	15	17,0	19	17,3	
Trabalhador/estudante	6	6,8	11	10,0	
desempregado	2	2,3	10	9,1	
Anos de treino					
< 1 ano	48	54,5	9	8,2	,00
1-3 anos	29	33,0	30	27,3	
> 3 anos	11	12,5	71	64,5	,00
Horas de treino (h/semana)					
< 1 hora	2	2,3	1	0,9	
1 - 2 horas	16	18,2	21	19,1	
3 – 4 horas	21	23,9	18	16,4	
5 – 6 horas	18	20,5	22	20,0	
> 6 horas	31	35,2	48	43,6	

Tabela 3: Caracterização da amostra (sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana), por modalidade.

Determinação da significância estatística obtida através do teste do Qui-quadrado;

## 2.2. Suplementação geral

### 2.2.1. Utilização de suplementos nutricionais

#### – perspectiva global

Numa perspectiva global (gráfico 1), ou seja, não se discriminando uma modalidade ou outra, 82,8% dos inquiridos afirmou já ter utilizado pelo menos um suplemento, o que contrasta com os 17,2% que nunca fizeram uso desta estratégia nutricional (gráfico 1). Estes valores aproximam-se dos 87% obtidos por Lun et al. [138], distanciando-se dos 66% apurados pelos investigadores portugueses Sousa et al. [143], por Karimian et al. [139], com 49%, ou ainda por Goston et al. [142], com 36,8%.

A tabela 4 evidencia que, independentemente de se tratar de atletas praticantes de CrossFit ou de Musculação, a maioria dos inquiridos no presente inquérito afirmou quanto à toma de suplementos nutricionais em algum momento da sua prática desportiva, concretamente 76,1% dos atletas de CrossFit ( $p=0,02$ ) e 88,2% dos praticantes de Musculação ( $p=0,02$ ).

Considerando o sexo dos praticantes, 86,1% dos indivíduos do sexo masculino declarou já ter consumido algum tipo de suplementação nutricional ( $p=0,01$ ), enquanto no público feminino essa resposta foi dada por 70% das participantes ( $p=0,01$ ). No âmbito da estratificação do consumo de suplementos nutricionais por género, torna-se complexa e arriscada a confrontação entre os resultados deste trabalho e aqueles surgidos no plano dos estudos publicados, já que parece não haver qualquer consenso no que respeita à determinação de um padrão de consumo desses suplementos diferenciado por sexo. Com efeito, os resultados têm sido bastante heterogéneos e, por vezes, até contraditórios entre si [4, 145-148]. A mero título de exemplo da oscilação de valores encontrados, se no sexo masculino os números apurados neste trabalho tocam naqueles obtidos por Karimian et al (86,8%) [139], no caso das mulheres a disparidade de valores é substancial, já que estes investigadores obtiveram um valor muito inferior (11,2%) ao extraído do presente inquérito. Não é possível, pois, face aos valores presentemente apurados, assim como àqueles postulados pela literatura disponível, afirmar-se, com suficiente margem de segurança, que

o consumo de suplementos nutricionais se encontra indexado (ou é sensível) ao género dos atletas.

No que concerne à faixa etária dos inquiridos, a quase totalidade dos indivíduos maiores de 41 anos (92,3%) já recorreu à suplementação nutricional, seguido pela faixa etária dos 26-33 anos, com 86,4%. Considerada a equilibrada distribuição de valores pelas variáveis etárias, não parece haver qualquer correlação entre estas e o padrão de consumo dos atletas, corroborando as conclusões de outros estudos prévios [147, 149, 150].

Quanto ao consumo considerando as habilitações académicas dos participantes, torna-se, de novo, difícil apontar qualquer tendência de entre as várias variáveis, já que se verifica existir uma forte homogeneidade entre os resultados apurados, com valores genericamente acima dos 80%. Os trabalhadores e os trabalhadores/estudantes registam os maiores valores de consumo, no que respeita à ocupação da amostra, com 85,2% e 88,2% respectivamente. Por outro lado, os desempregados apresentam o menor valor (66,7%).

No que respeita aos anos de prática desportiva, regista-se, aqui sim, uma correlação entre o tempo de prática e os valores de consumo: o aumento do primeiro parece ser acompanhado pela crescente dimensão do segundo. Assim, o valor mais baixo é registado nos indivíduos que treinam há menos de 1 ano (68,4%) e o mais alto obtido junto daqueles que acumulam 3 ou mais anos de prática (91,5%). A mesma lógica aparece replicada quando em apreço está o número de horas de prática semanais. Aqui, o maior valor de consumo (97,5%) surge a acompanhar o maior número de horas de treino disponibilizado como opção (>6 horas,  $p=0,00$ ), e o menor (33,3%) ao menor número de horas (<1 hora,  $p=0,00$ ). Tais resultados entroncam com as conclusões retiradas por vários estudos [137, 138, 146, 149, 151], que associavam um maior consumo de suplementação nutricional a um treino com uma maior longevidade e um superior número de horas de prática semanal.

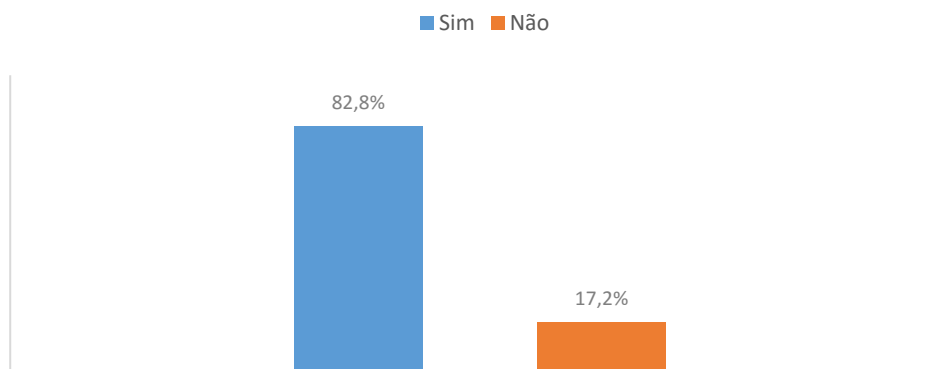


Gráfico 1: Utilização de suplementos nutricionais – perspectiva global.

	Nunca consumiu (n = 34)		Já consumiu (n = 164)		p
	n	%	n	%	
<b>Modalidade</b>					
CrossFit	21	23,9	67	76,1	,02
Musculação	13	11,8	97	88,2	,02
<b>Sexo</b>					
Sexo Masculino	22	13,9	136	86,1	,01
Sexo feminino	12	30,0	28	70,0	,01
<b>Idade</b>					
<18	1	50,0	1	50,0	
18-25	11	15,3	61	84,7	
26-33	9	13,6	57	86,4	
34-41	12	26,7	33	73,3	
>41	1	7,7	12	92,3	
<b>Habilitações académicas</b>					
9º ano	3	17,6	14	82,4	
12º ano	14	18,7	61	81,3	
Bacharelato	0	0	6	100	
Licenciatura	9	14,5	53	85,5	
Pós-graduação	1	20,0	4	80,0	
Mestrado	5	16,7	25	83,3	
Doutoramento	2	66,7	1	33,3	
<b>Ocupação</b>					
Trabalhador	20	14,8	115	85,2	
Estudante	8	23,5	26	76,5	
Trabalhador/estudante	2	11,8	15	88,2	
desempregado	4	33,3	8	66,7	
<b>Anos de treino</b>					
< 1 ano	18	31,6	39	68,4	,02
1-3 anos	9	15,3	50	84,7	,02
> 3 anos	7	8,5	75	91,5	,02
<b>Horas de treino (h/semana)</b>					
< 1 hora	2	66,7	1	33,3	,00
1 - 2 horas	13	35,1	24	64,9	,00
3 – 4 horas	12	30,8	27	69,2	,00
5 – 6 horas	5	12,5	35	87,5	,00
> 6 horas	2	2,5	77	97,5	,00

*Tabela 4: Utilização de suplementos nutricionais por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.*

*Determinação da significância estatística obtido através do teste do Qui-quadrado;*

### 2.2.2. Suplementos nutricionais já consumidos: valor global (CrossFit + Musculação)

No âmbito dos indivíduos constituintes da amostra, e procurando definir-se um padrão de consumo de suplementação das modalidades em apreço, foi-lhes solicitado que assinalassem aqueles suplementos que, em determinado momento do seu percurso desportivo, já tinham utilizado. Assim, e após uma análise aos dados compilados, constatou-se, sem especial surpresa, à luz do postulado pelos estudos acima referidos [141, 142, 144], entre outros, que os dois suplementos mais consumidos, em ambos os grupos em estudo, foram coincidentes: concentrados hiperproteicos em pó e Creatina. Tal constatação parece indiciar existir, nestes atletas em específico, a consciência de que estes suplementos se revestem, potencialmente, de grande utilidade em desportos de força e potência (como o CrossFit ou a Musculação, na sua essência). Assim, um total de 157 atletas das duas modalidades (95,7% da amostra) admitia já ter consumido suplementos hiperproteicos, enquanto 104 indivíduos (63,4%) confirmavam ter utilizado a Creatina enquanto suplemento ergogénico. Afastado dos 61% reportados no trabalho de Kelly et al. [136], a utilização de Beta-alanina surge apenas no final da tabela, com 32 registos, equivalente a 19,5%. Ainda numa perspectiva de abordagem genérica, ou seja, não discriminando qualquer das modalidades, destaca-se, no topo da tabela dos suplementos mais consumidos, os multivitamínicos e multiminerais, invariavelmente no topo dos suplementos mais utilizados [4, 145, 147, 148, 150, 151] com 103 atletas a declararem consumi-los (62,8%), e os BCAA, com 101 respostas (61,5%), valor aproximado aos 59% postulados por Karimian et al. [139] mas substancialmente mais elevado do que os 19% aludidos por Goston et al. [142].

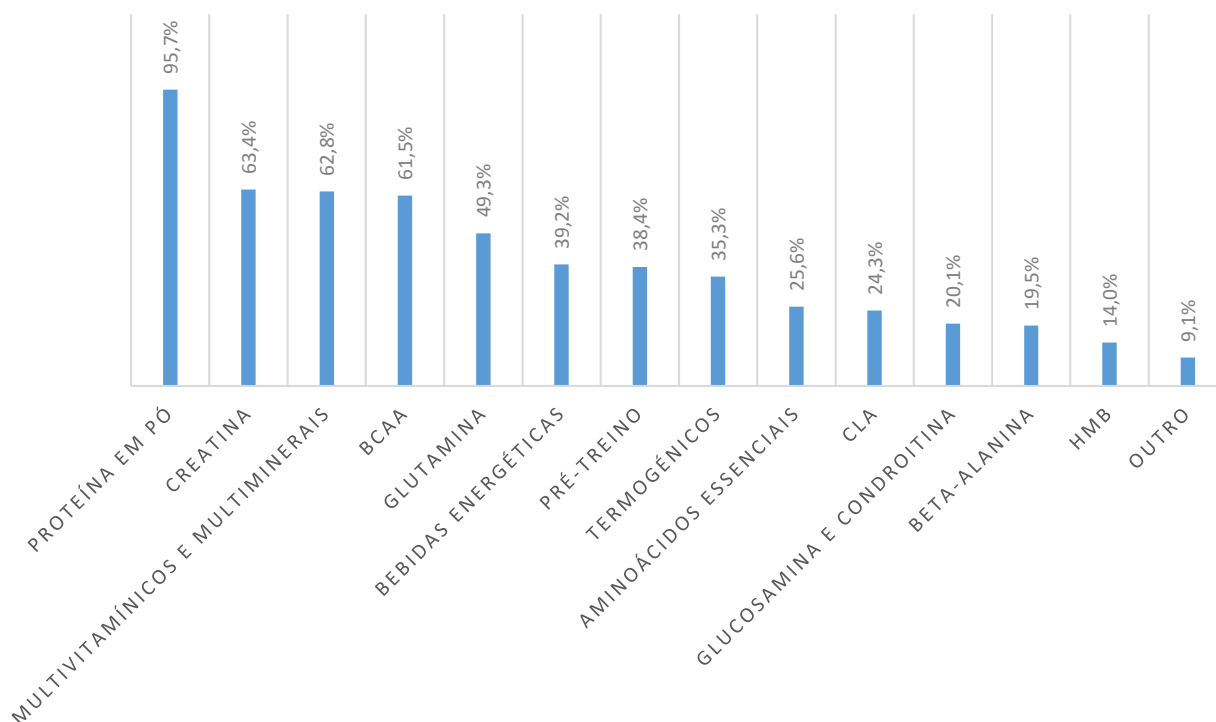


Gráfico 2: Suplementos nutricionais já consumidos: valor total (*CrossFit* + Musculação).

### 2.2.3. Suplementos nutricionais já consumidos por modalidade

No gráfico 3, apresentam-se os resultados estratificados de acordo com cada um dos grupos em análise (*CrossFit* e Musculação), constata-se que do universo dos 164 indivíduos que já utilizaram algum tipo de suplementação nutricional, 96,9% dos praticantes de Musculação já tinham consumido, à data do inquérito, suplementos de concentrados de proteína, baixando esse valor para os 74,2% quando a variável era a Creatina ou os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA). Paralelamente, no que concerne ao *CrossFit*, o valor registado para os suplementos hiperproteicos ascende aos 63 inquiridos, o que, sendo mais baixo do que o número absoluto observado no grupo da Musculação (94), assume um valor relativo mais aproximado: 94%. Nas variáveis que se seguem, a Creatina e os multivitamínicos e multiminerais “conquistam” o segundo lugar no que respeita ao consumo, com 49,2% dos atletas de *CrossFit* a declarar já os terem consumido em determinado momento do seu percurso desportivo. O “top 3” é fechado pelos BCAA, com 44,6% do total. De novo, estes

resultados (exceptuando os BCAA) registados quer no âmbito do CrossFit, quer da Musculação, encontram-se em linha com aqueles apurados em vários estudos prévios [141-144]. Em qualquer das modalidades, isoladamente, a utilização da Beta-alanina surge, neste pequeno “ranking”, numa posição bastante discreta, assumindo um valor de 24,7% na amostra de Musculação, sendo que no público do CrossFit (tipo de esforço que, segundo parte da literatura [79, 81, 88, 89, 105, 108], potencialmente mais beneficiará com a sua adopção) aparece com um valor que não supera os 12,3%.

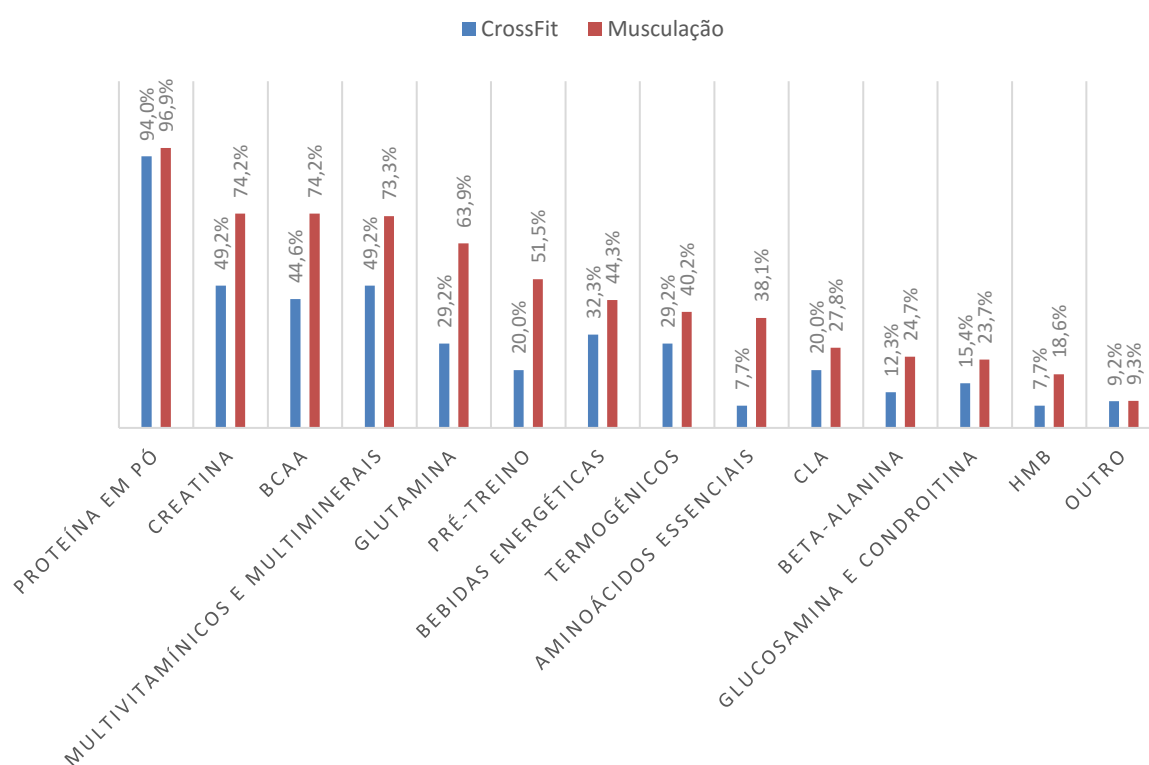


Gráfico 3: Suplementos nutricionais já consumidos por modalidade.

#### 2.2.4. Prevalência de consumo de suplementos nutricionais – perspectiva global e por modalidade

Quando o objectivo passa por aferir da prevalência de consumo de suplementação nutricional num momento específico, designadamente aquele circunscrito ao presente, os valores obtidos de entre os 164 indivíduos que já se



suplementaram descem marginalmente quando comparados com a prevalência geral disseminada no tempo, para uma prevalência global de consumo de 82,3% (gráfico 4), um valor, de novo, aproximado daquele que Lun et al. encontrou [138], mas desfasado de outros estudos [139, 142].

Não há diferenças estatisticamente significativas entre a prevalência de consumo nas modalidades de CrossFit e de Musculação com 83,6% e 81,4%, respectivamente (gráfico 5).

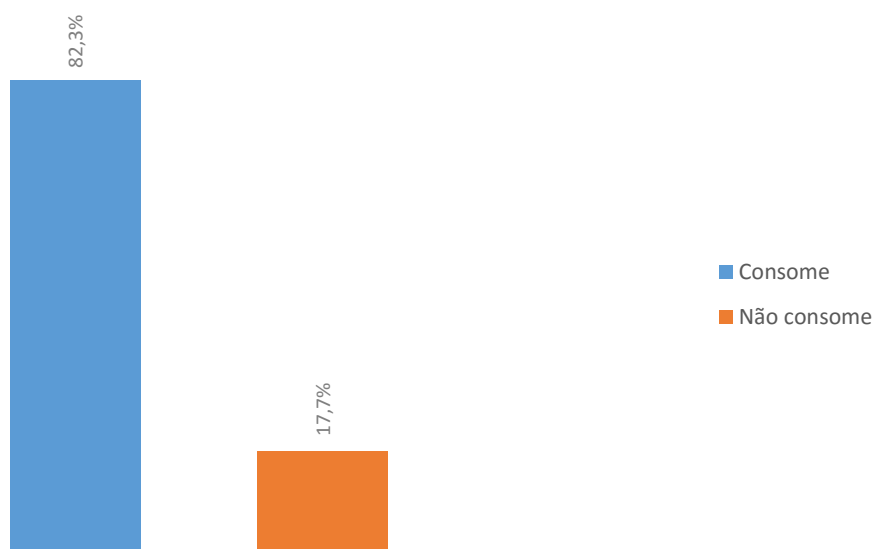


Gráfico 4: Prevalência de consumo de suplementos nutricionais – perspectiva global.

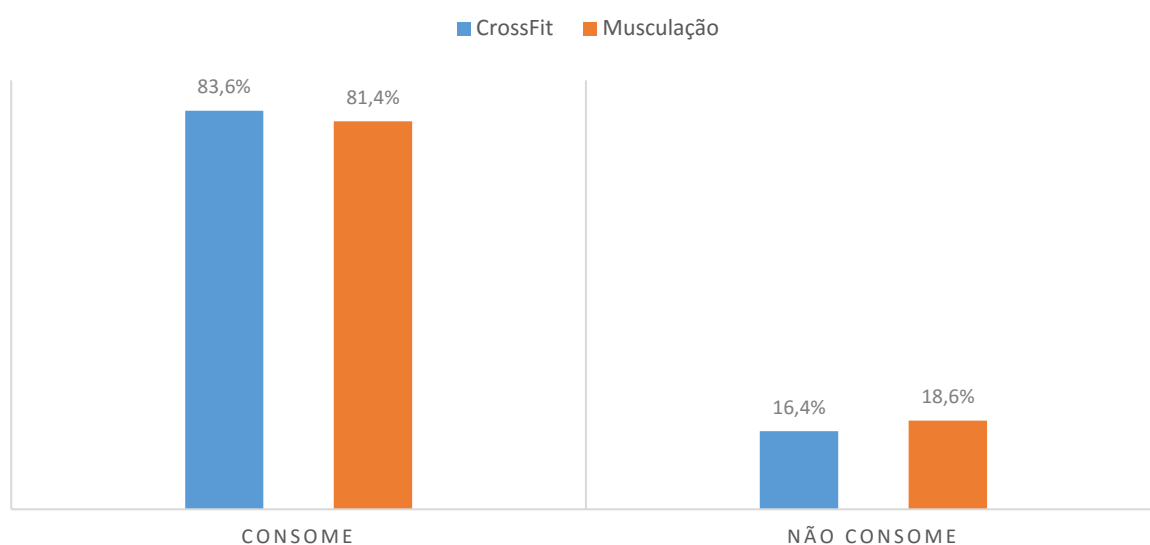


Gráfico 5: Prevalência de consumo de suplementos nutricionais por modalidade.

## 2.2.5. Prevalência de suplementos nutricionais consumidos - total (CrossFit + Musculação)

Os suplementos mais consumidos no momento em que o inquérito foi aplicado são os preparados hiperproteicos em pó (93,3%), seguidos pelos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), com uma prevalência de 47,4%. Se a Creatina integra o grupo dos 5 suplementos mais consumidos, com um valor de 32,6%, a Beta-alanina está relegada para o penúltimo lugar do gráfico, com um valor de 5,1% (gráfico 6). De novo, daqui se infere que os atletas de ambas as modalidades não lhe atribuem grande valor enquanto suplemento ergogénico, não obstante, e como visto acima, este parecer adequar-se à especificidade de esforço desenvolvido quer no CrossFit, quer na Musculação [79, 81, 88, 89, 105, 108].

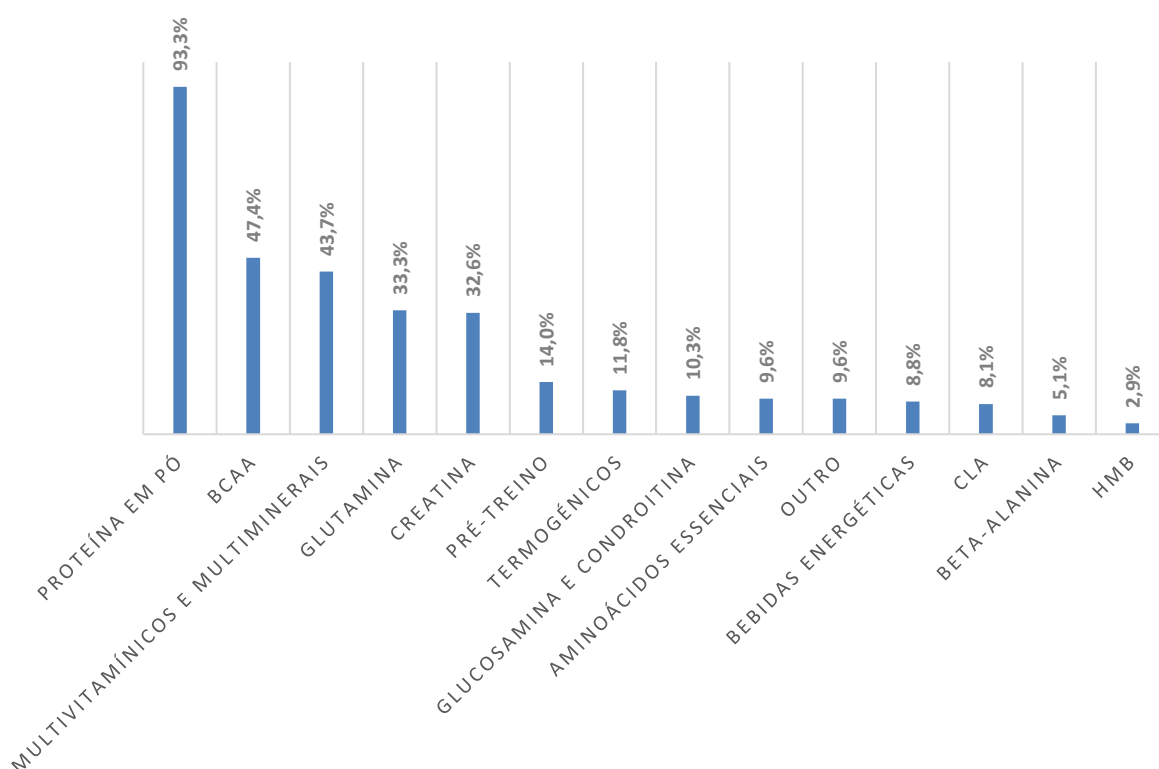


Gráfico 6: Prevalência de suplementos nutricionais consumidos - total (CrossFit + Musculação).

## 2.2.6. Prevalência de suplementos nutricionais consumidos por modalidade

Os três suplementos mais consumidos no presente estudo são coincidentes nas modalidades de CrossFit e de Musculação, diferindo apenas a dimensão do valor obtido a partir dos inquéritos aplicados. A proteína em pó, com 94,6% no CrossFit vs 92,5% na Musculação, os BCAA (35,7% vs 55,0%;  $p=0,04$ ) e os multivitamínicos e multiminerais (35,7% vs 50%) são, assim, os três suplementos com maiores índices de consumo nas duas modalidades. Por outro lado, a Beta-alanina e o HMB são os suplementos com menor índice de consumo, com, respectivamente, 5,4% e 1,8% (no CrossFit) e 5% e 3,8% na Musculação (gráfico 7).

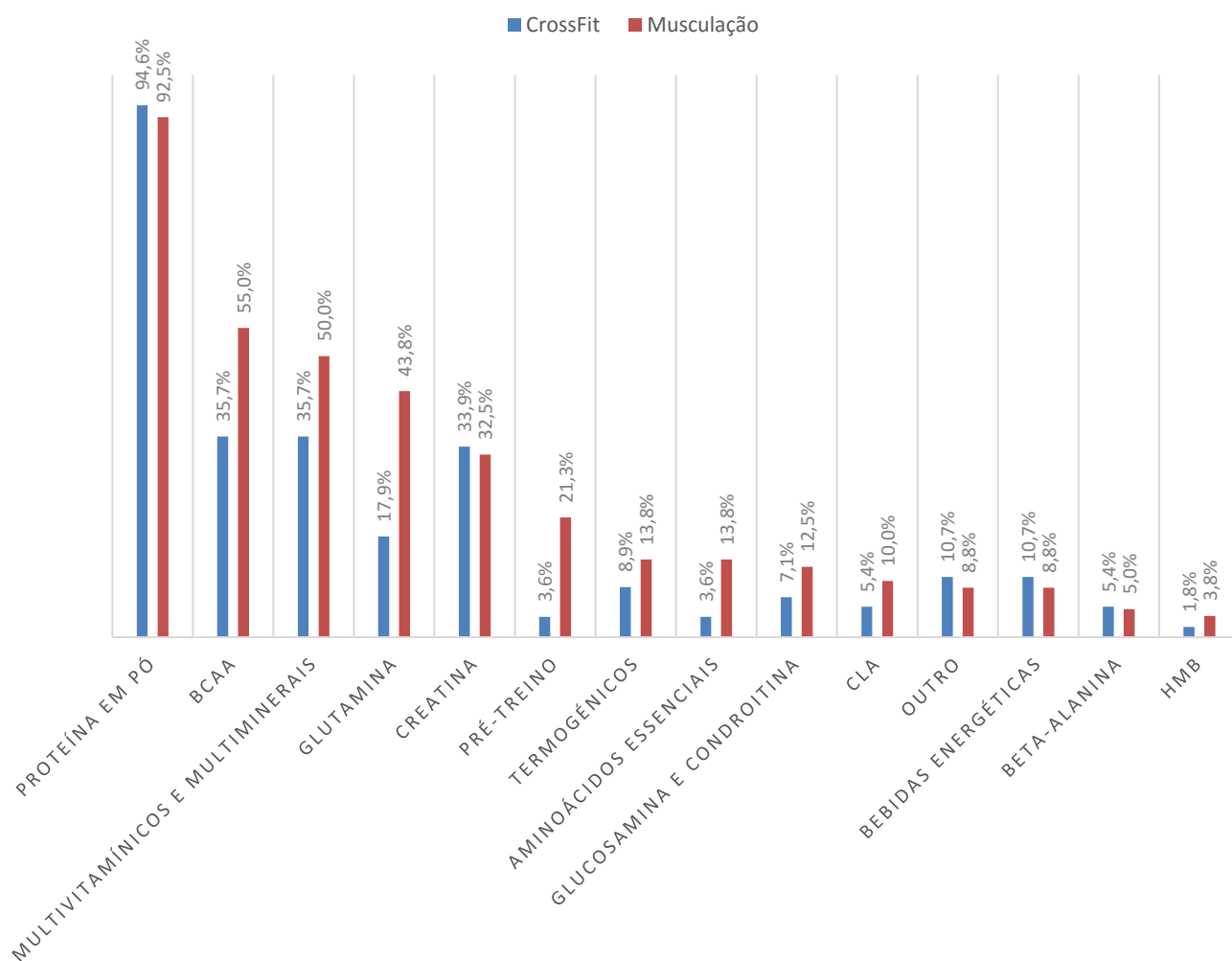


Gráfico 7: Prevalência de suplementos nutricionais consumidos por modalidade.

## 2.3. Creatina

### 2.3.1. Conhecimento do suplemento Creatina

#### – total e por modalidade

Iniciando agora uma abordagem mais específica à Creatina, uma das substâncias que está, primordialmente, na génese deste trabalho (não especificando as inúmeras formas com que se apresenta comercialmente), e consideradas, simultaneamente, as duas modalidades, extrai-se que 89,9% dos inquiridos conhecem o suplemento (gráfico 8). Isolando as modalidades, constata-se que 84,1% dos atletas de CrossFit conhecem o suplemento, enquanto esse valor sobe para os 94,5% nos praticantes de Musculação (gráfico 9). Embora surja a tentação, a verdade é que estes valores apurados, por si só, não se consubstanciam enquanto suficientemente esclarecedores para se extrapolar qualquer tipo de conclusão, designadamente acerca do conhecimento das características do próprio suplemento e do reconhecimento da sua teórica adequação a ambas as modalidades. Adiante se abordará (na presença de outros dados), com outro grau de detalhe, pertinência e rigor, estes aspectos correlacionais.

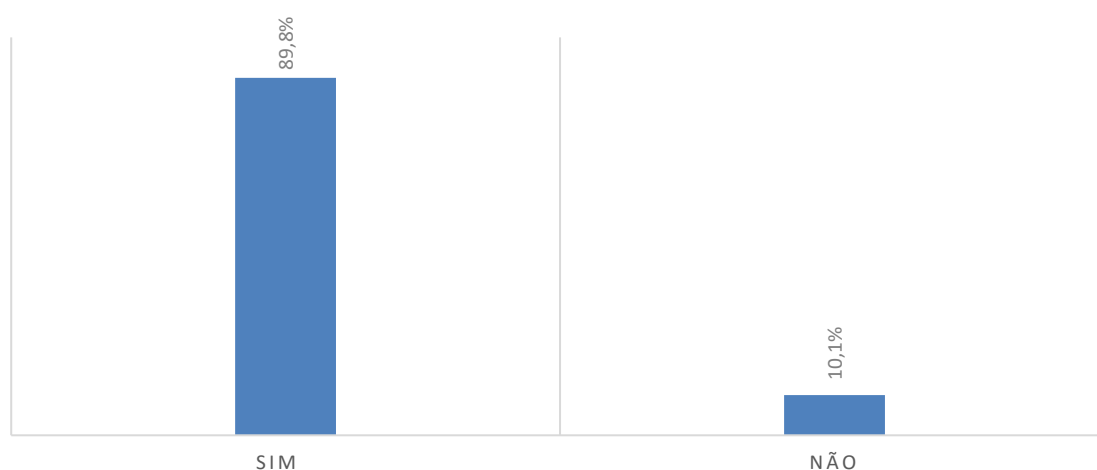


Gráfico 8: Conhecimento do suplemento Creatina - total (CrossFit + Musculação).

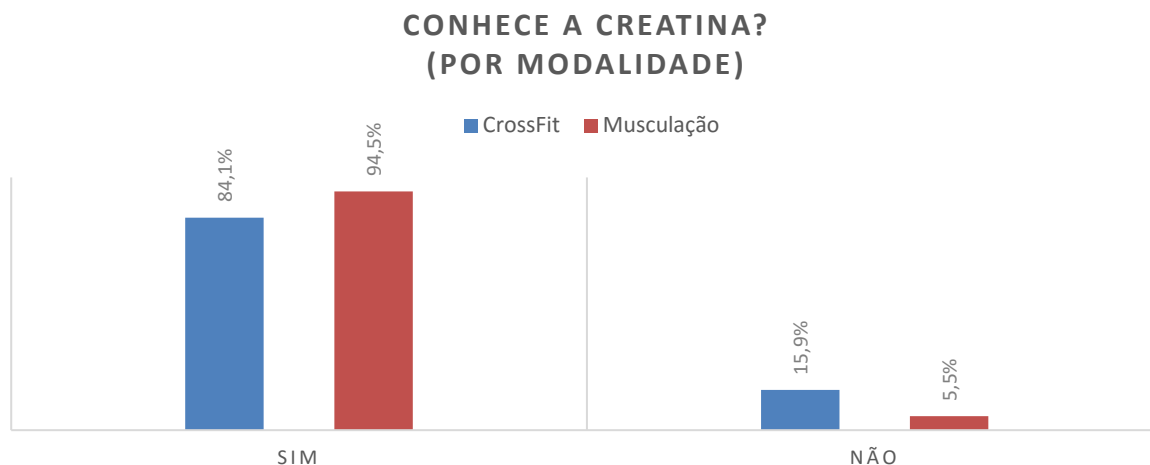


Gráfico 9: Conhecimento do suplemento Creatina por modalidade.

### 2.3.2. Conhecimento das potencialidades do suplemento Creatina – total e por modalidade

Dos 178 indivíduos que declararam conhecer a Creatina (gráfico 10), 84,8% dizem conhecer as suas potencialidades ergogénicas, o que contrasta bem com o valor daqueles que afirmam não as conhecer ( $p=0,00$ ). Estratificando por modalidade (gráfico 11), verifica-se que há mais atletas de Musculação do que de CrossFit a declarar conhecer as potencialidades da Creatina (92,3% vs 74,3%;  $p=0,01$ ).

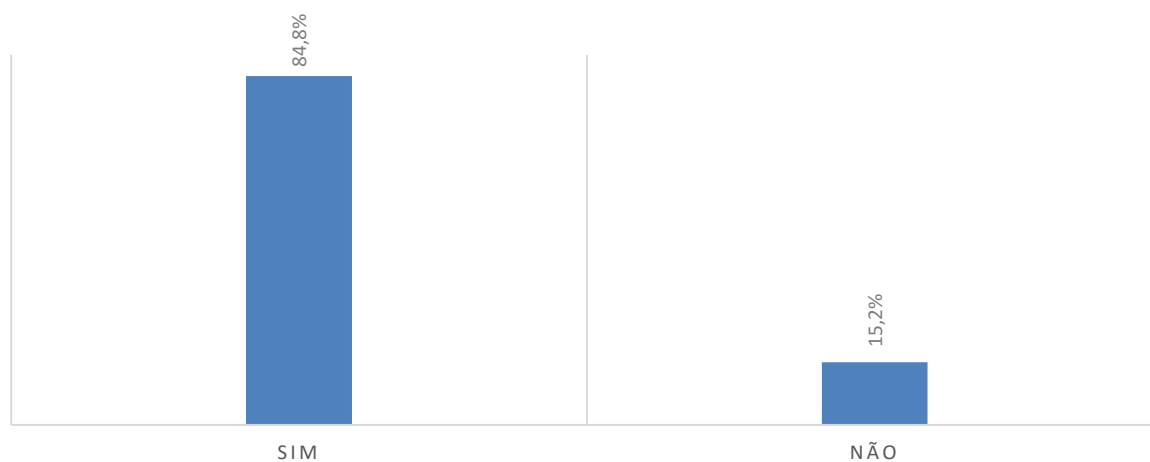


Gráfico 10: Conhecimento das potencialidades do suplemento Creatina - total (CrossFit + Musculação).

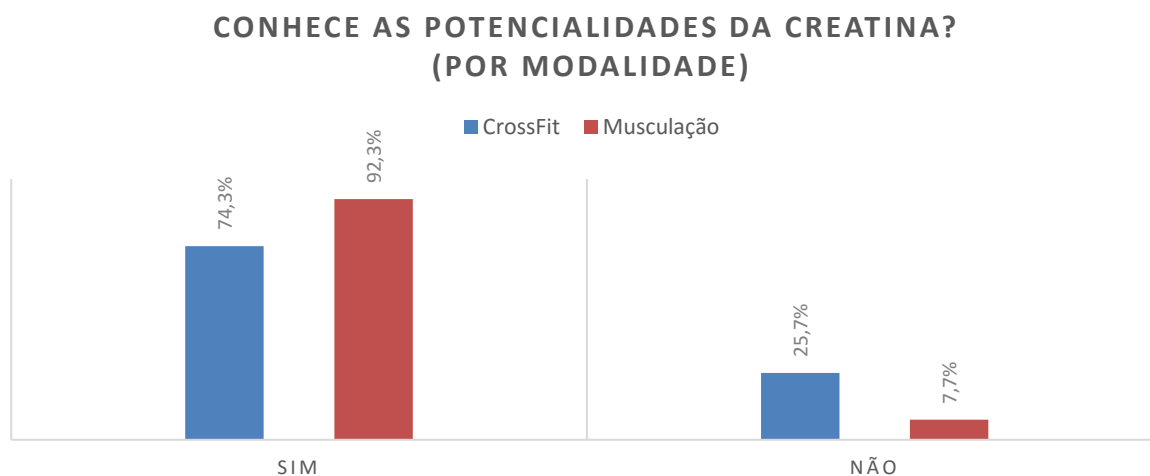


Gráfico 11: Conhecimento das potencialidades do suplemento Creatina por modalidade.

### 2.3.3. Consumo de Creatina – estratificação da amostra

No que se refere aos praticantes de CrossFit inquiridos, 45,9% nunca tomaram Creatina, 37,9% fizeram-no de forma isolada e 16,2% enquanto ingrediente de outro suplemento. No caso da Musculação, 66,3% fizeram-no de forma isolada e apenas 10,6% enquanto ingrediente de outro suplemento. Há uma diferença estatisticamente significativa ( $p=0,01$ ) para os valores de consumo total (isolado + como ingrediente de outro suplemento) entre o CrossFit e a Musculação (dados não mostrados na tabela). Ou seja, de acordo com as respostas recolhidas, há significativamente mais atletas de Musculação do que de CrossFit que já estiveram expostos à utilização de Creatina enquanto suplemento ergogénico. Em qualquer dos casos, entenda-se, modalidade, os valores obtidos neste estudo superam os postulados por Karimian et al. [139]. Pode teorizar-se que o relativamente elevado contacto com a Creatina, em ambas as modalidades, pode decorrer da consciência da acção benéfica que esta opera, designadamente em esforços predominantemente máximos e supra-máximos, ou seja, intensos e de curta duração [16, 18, 19, 24, 25, 27, 30, 36, 53], como o são, na generalidade dos casos, aqueles empreendidos quer na Musculação, quer no CrossFit. No que respeita à estratificação de consumo por

género, apenas 24,6% dos homens nunca consumiram Creatina ( $p=0,01$ ). No caso das mulheres, o valor sobe para os 68,8% ( $p=0,01$ ). Confrontando os valores obtidos entre os dois sexos, observa-se uma diferença bastante significativa nas respostas dadas. Assim, as mulheres inquiridas apresentam um mais baixo índice de consumo em comparação com o público do sexo masculino, registando-se uma taxa de utilização de apenas 31,2%, o que contrasta bem com os 75,4% observados no sexo oposto (dados não mostrados na tabela;  $p=0,00$ ). Parece existir uma forte tendência para uma maior predisposição para o consumo de Creatina nos indivíduos do sexo masculino, corroborando as conclusões avançadas por alguns estudos previamente publicados [139, 142]. No que respeita aos valores de consumo de Creatina pelas várias faixas etárias, o intervalo que regista uma maior discrepância (ainda assim, sem relevância estatística) entre o não consumo e o consumo (designadamente de forma isolada) é o respeitante aos indivíduos maiores de 41 anos, com 27,3% e 72,7% respectivamente. Também não foram encontradas diferenças estatisticamente relevantes entre a distribuição da prevalência de consumo quer quanto ao nível de escolaridade declarada, quer quanto à ocupação dos inquiridos. O tempo de prática desportiva total (longitudinal) parece influenciar os valores de consumo, sendo este tendencialmente mais expressivo quanto mais antiga é a prática (dados não mostrados na tabela;  $< 1$  ano = 45,5% vs  $> 3$  anos = 82,3%;  $p=0,00$ ). O número de horas de prática semanais tende a influenciar o consumo, registando-se o maior valor de indivíduos já expostos à Creatina no intervalo superior a 6 horas, embora as diferenças encontradas entre as variáveis não sejam estatisticamente significativas.

	Não (n = 58)		Sim, isoladamente (n = 97)		Sim, como ingrediente de outro suplemento (n = 23)		p
	n	%	n	%	n	%	
Modalidade							
CrossFit	34	45,9 <sub>a</sub>	28	37,9 <sub>b</sub>	12	16,2 <sub>a, b</sub>	,01
Musculação	24	23,1 <sub>a</sub>	69	66,3 <sub>b</sub>	11	10,6 <sub>a, b</sub>	,01
Sexo							
Sexo Masculino	36	24,6 <sub>a</sub>	88	60,3 <sub>b</sub>	22	15,1 <sub>b</sub>	<,01
Sexo feminino	22	68,8 <sub>a</sub>	9	28,1 <sub>b</sub>	1	3,1 <sub>b</sub>	<,01
Idade							
<18	0	0	1	100	0	0	
18-25	23	34,3	33	49,3	11	16,4	
26-33	19	31,7	32	53,3	9	15	
34-41	13	33,3	23	59,0	3	7,7	
>41	3	27,3	8	72,7	0	0	
Habilitações académicas							
9º ano	1	6,3	12	75,0	3	18,8	
12º ano	22	34,4	32	50,0	10	15,6	
Bacharelato	0	0	6	100	0	0	
Licenciatura	21	36,2	29	50,0	8	13,8	
Pós-graduação	3	60,0	2	40,0	0	0	
Mestrado	10	37,0	15	55,6	2	7,4	
Doutoramento	1	50,0	1	50,0	0	0	
Ocupação							
Trabalhador	39	32,8	67	56,3	13	10,9	
Estudante	12	37,5	15	46,9	5	15,6	
Trabalhador/estudante	4	23,5	9	52,9	4	23,5	
desempregado	3	30,0	6	60,0	1	10,0	
Anos de treino							
< 1 ano	24	54,5 <sub>a</sub>	12	27,3 <sub>b</sub>	8	18,2 <sub>a</sub>	,00
1-3 anos	20	36,4	28	50,9	7	12,7	
> 3 anos	14	17,7 <sub>a</sub>	57	72,2 <sub>b</sub>	8	10,1 <sub>a, b</sub>	,00
Horas de treino (h/semana)							
< 1 hora	2	66,7	0	0	1	33,3	
1 - 2 horas	11	37,9	17	58,6	1	3,4	
3 – 4 horas	15	45,5	15	45,5	3	9,1	
5 – 6 horas	12	32,4 <sub>a, b</sub>	16	43,2 <sub>b</sub>	9	24,3 <sub>a</sub>	,03
> 6 horas	18	23,7 <sub>a</sub>	49	64,5 <sub>b</sub>	9	11,8 <sub>a</sub>	,03

Tabela 5: Consumo de Creatina por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana;

Determinação da significância estatística obtida através do teste do Qui-quadrado;

(Letras diferentes significa que os valores de coluna diferem significativamente entre si).



### 2.3.4. Frequência de consumo – total e por modalidade

Dos 120 atletas de ambas as modalidades que já consumiram Creatina, 58,3% asseguram fazer entre 1 e 2 ciclos de suplementação com a substância por ano. 13,3% afirmam manter um consumo de Creatina numa base permanente, e 9,1% dizem já não a consumir (nunca).

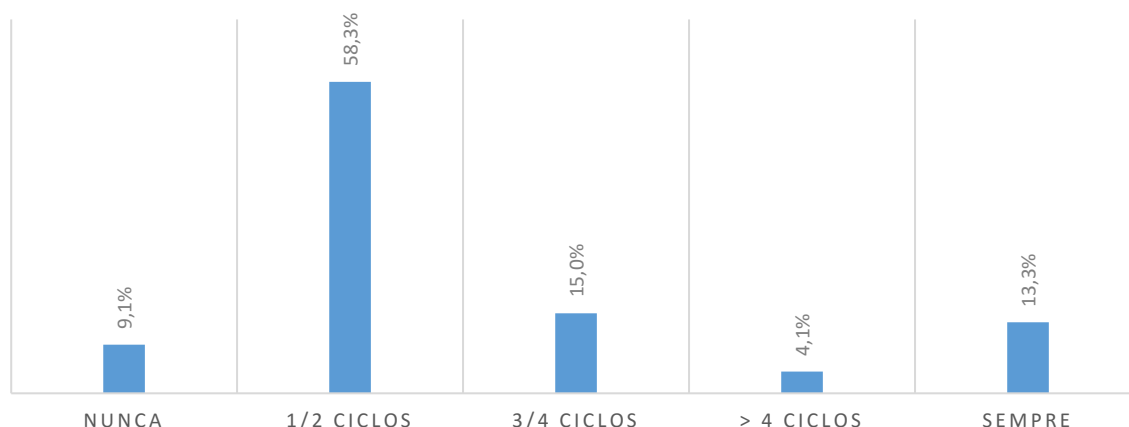


Gráfico 12: Frequência de consumo de Creatina – total (CrossFit + Musculação).

Não há diferenças estatisticamente significativas quanto à frequência de consumo de Creatina entre as duas modalidades ( $p>0,05$ ). Há, ainda assim, uma maior discrepância de valores registados na opção “sempre”, com 21,6% dos atletas de musculação a afirmar manter um permanente consumo de Creatina, enquanto que no CrossFit o valor baixa para cerca de metade: 10%.

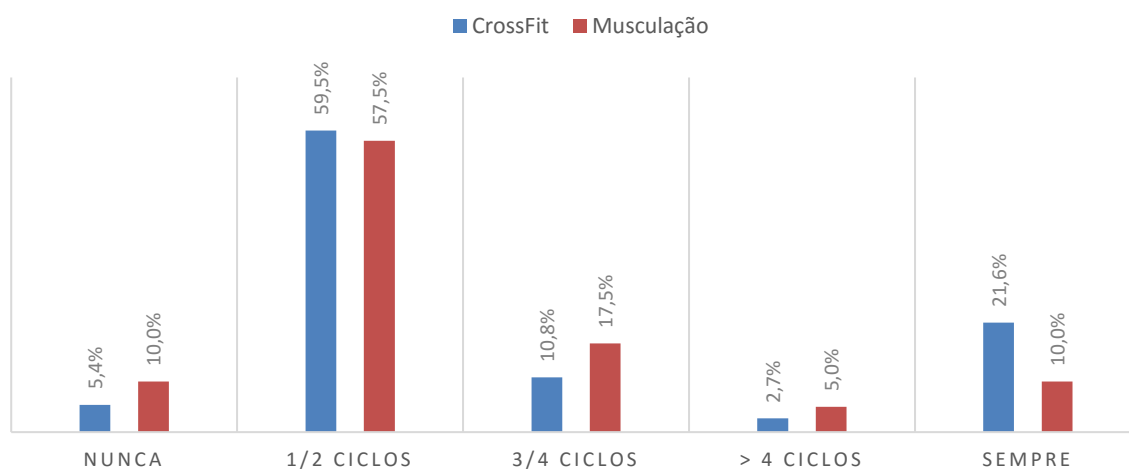


Gráfico 13: Frequência de consumo de Creatina por modalidade.

### 2.3.5. Prevalência de consumo – total e por modalidade

Dos 120 atletas que declararam já ter consumido Creatina, 40% fazem-no na actualidade (30% de forma isolada, e 10% enquanto ingrediente de outro suplemento), sendo este um valor abaixo do registado por Karimiam et al. [139] (gráfico 14).

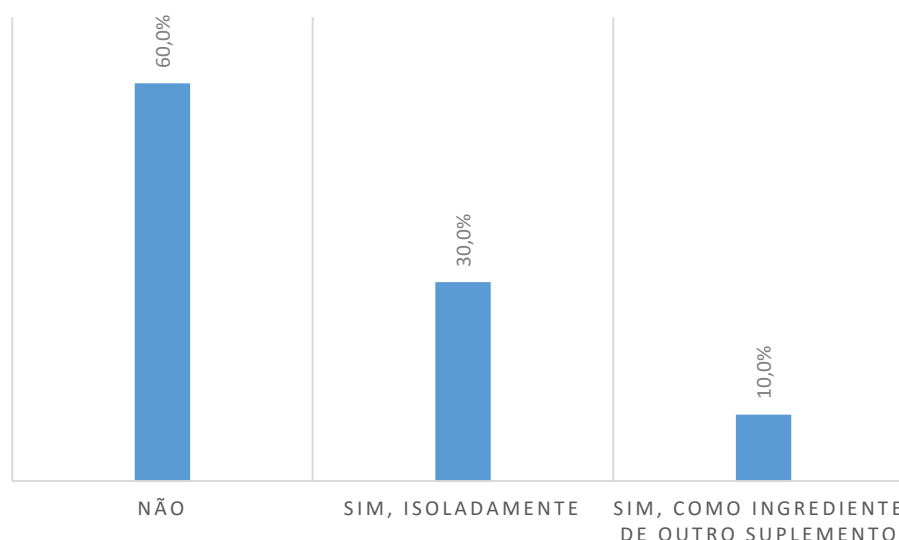


Gráfico 14: Prevalência de consumo de Creatina – total (*CrossFit* + Musculação).

No gráfico 15 apresentam-se os valores respeitantes à prevalência de consumo de Creatina por modalidade, tendo-se apurado que 55% dos praticantes de *CrossFit* utilizam um suplemento de Creatina, seja isoladamente (35%), seja como ingrediente de outro suplemento (20%), enquanto na Musculação esse o valor desce para 32,5% ( $p=0,01$ ). Ou seja, de acordo com as respostas dadas, e não obstante os potenciais efeitos que a Creatina gera do ponto de vista da hipertrofia muscular [15, 32, 38, 51, 55, 57], objectivo primeiro junto dos atletas de Musculação, há uma maior prevalência de consumo de Creatina no *CrossFit* do que na Musculação. Aparentemente de forma contraditória, isto sucede apesar de haver mais atletas de Musculação do que de *CrossFit* a afirmar conhecer as potencialidades ergogénicas atribuídas à Creatina (92,3% vs 74,3%;  $p=0,01$ ).

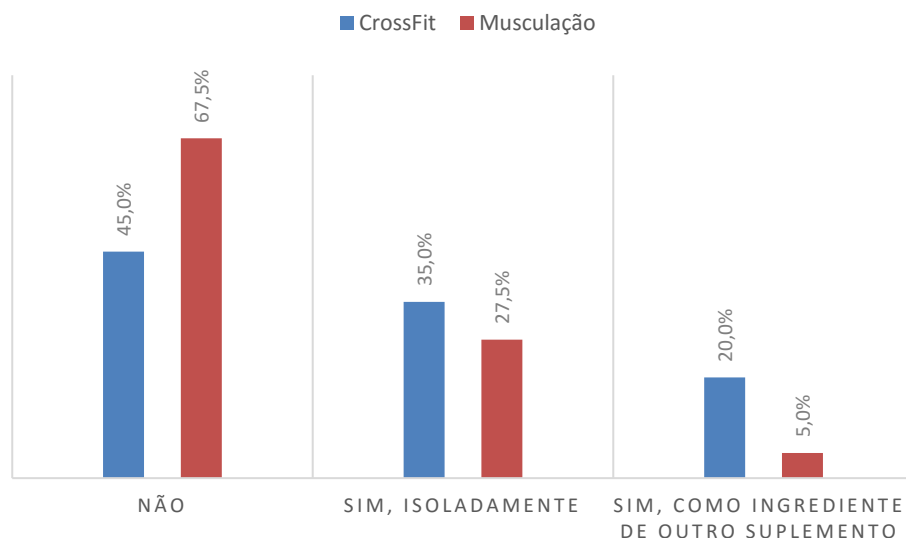


Gráfico 15: Prevalência de consumo de Creatina por modalidade.

### 2.3.6. Quantidade consumida: estratificação da amostra

De acordo com os dados obtidos e vertidos na tabela 6, 54,2% dos consumidores de Creatina afirmam tomar entre 5 e 10g diárias, 40% menos de 5g e 5,8% mais de 10g (dados não mostrados na tabela). 60% dos atletas de Musculação tomam entre 5 e 10g de Creatina por dia, enquanto metade dos atletas de CrossFit tomam menos de 5g diárias. Apenas 7,5% e 5% dos atletas de CrossFit e de Musculação, respectivamente, ingerem mais de 10 g diárias. Estratificando as respostas pelo género dos participantes, a maior parte dos homens (56,4%) afirma situar-se no intervalo intermédio de quantidade diária (5-10g), enquanto que nas mulheres o parâmetro mais expressivo é o de menos de 5g (60%). Nas variáveis "idade" e "habilitações académicas", verifica-se, de novo, alguma homogeneidade nos resultados apurados, não se destacando, com significância estatística, qualquer dos seus subgrupos. Merecedor de particular reparo é o grupo de indivíduos maiores de 41 anos, já que concentram a totalidade das respostas de consumo superior a 10 g por dia, perfazendo 100% dessa faixa etária. Na variável "ocupação", o intervalo 5-10g é também dominante, totalizando, em qualquer dos seus subgrupos, valores sempre superiores a 50%. No que concerne à análise da quantidade de Creatina consumida indexada ao número de anos de treino, há uma tendência de equilíbrio (diferenças sem significância estatística) entre os subgrupos < 5g e 5-

10g, não se conseguindo destacar algum valor em particular. Por último, e no que respeita ao tempo de treino semanal, há também uma tendência de equilíbrio (tal como registado na variável anterior), com o intervalo de entre 5 e 10 g a obter a maioria das respostas. A exceção reside no subgrupo de 3-4 horas de treino semanais, em que 50% dos inquiridos respondeu consumir menos do que 5g de Creatina.

Estes resultados, que indicam que a maior parte dos atletas consome entre 5 e 10 gramas de Creatina por dia, situam-se abaixo daqueles referidos como mais eficazes, pela generalidade da literatura, para que se extraia as maiores vantagens ergogénicas do suplemento – 10 a 20 gr [48-50].

	< 5 g (n = 48)		5 – 10 g (n = 65)		> 10 g (n = 7)		p
	n	%	n	%	n	%	
Modalidade							
CrossFit	20	50,0	17	42,0	3	7,5	
Musculação	28	35,0	48	60,0	4	5,0	
Sexo							
Sexo Masculino	42	38,2	62	56,4	6	5,5	
Sexo feminino	6	60,0	3	30,0	1	10,0	
Idade							
<18	0	0	1	100	0	0	
18-25	20	45,5	23	52,3	1	2,3	
26-33	14	34,1	24	58,5	3	7,3	
34-41	14	53,8	9	34,6	3	11,5	
>41	0	0	8	100	0	0	
Habilitações académicas							
9º ano	6	40,0	9	60,0	0	0	
12º ano	15	35,7	24	57,1	3	7,1	
Bacharelato	1	16,7 <sub>a</sub>	3	50,0 <sub>a, b</sub>	2	33,3 <sub>b</sub>	,00
Licenciatura	18	48,6	19	51,4	0	0	
Pós-graduação	1	50,0 <sub>a, b</sub>	0	0 <sub>b</sub>	1	50,0 <sub>a</sub>	,00
Mestrado	7	41,2	10	58,8	0	0	
Doutoramento	0	0	0	0	1	100	
Ocupação							
Trabalhador	33	41,3	41	51,3	6	7,5	
Estudante	8	40,0	11	55,0	1	5,0	
Trabalhador/estudante	5	38,5	8	61,5	0	0	
desempregado	2	28,6	5	71,4	0	0	
Anos de treino							
< 1 ano	9	45,0	8	40,0	3	15,0	
1-3 anos	15	42,9	19	54,3	1	2,9	
> 3 anos	24	36,9	38	58,5	3	4,6	
Horas de treino (h/semana)							
< 1 hora	1	100	0	0	0	0	
1 - 2 horas	7	38,9	10	55,6	1	5,6	
3 – 4 horas	9	50,0	8	44,4	1	5,6	
5 – 6 horas	11	44,0	12	48,0	2	8,0	
> 6 horas	20	34,5	35	60,3	3	5,2	

Tabela 6: Quantidade de Creatina consumida por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana;

Determinação da significância estatística obtida através do teste do Qui-quadrado;

(Letras diferentes significa que os valores de coluna diferem significativamente entre si).

### 2.3.7. Expectativas vs percepções de resultados na Musculação

Conforme é perceptível no gráfico seguinte (16), há um desfasamento mais ou menos pronunciado na maior parte das variáveis, concretamente entre as expectativas iniciais e os resultados aferidos após a toma de Creatina. O aumento de força era esperado por 71,3% dos consumidores, mas foi verificado em 63,8%; 48,8% esperavam obter uma melhoria da composição corporal (relação massa gorda/massa magra), mas apenas 31,3% a atingiram; 41,3% dos atletas esperavam uma melhor recuperação entre treinos, tendo sido constatada por 32,5%; o aumento da resistência era esperado por 38,8% dos inquiridos, sendo registado por 35%; a melhoria da recuperação entre séries era expectável para 25% dos participantes, mas foi confirmada em 21,3% deles. Nas restantes variáveis, constata-se existir uma tendência de equilíbrio entre os resultados esperados e os efectivamente verificados, embora os valores sejam bem mais marginais. A variável “nada” não foi, obviamente, mencionada por qualquer participante enquanto expectativa, porquanto tal não faria qualquer sentido, mas foi invocada por 11,3% que declararam nada ter beneficiado com a toma do suplemento. As variáveis “aumento da força”, “melhoria da composição corporal” e “melhor recuperação entre séries” obtêm, assim, um *score* algo surpreendente, pelos relativamente baixos valores que lhe estão associados enquanto expectativas ou, ainda, como percepções. Efectivamente, estes serão, de entre as várias potencialidades ergogénicas já identificadas e sistematizadas pela literatura, dos efeitos mais demonstrados da substância. O aumento dos índices de força, a melhoria da composição corporal e a melhoria da recuperação entre séries são dos efeitos positivos mais associados ao consumo de Creatina, não obstante terem sido percebidos, respectivamente, por apenas 63,8%, 31,3% e 21,3% dos atletas. Com efeito, estas vantagens encontram-se tão abundantemente plasmadas na literatura disponível (acima descritas), que os números obtidos (fortemente desfasados face ao que a ciência postula) não podem senão causar admiração [16, 18, 19, 29, 30, 38, 47, 52-54]. Estes resultados podem indiciar alguma falha no protocolo de suplementação adoptado, concretamente numa ausente ou deficiente “fase de carga” (20gr x 5

dias), considerada essencial para que o efeito ergogénico se opere no seu potencial máximo [20, 27, 37]. Outra hipótese em aberto será, primeiro, o desconhecimento parcial dos efeitos operados pela Creatina (a cientificamente infundada expectativa de melhorar a recuperação entre treinos, reportada por 41,3% dos atletas, é disso paradigmático exemplo), e, em segundo plano, uma deficiente avaliação dos resultados. Como é evidente, não é de descurar que, em casos pontuais, não se tenham efectivamente observado quaisquer efeitos benéficos, pese embora o facto de se terem acuteladas todas as variáveis condicionantes dos resultados, nomeadamente o protocolo de suplementação supra mencionado.

### MUSCULAÇÃO - EXPECTATIVAS E PERCEPÇÕES

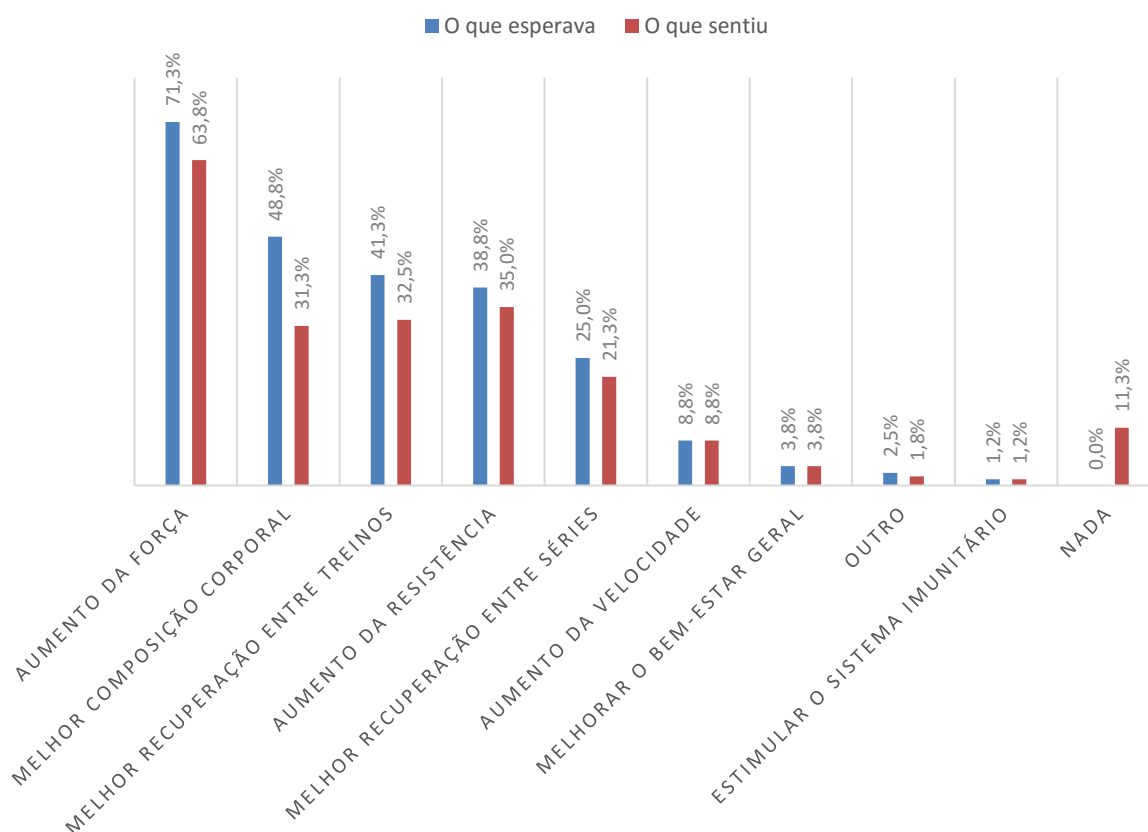


Gráfico 16: Expectativas e percepções de resultados da utilização de Creatina na Musculação.

### 2.3.8. Expectativas vs percepções de resultados no CrossFit

Em todos os parâmetros há um desfasamento entre as expectativas iniciais, e os resultados aferidos após a toma de Creatina. O aumento de força era esperado por 77,5% dos consumidores, mas foi verificado em 70%; 45% esperavam obter uma melhoria da composição corporal (proporção massa gorda-massa magra), mas apenas 35% a atingiram; o aumento da resistência era esperado por 42,5% dos inquiridos, sendo registado por 25%; a melhoria da recuperação entre séries era expectável para 37,5% dos participantes, mas foi confirmada em 30% deles; 37,5% dos atletas esperavam uma melhor recuperação entre treinos, tendo sido verificada por 25%. A mesma tendência se verifica nos restantes parâmetros, excepto no “estímulo do sistema imunitário”, que não obteve qualquer resposta. O parâmetro “nada” não foi, obviamente, mencionado por qualquer participante enquanto expectativa, porquanto tal não faria qualquer sentido, mas foi invocado por 5% que declararam nada ter beneficiado com a toma do suplemento (gráfico 17).

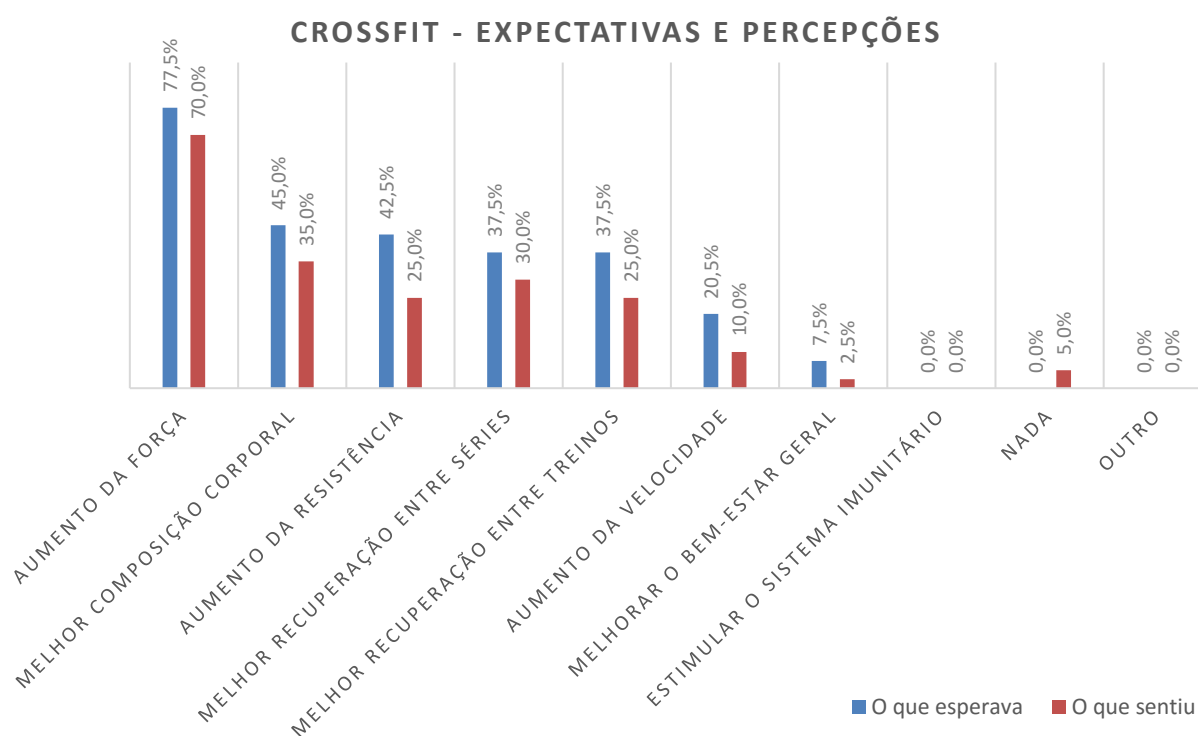


Gráfico 17: Expectativas e percepções de resultados da utilização de Creatina no CrossFit.



### 2.3.9. Expectativas: CrossFit vs Musculação

A ordem das expectativas enunciadas é coincidente a ambas as modalidades, havendo, no entanto, uma oscilação de valores sem significância estatística ( $p>0,05$ ). O aumento de força (77,5% no CrossFit e 71,3% na Musculação), a melhoria da composição corporal (40% e 48,8%), o aumento da resistência (42,5% e 41,3%), o aumento de recuperação entre séries (37,5% e 38,8%) e o aumento da recuperação entre treinos (37,5% e 25%) são as principais expectativas apontadas pelos atletas de ambas as modalidades. A melhoria da recuperação entre treinos é o parâmetro onde se regista um maior desfasamento entre as duas modalidades ( $p>0,05$ ), concretamente de 12,5% (gráfico 18).

Os resultados evidenciam que nem todos os atletas conhecem em rigor o potencial ergogénico da Creatina, uma vez que cerca de 25% daqueles que já a utilizaram não esperam aquele que é, comprovadamente, o maior benefício que o suplemento pode aportar a um atleta: o aumento da força/potência [30, 52, 53].

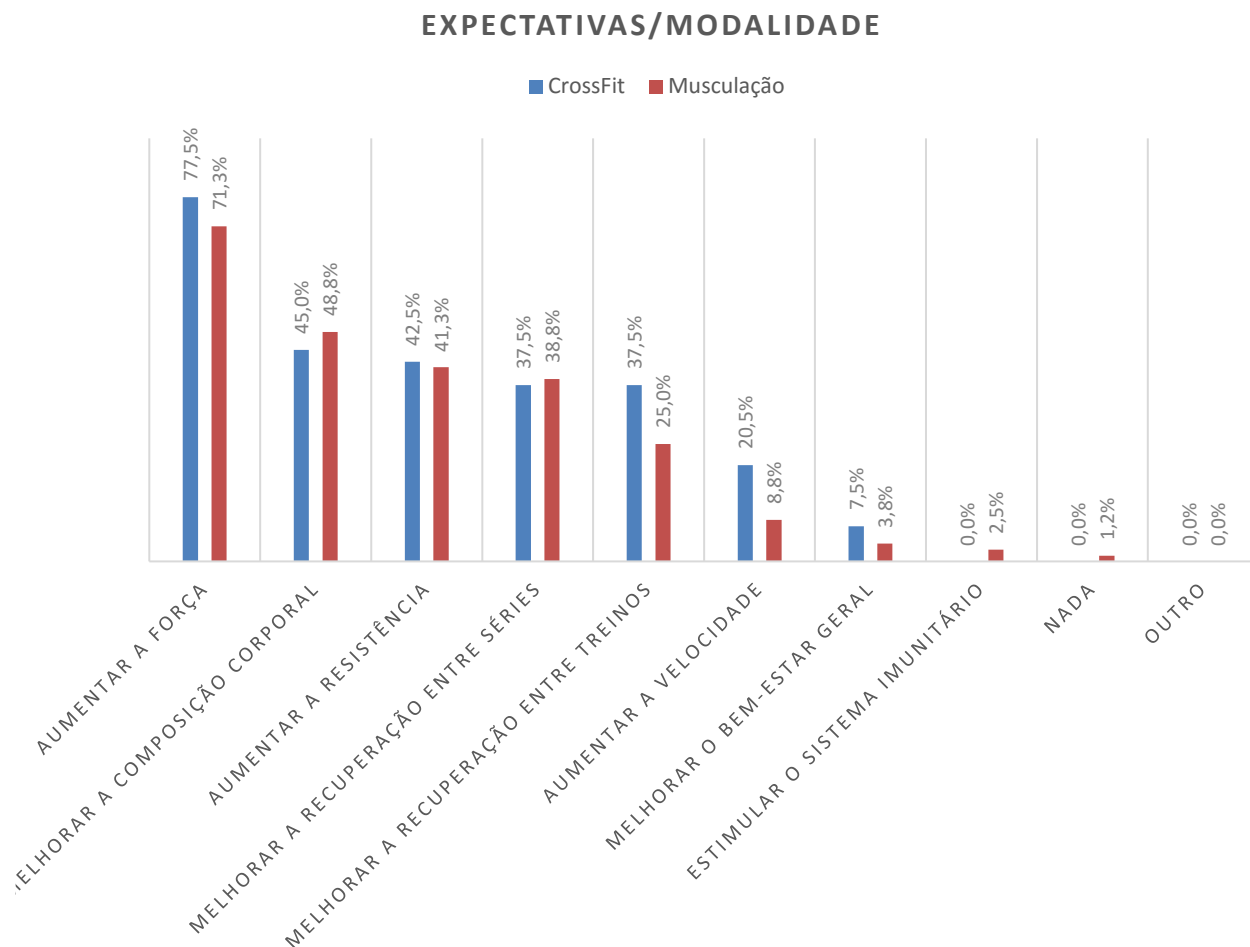


Gráfico 18: Diferencial de expectativas de resultados da utilização de Creatina no CrossFit e na Musculação.

### 2.3.10. Percepções: CrossFit vs Musculação

Há uma aproximação de valores entre as respostas das duas modalidades, no que respeita quer à percepção de aumento de força, quer à melhoria da composição corporal. No primeiro caso, esse aumento foi confirmado por 70% dos atletas de CrossFit utilizadores de Creatina, e por 63,8% dos praticantes de Musculação. No segundo caso, 35% dos atletas de CrossFit reportaram uma melhoria de composição corporal, enquanto na Musculação o valor foi de 31,3% (gráfico 19).

## PERCEPÇÕES/MODALIDADE

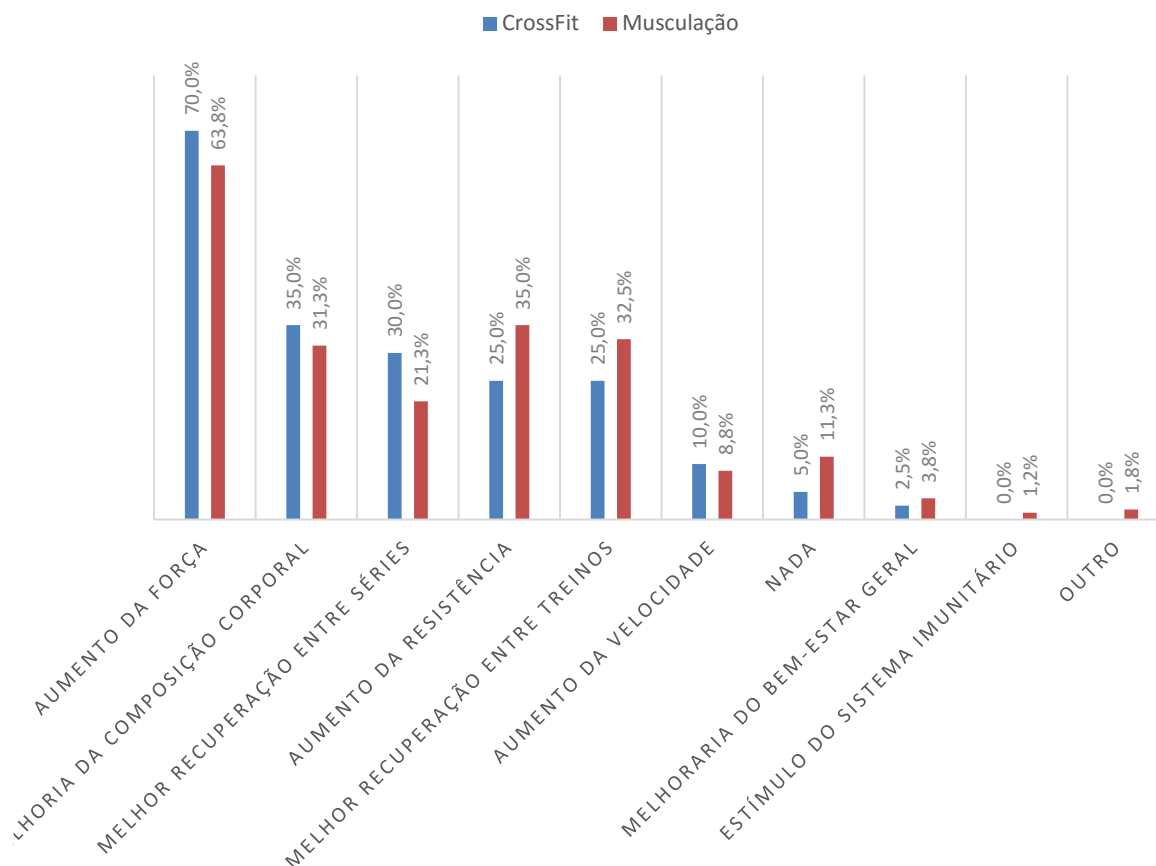


Gráfico 19: Diferencial de percepções de resultados da utilização de Creatina no CrossFit e na Musculação.

### 2.3.11. Efeitos adversos reportados

Dos indivíduos que já usaram Creatina, 9,2% declararam ter sentido algum efeito colateral decorrente da toma de Creatina. As decorrências menos positivas apontadas prenderam-se com um alegado stress renal (3 registos), aumento da retenção hídrica, com ligeiro edema generalizado (2 registos), cefaleias leves, coincidentes com a fase de carga da Creatina (2 registos), aumento da tensão arterial (1 registo), leve poliúria (1 registo), e aumento da incidência de câibras musculares (1 registo). Estratificando por modalidade, extrai-se que 90% e 91,3% dos praticantes de CrossFit e de Musculação utilizadores de Creatina, respectivamente, afirmam nunca ter sentido qualquer efeito indesejável com a toma do suplemento.

A (densa) literatura publicada não corrobora nem respalda todas as manifestações adversas reportadas pelos atletas integrantes neste estudo. Os principais efeitos secundários citados na literatura, decorrentes da suplementação com alguma forma de Creatina, são o aumento da tensão muscular e da incidência de câibras, a supressão da síntese endógena de creatina e pontuais indisposições gastrointestinais [10, 152]. O mais temido receio de efeito colateral negativo, para alguns atletas consumidores, é um pretenso e teórico aumento do risco de problemas renais, fundados na elevação dos níveis de Creatinina séricos que se observa nos utilizadores de Creatina. No entanto, e conforme descrito anteriormente, tal aumento (que é clinicamente factual) não resulta de qualquer sobrecarga da função renal, antes da degradação da própria Creatina no seu subproduto “Creatinina” [61-65]. Esta consideração encontra-se corroborada pela recente posição assumida, conjuntamente, pela *Academy of Nutrition and Dietetics*, *Dietitians of Canada*, e pelo *American College of Sports Medicine* [152].

## 2.4. Beta-alanina

### 2.4.1. Conhecimento do suplemento – total e por modalidade

Globalmente, consideradas simultaneamente as duas modalidades, 53,5% dos inquiridos afirmam conhecer o suplemento Beta-alanina (gráfico 20). Este valor “empalidece” quando comparado com os 89,8% obtidos relativamente à Creatina, evidenciando-se, desta forma, as diferenças de popularidade entre as duas substâncias. Isolando esse conhecimento por modalidades, constata-se que 40,9% dos atletas de CrossFit conhecem o suplemento, enquanto esse valor sobe para os 50,9% nos praticantes de Musculação (gráfico 21).

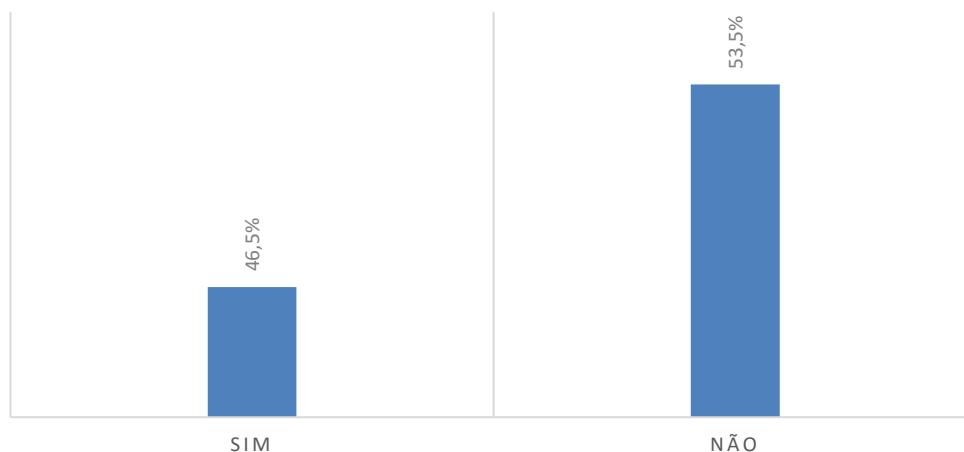


Gráfico 20: Conhecimento do suplemento Beta-alanina - total (*CrossFit* + Musculação).

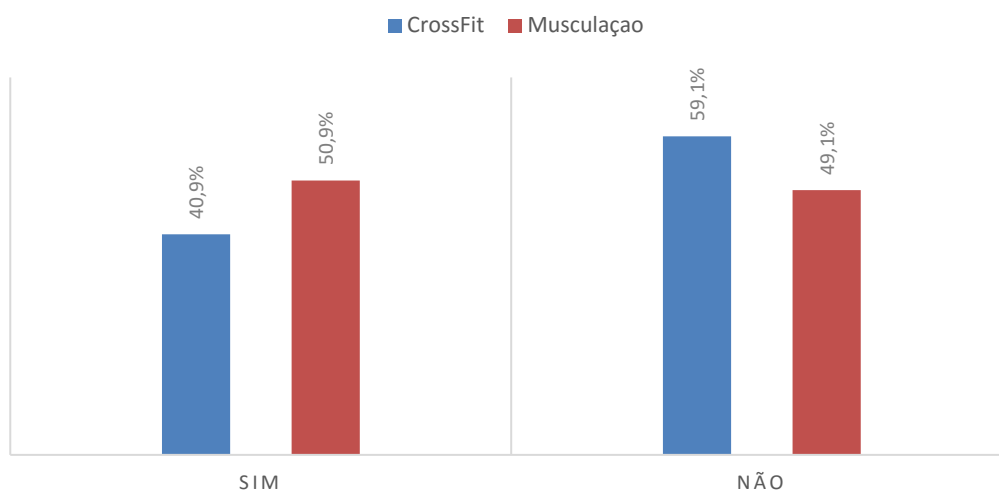


Gráfico 21: Conhecimento do suplemento Beta-alanina por modalidade.

#### 2.4.2. Conhecimento das potencialidades do suplemento – total e por modalidade

Dos 92 indivíduos que declararam conhecer a Beta-alanina, 77,2% dizem conhecer as suas potencialidades ergogénicas (gráfico 22). Estratificando por modalidade, 72,2% dos atletas de *CrossFit* que conhecem o suplemento, afirmam conhecer também as suas potencialidades ergogénicas. No caso da Musculação, esse valor sobe para os 80,4% (gráfico 23).

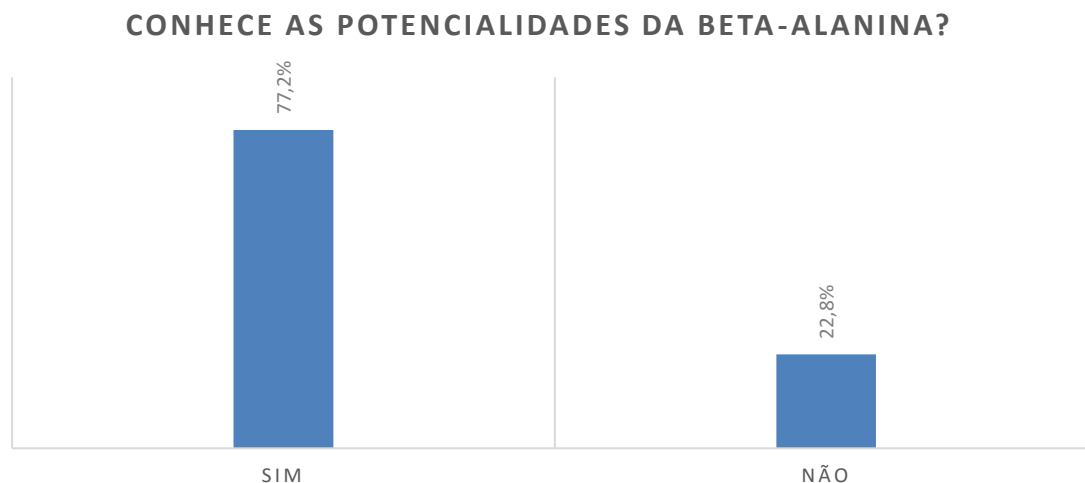


Gráfico 22: Conhecimento das potencialidades do suplemento Beta-alanina - total (*CrossFit* + Musculação).

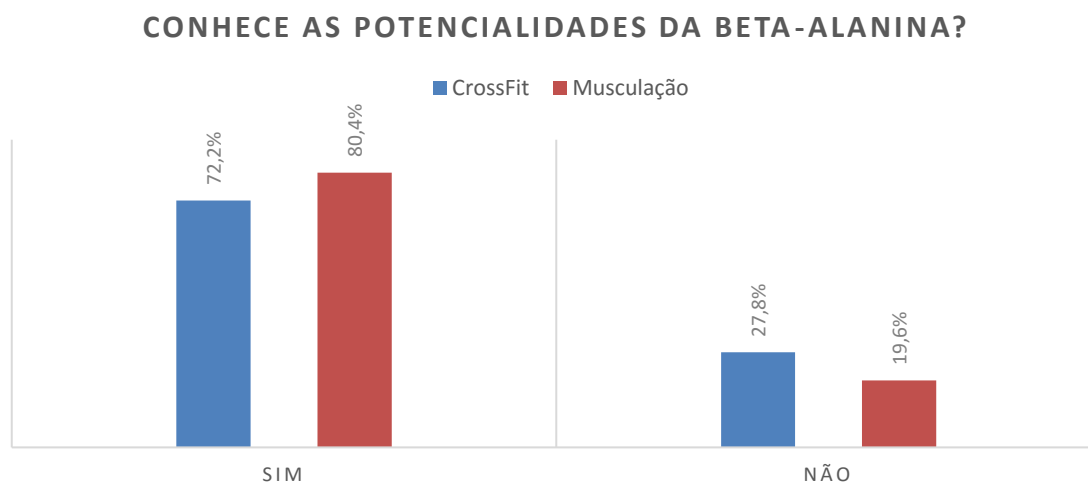


Gráfico 23: Conhecimento das potencialidades do suplemento Beta-alanina por modalidade.

### 2.4.3. Consumo de Beta-alanina: estratificação da amostra

No que se refere aos praticantes de *CrossFit* inquiridos e que conhecem o suplemento, 63,9% afirmaram nunca o ter tomado, 22,2% fizeram-no de forma isolada e 13,9% enquanto ingrediente de outro suplemento. No caso da Musculação, 39,3% fizeram-no de forma isolada e 16,1% enquanto ingrediente de outro suplemento, um resultado muito aproximado daquele obtido por Kelly et al. [136]. Ou seja, os praticantes de Musculação tendem a apresentar uma exposição maior à Beta-alanina, quando comparados com os atletas de *CrossFit* (55,4% vs 36,1%;  $p > 0,05$ ). As respostas obtidas, desigadamente o facto de essa

exposição ser maior no âmbito da Musculação, são, de alguma forma, surpreendentes, consideradas as características e potencial ergogénico (teoricamente) reconhecido à Beta-alanina. Como já mencionado, e reportando-me às suas características ergogénicas, poderá dizer-se que esta se adequa mais aos objectivos (eminentemente de performance) e tipo/duração de esforço desenvolvido no CrossFit, do que àqueles tipicamente associados à musculação (objectivos puramente estéticos), assim como ao seu tipo/duração de esforço. Como já referido, a ciência vem advogando que a Beta-alanina é potencialmente mais benéfica quando utilizada em actividades físicas cuja duração se encontra, genericamente, entre os 120 e os 240 segundos, intervalo em que a performance é altamente limitada pela acumulação de hidrogeniões (H<sup>+</sup>) e pela decorrente acidificação muscular. Logo, a adopção da substância enquanto suplemento desportivo encerrará substancialmente maiores vantagens no tipo de treino adoptado no CrossFit, mais dependente da glicólise, do que na Musculação, primordialmente “refém” do sistema energético ATP-CP [81, 110, 114, 115], pelo que o resultado obtido não fará, nessa perspectiva, o maior dos sentidos.

No que concerne à distribuição de consumo pelo sexo dos participantes, 81,8% das mulheres inquiridas afirmam nunca terem consumido Beta-alanina. Já nos homens, o valor obtido para a mesma variável é de 48,1%. Assim, observa-se um mais baixo índice de consumo no universo da amostra feminina, em comparação com o público do sexo masculino, registando-se, respectivamente, uma taxa de utilização 18,2% e 51,8% (dados não mostrados;  $p=0,03$ ).

No que respeita à distribuição de consumo por faixa etária, verifica-se existir uma certa homogeneidade intra e inter-variáveis, não se apurando diferenças estatisticamente relevantes. Não é, pois, possível a determinação de qualquer padrão de consumo.

Também não foram encontradas diferenças estatisticamente válidas entre a prevalência de consumo quer quanto ao nível de escolaridade declarada, quer quanto à ocupação dos inquiridos.

De igual forma, o tempo de prática desportiva semanal não parece influenciar os valores de consumo, pois, ao contrário do observado com a

Creatina, ao maior intervalo de horas de prática semanal não corresponde um maior índice de utilização.

No tempo total de prática da modalidade, no entanto, parece existir uma certa relação entre um maior tempo de treino (> 3 anos) e a uma superior prevalência de consumo (56,9%;  $p=0,01$ ) (tabela 7).

	Não (n = 48)		Sim, isoladamente (n = 30)		Sim, como ingrediente de outro suplemento (n = 14)		p
	n	%	n	%	n	%	
Modalidade							
CrossFit	23	63,9	8	22,2	5	13,9	
Musculação	25	44,6	22	39,3	9	16,1	
Sexo							
Sexo Masculino	39	48,1	29	35,8	13	16,0	
Sexo feminino	9	81,8	1	9,1	1	9,1	
Idade							
<18	0	0	0	0		100	
18-25	17	56,7	8	26,7	5	16,7	
26-33	20	57,1	11	31,4	4	11,4	
34-41	7	35,0	9	45,0	4	20,0	
>41	4	66,7	2	33,3	0	0	
Habilitações académicas							
9º ano	5	55,6	3	33,3	1	11,1	
12º ano	12	46,2	8	30,8	6	23,1	
Bacharelato	1	20,0	3	60,0	1	20,0	
Licenciatura	16	51,6	12	38,7	3	9,7	
Pós-graduação	3	75,0	0	0	1	25,0	
Mestrado	10	62,5	4	25,0	2	12,5	
Doutoramento	1	100	0	0	0	0	
Ocupação							
Trabalhador	34	50,7	24	35,8	9	13,4	
Estudante	5	62,5 <sub>a, b</sub>	0	0 <sub>b</sub>	3	37,5 <sub>a</sub>	,02
Trabalhador/estudante	6	54,5	4	36,4	1	9,1	
desempregado	3	50,0	2	33,3	1	16,7	
Anos de treino							
< 1 ano	11	68,8	3	18,8	2	12,5	
1-3 anos	15	60,0 <sub>a, b</sub>	3	12,0 <sub>b</sub>	7	28,0 <sub>a</sub>	,01
> 3 anos	22	43,1 <sub>a</sub>	24	47,1 <sub>b</sub>	5	9,8 <sub>a</sub>	,01
Horas de treino (h/semana)							
< 1 hora	2	66,7	0	0	1	33,3	
1 - 2 horas	4	36,4	3	27,3	4	36,4	
3 – 4 horas	6	54,6	4	36,4	1	9,1	
5 – 6 horas	11	61,1	4	22,2	3	16,7	
> 6 horas	25	51,0	19	38,8	5	10,2	

Tabela 7: Consumo de Beta-alanina por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.

Determinação da significância estatística obtida através do teste do Qui-quadrado;

(Letras diferentes significa que os valores de coluna diferem significativamente entre si).



#### 2.4.4. Frequência de consumo – total e por modalidade

Dos 44 atletas de ambas as modalidades que já consumiram Beta-alanina, 61,4% dizem fazer entre 1 e 2 ciclos de suplementação com a substância por ano. 4,5% afirmam manter um consumo da substância numa base permanente, e 13,6% dizem já não a consumir (nunca) (gráfico 24).

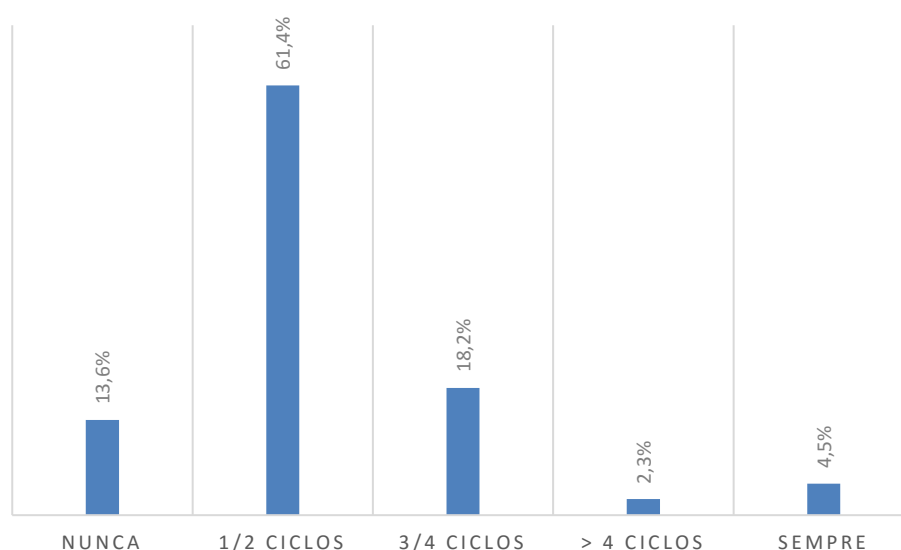


Gráfico 24: Frequência de consumo de Beta-alanina – total (CrossFit + Musculação).

Registam-se diferenças estatisticamente significativas nos dados obtidos quando se analisa a frequência de consumo entre as duas modalidades. A opção “1/2 ciclos” observa uma frequência de 38,5% no CrossFit e 71% na Musculação ( $p=0,04$ ). Ainda com aceitável grau de confiabilidade ( $p=0,05$ ), a opção “nunca” regista 30,8% de respostas dos praticantes de CrossFit e apenas 6,5% dos atletas de Musculação (gráfico 25).

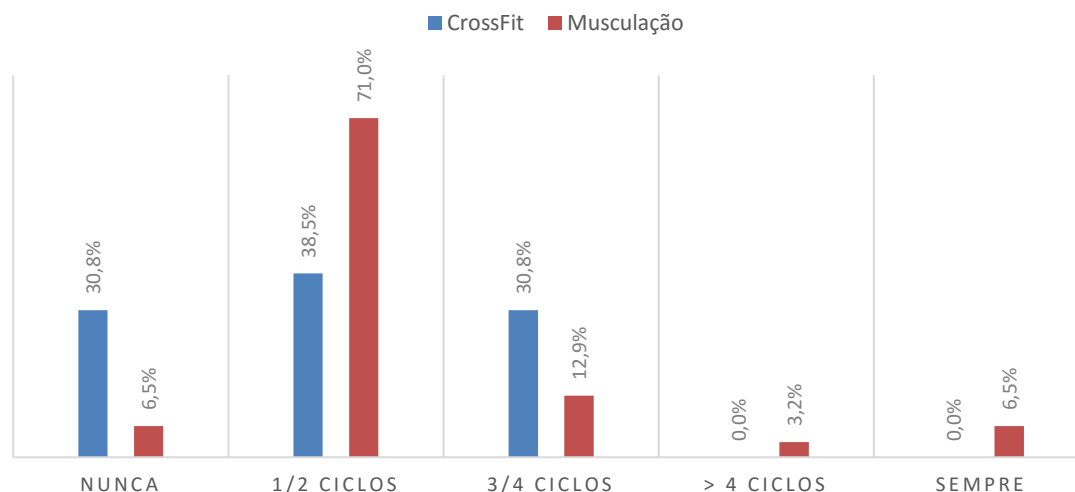


Gráfico 25: Frequência de consumo de Beta-alanina por modalidade.

#### 2.4.5. Prevalência de consumo – total e por modalidade

Dos 44 atletas que declararam já ter consumido Beta-alanina, apenas 22,7% o fazem na actualidade: 15,9% de forma isolada, e 6,8% enquanto ingrediente de outro suplemento (gráfico 26). Este valor é substancialmente mais baixo do que os 61% aferidos por Kelly et al. [136]. Poderia teorizar-se um sem fim de razões subjacentes a tão baixa expressão de consumo, mas, perante a ausência de dados que o suportem, tornar-se-ia tecnicamente arriscado e factualmente infundado qualquer tipo de extrapolação. Esta será, certamente, uma ponto interessante a esclarecer num futuro estudo.

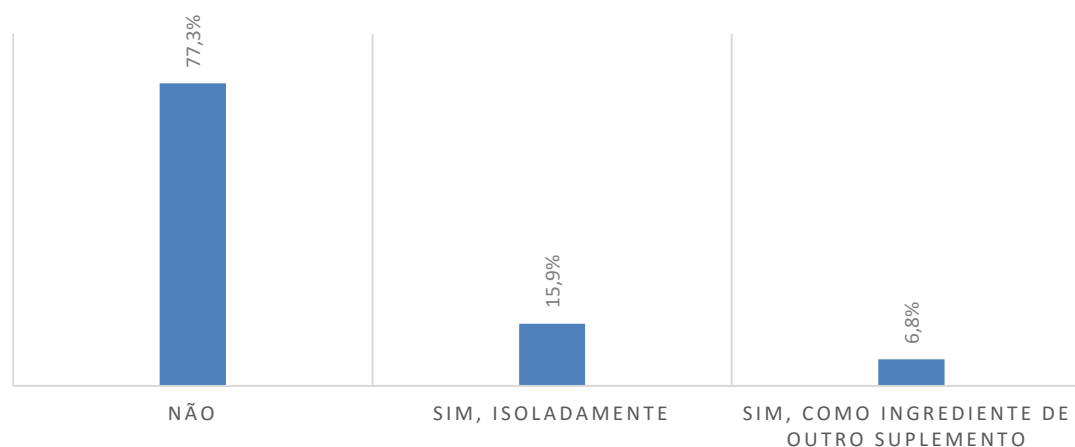


Gráfico 26: Prevalência de consumo de Beta-alanina – total (CrossFit + Musculação).

No gráfico 27 comparam-se os valores de consumo actual por modalidade, aferindo-se que 23,1% dos praticantes de CrossFit que já utilizaram Beta-alanina encontram-se a tomar o suplemento, seja isoladamente (15,4%), seja como ingrediente de outro suplemento (7,7%). No plano dos atletas de Musculação, 22,6% dos inquiridos encontram-se a consumir Beta-alanina: 16,1% de forma isolada e 6,5% enquanto ingrediente de outro suplemento.

Ao contrário do anteriormente observado no âmbito do consumo de Creatina, as diferenças de valores de consumo de Beta-alanina aqui enunciadas são estatisticamente marginais (gráfico 27).

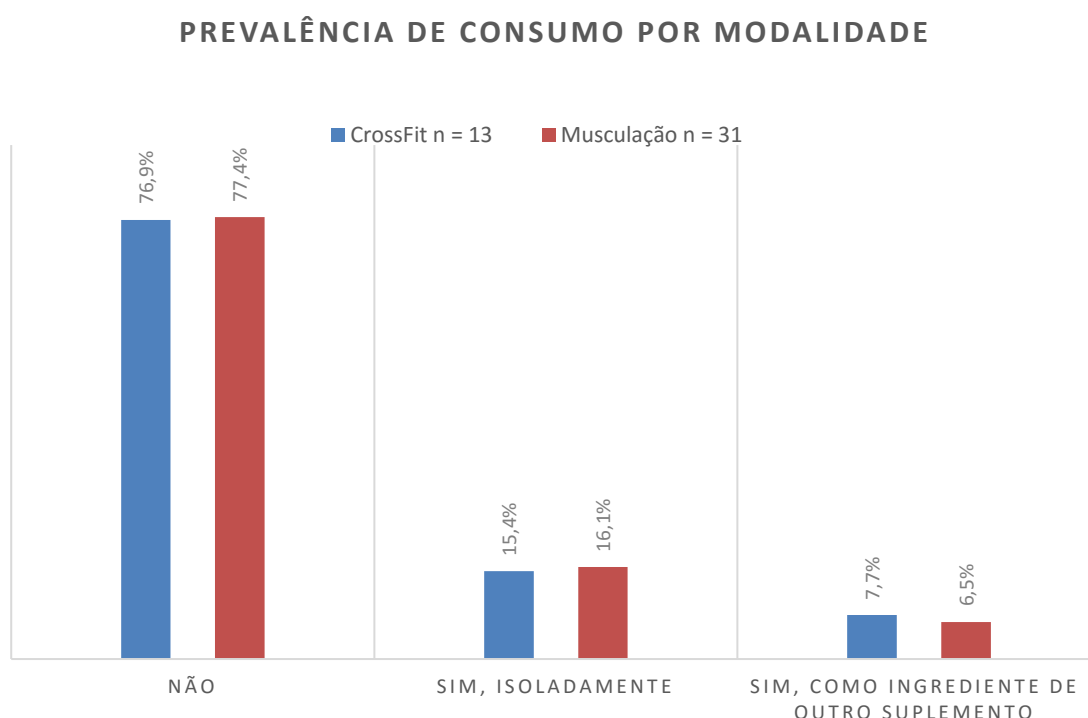


Gráfico 27: Prevalência de consumo de Beta-alanina por modalidade.

#### 2.4.6. Quantidade consumida: estratificação da amostra

Dos indivíduos consumidores de Beta-alanina, 56,8% afirmam tomar entre 2 e 5g diárias, 25% menos de 2g e 18,1% mais de 5g. 58,1% dos atletas de Musculação tomam entre 2 e 5g por dia, intervalo também mais prevalente no caso do CrossFit (53,8%). 15,4% e 19,4% dos atletas de CrossFit e de Musculação, respectivamente, ingerem mais de 5g de Beta-alanina diárias.

59,5% homens afirmam situar-se no intervalo intermédio de quantidade diária (2-5g). Nas variáveis “idade” e “habilitações académicas” e “ocupação”, verifica-se alguma homogeneidade nos resultados apurados. Destacam-se, no entanto, os subgrupos 26-33 e 34-41 anos, com 60% e 69,2%, respectivamente, a declarar consumir entre 2 e 5g diárias. No que concerne à análise da quantidade de Beta-alanina consumida indexada ao número de anos de treino e horas de prática semanais, não é possível determinar um padrão de consumo, já que este se encontra distribuído de forma arbitrária. A exceção reside no subgrupo de >6 horas de treino semanais, em que 25% dos inquiridos respondeu consumir mais do que 5g de Beta-alanina (tabela 8).

Os dados aqui enumerados, respeitantes às quantidades de Beta-alanina utilizadas, encaixam substantivamente nos intervalos defendidos por vários autores (4 a 6gr/dia) como os mais adequados para que se opere uma subida de 20 a 80% das concentrações de Carnosina muscular [81, 109]. Como já abordado, este aumento dos índices de concentração de Carnosina em ambiente muscular é condição essencial ao teorizado aumento da capacidade de conter o progressivo processo de acidificação muscular decorrente da utilização da glicólise enquanto processo energético dominante em esforços intensos e de curta duração [85, 92, 94, 95].

	< 2 g (n = 11)		2 – 5 g (n = 25)		> 5 g (n = 8)		p
	n	%	n	%	n	%	
<b>Modalidade</b>							
CrossFit	4	30,8	7	53,8	2	15,4	
Musculação	7	22,6	18	58,1	6	19,4	
<b>Sexo</b>							
Sexo Masculino	10	23,8	25	59,5	7	16,7	
Sexo feminino	1	50,0	0	0	1	50,0	
<b>Idade</b>							
<18	0	0	1	100	0	0	
18-25	5	38,5	4	30,8	4	30,8	
26-33	3	20,0	9	60,0	3	20,0	
34-41	3	23,1	9	69,2	1	7,7	
>41	0	0	2	100	0	0	
<b>Habilitações académicas</b>							
9º ano	1	25,0	2	50,0	1	25,0	
12º ano	2	14,3	9	64,3	3	21,4	
Bacharelato	1	25,0	2	50,0	1	25,0	
Licenciatura	4	26,7	9	60,0	2	13,3	
Pós-graduação	1	100	0	0	0	0	
Mestrado	3	33,3	3	50,0	1	16,7	
Doutoramento	0	0	0	0	0	0	
<b>Ocupação</b>							
Trabalhador	6	18,2	20	60,6	7	21,2	
Estudante	1	33,0	2	66,7	0	0	
Trabalhador/estudante	2	40,0	3	60,0	0	0	
desempregado	2	66,7	0	0	1	33,3	
<b>Anos de treino</b>							
< 1 ano	0	0	4	80,0	1	20,0	
1-3 anos	5	50,0	5	50,0	0	0	
> 3 anos	6	20,7	16	55,2	7	24,1	
<b>Horas de treino (h/semana)</b>							
< 1 hora	1	100	0	0	0	0	
1 - 2 horas	1	14,3	5	71,4	1	14,3	
3 – 4 horas	2	40,0	3	60,0	0	0	
5 – 6 horas	4	57,1	2	28,6	1	14,3	
> 6 horas	3	12,5	15	62,5	6	25,0	

*Tabela 8: Quantidade de Beta-alanina consumida por modalidade, sexo, idade, habilitações académicas, ocupação, anos de treino e horas de treino por semana.*

*Determinação da significância estatística obtida através do teste do Qui-quadrado;*

### 2.4.7. Expectativas vs percepções de resultados na Musculação

Nos parâmetros “aumento de resistência”, “aumento de força” e “melhor recuperação entre treinos”, verifica-se existir um desfasamento entre as expectativas iniciais, e os resultados aferidos após a toma de Beta-alanina. O aumento de resistência era esperado por 48,4% dos consumidores, mas foi verificado em 38,7%; 45,2% esperavam obter um aumento da força, mas apenas 38,7% a atingiu; 32,3% dos atletas esperavam uma melhor recuperação entre treinos, tendo sido verificada por 19,4%; Nos restantes parâmetros, constata-se existir uma tendência de equilíbrio entre os resultados esperados e os efectivamente verificados. O parâmetro “nada” não foi, obviamente, mencionado por qualquer participante enquanto expectativa, porquanto tal não faria qualquer sentido, mas foi invocado por 16,1% de atletas que declararam nada ter beneficiado com a toma do suplemento (gráfico 28).

Estes resultados, designadamente no plano das expectativas, indiciam algum desconhecimento por parte dos atletas face aquelas que são as potencialidades ergogénicas da substância, onde cabem “apenas”, na observância do disposto pela literatura, o aumento da resistência (ainda assim o mais prevalente) e uma melhoria da recuperação entre séries [76, 98, 100-102, 104, 105]. Adicionalmente, e no seguimento lógico do exposto, as decorrentes percepções invocadas nos parâmetros em questão não poderão ser senão fruto de um efeito placebo por hipotético mecanismo sugestivo.

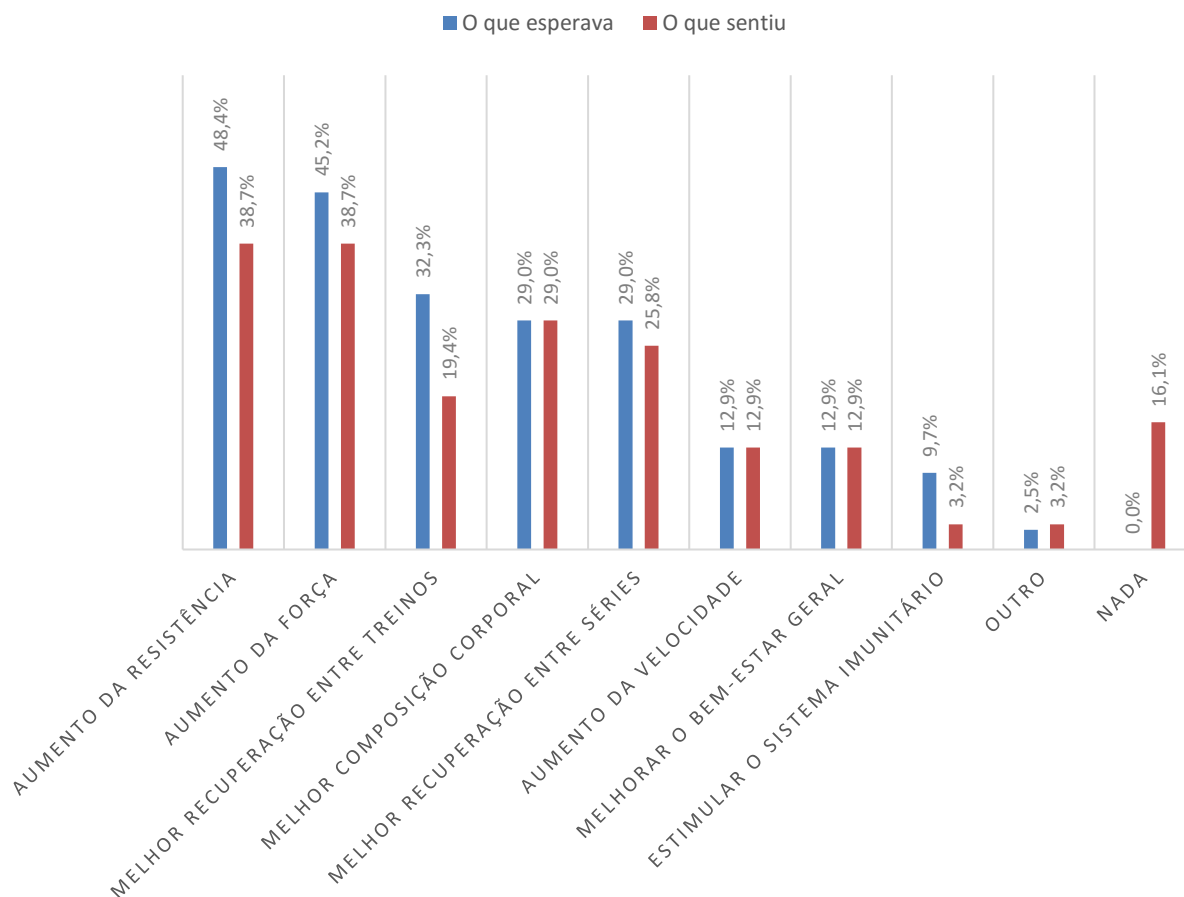


Gráfico 28: Expectativas e percepções de resultados da utilização de Beta-alanina na Musculação.

#### 2.4.8. Expectativas vs percepções de resultados no CrossFit

Era esperado um aumento da resistência em 61,5% dos consumidores, mas foi verificado em 46,2%; a melhoria da recuperação entre séries era expectável para 38,5% dos participantes, mas foi confirmada em 30,8% deles; o aumento de força tinha uma expectativa inicial de 30,8, tendo sido confirmado por 23,1% dos atletas. Apenas o aumento de velocidade foi percebido de acordo com as expectativas: 15,4%. À excepção do parâmetro “nada”, que recolheu um valor de 38,5% no campo das percepções, todos os demais não mereceram qualquer menção, quer enquanto expectativa, quer como sua confirmação ou negação (gráfico 29).

Ao contrário do observado no contexto dos atletas de Musculação, as respostas obtidas dos praticantes de CrossFit encontram-se em maior conformidade com aquelas que são as potencialidades ergogénicas da Beta-alanina (acima enunciadas), uma vez que estes invocaram maioritariamente o aumento da resistência e a melhor recuperação entre séries. Todos os outros parâmetros de desempenho mencionados não cabem naquelas que são as teóricas potencialidades ergogénicas da Beta-alanina, pelo que estarão, de novo, desfasados da essência emanada pelos estudos publicados.

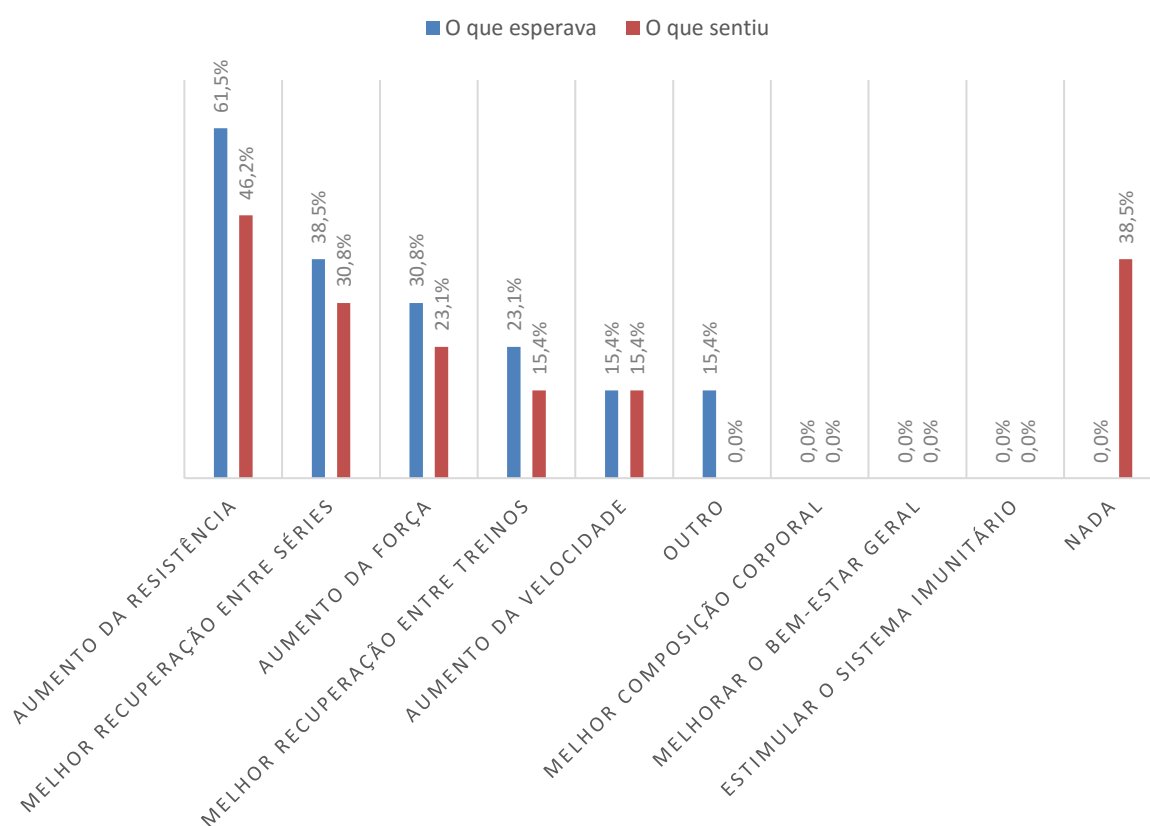


Gráfico 29: Expectativas e percepções de resultados da utilização de Beta-alanina no CrossFit.

#### 2.4.9. Expectativas: CrossFit vs Musculação

A ordem das expectativas enunciadas não é coincidente a ambas as modalidades. Se no CrossFit as expectativas mais prevalentes são o aumento da resistência (61,5%), a melhor recuperação entre séries (38,5%), e o aumento da força (30,8%), na Musculação o aumento da resistência ocupa também o



lugar cimeiro nesse *ranking* da prevalência (48,4%), sendo secundado pelo aumento da força (45,2%) e pela melhoria da recuperação entre treinos (32,3%). A melhoria da composição corporal, a melhoria do bem-estar geral e o estímulo do sistema imunitário, que tinham literalmente zero expectativas por parte dos praticantes de CrossFit, eram esperados por, respectivamente, 29%, 12,9% e 9,7% dos atletas de Musculação (gráfico 30).

Aparentemente, e numa perspectiva condicionada pelos dados extraídos do inquérito aplicado, dir-se-á que os atletas de CrossFit parecem deter um conhecimento mais apurado, no que respeita às potencialidades ergogénicas da Beta-alanina, do que os praticantes de Musculação auscultados.

### EXPECTATIVAS/MODALIDADE

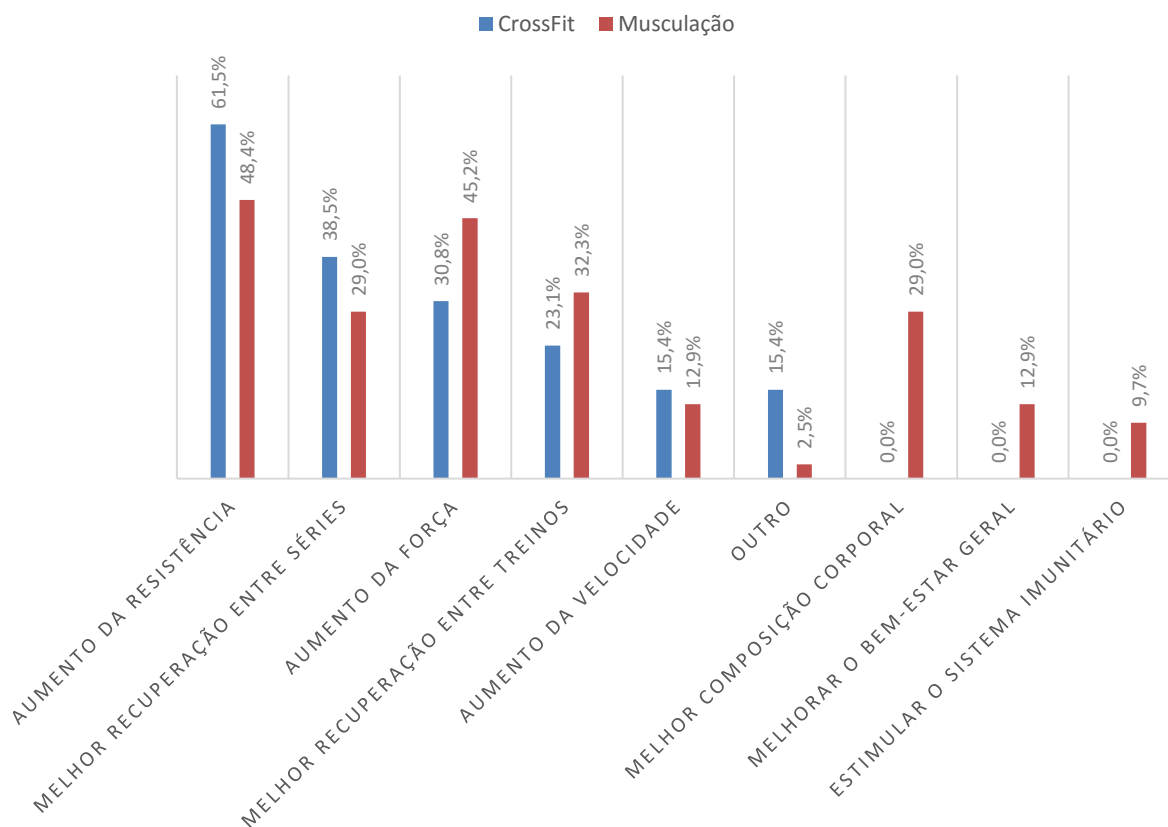


Gráfico 30: Diferencial de expectativas de resultados da utilização de Beta-alanina no CrossFit e na Musculação.

## 2.4.10. Percepções: CrossFit vs Musculação

Há uma ligeira aproximação de valores entre as respostas registadas no CrossFit e na Musculação, no que respeita quer ao aumento da resistência (46,2% e 38,7%), quer à melhor recuperação entre séries (30,8% e 25,8%). 38,5% do atletas de CrossFit declararam nada ter sentido, em contraponto com o valor registado pelos praticantes de Musculação: 16,1%. Estes atletas perceberam mais aumento de força (38,7%) quando comparados com os praticantes de CrossFit (23,1%). A melhoria da composição corporal, do bem-estar geral e o estímulo do sistema imunitário foram sentidos, respectivamente, por 29%, 12,9% e 3,2% dos atletas de Musculação, sendo nulo o valor registado pelos atletas de CrossFit nos mesmos parâmetros (gráfico 31).

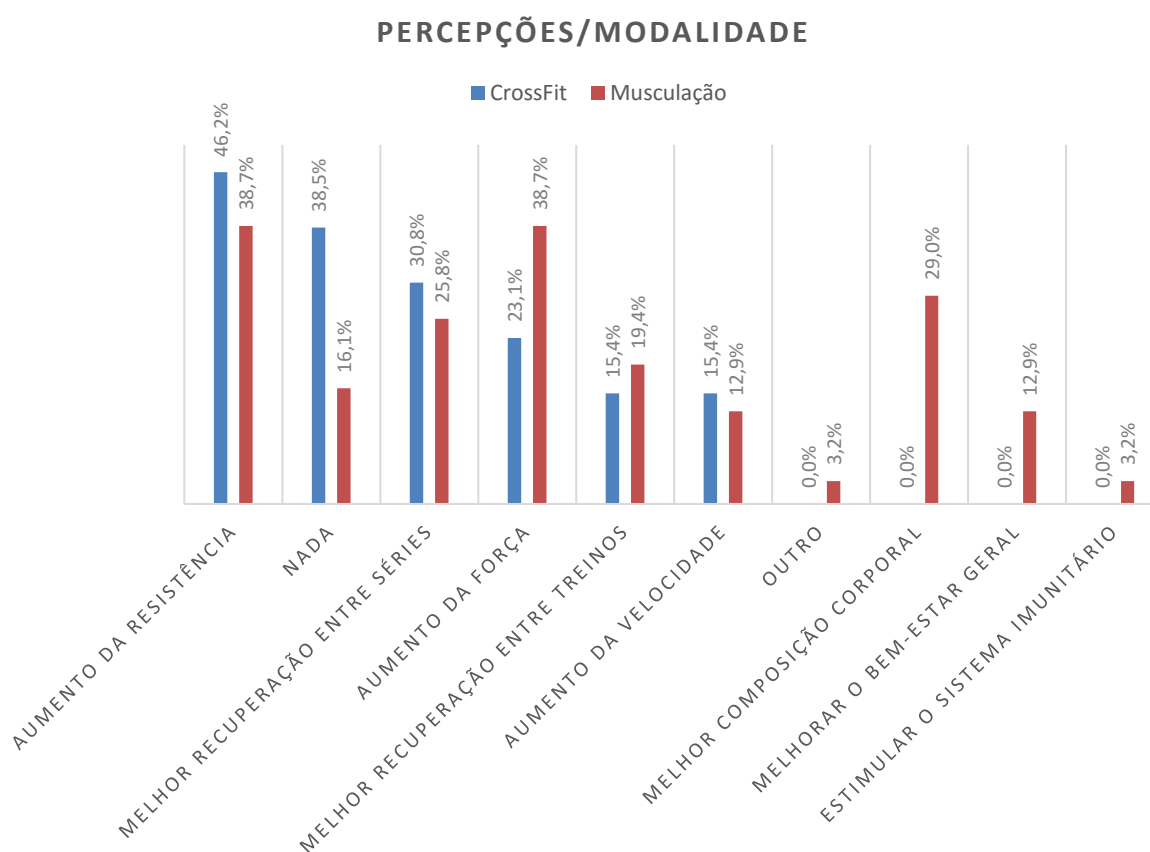


Gráfico 31: Diferencial de percepções de resultados da utilização de Beta-alanina no CrossFit e na Musculação.

#### 2.4.11. Efeitos adversos na toma de Beta-alanina

Apenas 13,6% dos indivíduos que já tomaram Beta-alanina declararam ter sentido alguma manifestação colateral no decurso da sua utilização, designadamente (em todos os casos) uma ligeira parestesia nas extremidades das mãos, mas que cessou com o abandono da suplementação. Este transitório efeito colateral adverso, comum em tomas de doses superiores a 800mg, e que cessa 60 a 90 minutos após a toma, está perfeitamente identificado e sistematizado na literatura publicada, não se consubstanciando, a prazo, à luz dos dados disponíveis, como potencialmente nefasto para a saúde do atleta a curto, médio ou longo prazos [80, 129, 153]. Esta consideração encontra-se corroborada pela recente posição assumida, conjuntamente, pela *Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada*, e pelo *American College of Sports Medicine* [152]. As referidas manifestações podem ser minimizadas mediante a adopção de fórmulas de Beta-alanina de libertação gradual e controlada, evitando que se criem picos de concentração sérica tão pronunciados [131].



**III. Estudo:  
“Suplementação geral, Creatina e  
Beta-alanina no CrossFit e na Musculação”**

---

Capítulo III

Limitações do estudo e conclusões



### 3.1. Limitações do estudo

Como sucede na generalidade dos estudos, também este, naturalmente, padece de um conjunto de limitações, umas conscientemente adoptadas, outras nem tanto. O facto de se apresentarem limitadas alternativas/exemplos de suplementos no âmbito da análise ao consumo de suplementação geral será a primeira limitação reconhecida. Tal se deveu à necessidade de evitar apresentar uma lista de opções demasiado exaustiva, em que o atleta facilmente se dispersaria, como inevitavelmente seria qualquer uma que incluísse a imensa quantidade de substâncias disponíveis num dos mercados mais dinâmicos do mundo. Por outro lado, a veracidade/fiabilidade das respostas nunca poderá ser integralmente atestada, considerando que as mesmas são dependentes quer da memória dos atletas, quer do grau de sinceridade adoptado no momento do preenchimento do inquérito, factores que são, naturalmente, impossíveis de controlar ou, apenas, quantificar. Há, pois, um efectivo risco de existir um sub ou sobre registo indexado a qualquer das substâncias integrantes neste estudo.

### 3.2. Conclusões

O presente trabalho assume-se como um dos pioneiros (eventualmente, será mesmo o primeiro) a abordar e analisar a temática da utilização da suplementação nutricional, em geral, e da Beta-alanina e Creatina, em particular, no contexto da “nova” modalidade de força/resistência *CrossFit*, contrapondo-a com a realidade constatada junto de praticantes de Musculação, modalidade com uma longevidade em território nacional substancialmente mais elevada.

Constatou-se que os índices de utilização de suplementação nutricional em geral são elevados, observando-se, numa perspectiva retrospectiva (histórico de consumo), uma distribuição relativamente equitativa entre modalidades, sendo, no entanto, ligeiramente mais substantivos junto dos atletas de Musculação, e tendencialmente mais elevados quer junto dos indivíduos sexo masculino, quer daqueles que apresentam um maior tempo de prática da modalidade. No entanto, quando em análise está a prevalência de consumo, esta

tendência observada entre modalidades inverte-se, embora marginalmente, obtendo-se um valor mais elevado junto dos praticantes de *CrossFit*. Genericamente, os suplementos mais consumidos são, à semelhança do que sucede em outros estudos, os concentrados de proteína em pó, a Creatina, os multivitamínicos e multiminerais e os BCAA, registando-se alguma discrepância nos valores apurados para ambas as modalidades (tendencialmente mais elevados na Musculação), mas não na ordem de distribuição. Ainda numa perspectiva de suplementação geral, à Beta-alanina corresponde um baixo valor de consumo.

Numa abordagem mais incisiva aos suplementos que estão na génese deste trabalho, e independentemente da modalidade, os valores obtidos para o conhecimento e consumo de Creatina são muito superiores aos registados para a Beta-alanina, provando-se, no contexto das modalidades em estudo, a teórica popularidade do primeiro e o relativo desconhecimento do segundo. Assim, se a maior parte dos inquiridos já utilizou o suplemento Creatina pelo menos uma vez no decurso do seu percurso desportivo, apenas uma pequena parte o fez no caso da Beta-alanina, registando esta substância índices de consumo comparativamente muito mais baixos. Esta relação de distribuição observada é igualmente válida para a prevalência de consumo, embora, neste caso, os valores extraídos (absolutos) sejam substancialmente mais diminuídos. De salientar que o consumo foi sempre muito expressivo na modalidade de Musculação. A mero título de sugestão, deixa-se o repto para que, em momento oportuno, se procurem determinar as razões subjacentes a um tão baixo índice de consumo associado a uma das substâncias que parece encerrar maior potencial ergogénico para um determinado tipo de esforços/actividades físicas/actividades desportivas.

A maior parte dos indivíduos consumidores de ambas as substâncias declarou conhecer o seu potencial ergogénico, embora as razões aludidas subjacentes ao seu consumo não o corroborem integralmente. Há, pois, algum desfasamento entre as expectativas criadas e o potencial efectivamente atribuído pela ciência. Importará, futuramente, visando a colmatação desta “debilidade”, aferir das fontes de informação recorridas pelos atletas no âmbito da adopção de suplementação desportiva (qualquer que seja), no sentido de



identificar eventuais falhas ou lacunas de conhecimento que lhe possam estar na génese, para que se possa, então, actuar de base, com a pertinência e rigor científicos devidos, e com o sucesso desejado. Por outro lado, há também alguma discrepância entre as expectativas iniciais e os resultados aferidos após a toma, mesmo nos parâmetros de desempenho devidamente respaldados pela ciência, registando-se um recorrente sobredimensionamento dos valores obtidos para as expectativas relativamente aos verificados nas percepções. No sentido de determinar, quantitativa e objectivamente, os reais efeitos operados pelas duas substâncias nas modalidades em questão, afigura-se como particularmente interessante o empreendimento futuro de um estudo de intervenção em território nacional, que seria, certamente, pioneiro.

Os efeitos adversos reportados decorrentes da toma de qualquer das substâncias foram quantitativamente residuais e de baixa intensidade, estando perfeitamente descritos pela literatura como pontuais e facilmente reversíveis com a cessação da sua utilização. Adicionalmente, tais efeitos consubstanciam-se, à luz dos dados disponíveis no presente momento, enquanto exclusivamente sintomatológicos, pelo que não comprometerão a integridade clínica dos seus utilizadores, o que atesta da sua reportada segurança para consumo humano, designadamente em actividades de carácter físico-desportivo.



#### **IV. Bibliografia**

---



1. Klimkiewicz, J.J., *Sports Medicine*, in *Essentials of Orthopedic Surgery*, W.S. Wiesel and N.J. Delahay, Editors. 2011, Springer New York: New York, NY. p. 253-269.
2. Maughan, R.J., et al., *The use of dietary supplements by athletes*. *J Sports Sci*, 2007. **25 Suppl 1**: p. S103-13.
3. Maughan, R.J., *Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport*. *J Sports Sci*, 2005. **23**(9): p. 883-9.
4. Froiland, K., et al., *Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information*. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2004. **14**(1): p. 104-20.
5. Malinauskas, B.M., et al., *Supplements of interest for sport-related injury and sources of supplement information among college athletes*. *Adv Med Sci*, 2007. **52**: p. 50-4.
6. Petróczi, A., et al., *Performance enhancement with supplements: incongruence between rationale and practice*. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007. **4**: p. 19.
7. Van Thuyne, W., P. Van Eenoo, and F.T. Delbeke, *Nutritional supplements: prevalence of use and contamination with doping agents*. *Nutr Res Rev*, 2006. **19**(1): p. 147-58.
8. Ayotte, C., et al., *Sport nutritional supplements: quality and doping controls*. *Can J Appl Physiol*, 2001. **26 Suppl**: p. S120-9.
9. Geyer, H., et al., *Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances*. *J Mass Spectrom*, 2008. **43**(7): p. 892-902.
10. Kreider, R.B., et al., *ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations*. *J Int Soc Sports Nutr*, 2010. **7**: p. 7.
11. Williams, M., *Nutrition for Health, Fitness, and Sport*. 1999.
12. Bloch, K. and R. Schoenheimer, *THE BIOLOGICAL PRECURSORS OF CREATINE*. *Journal of Biological Chemistry*, 1941. **138**(1): p. 167-194.
13. Anomasiri, W., S. Sanguanrungrasirikul, and P. Saichandee, *Low dose creatine supplementation enhances sprint phase of 400 meters swimming performance*. *J Med Assoc Thai*, 2004. **87 Suppl 2**: p. S228-32.
14. Hoffman, J.R., et al., *Effect of low-dose, short-duration creatine supplementation on anaerobic exercise performance*. *J Strength Cond Res*, 2005. **19**(2): p. 260-4.
15. Kreider, R., et al., *Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance*. *Med Sci Sports Exerc*, 1998. **30**(1): p. 73 - 82.
16. Greenhaff, P.L., *Creatine and its application as an ergogenic aid*. *Int J Sport Nutr*, 1995. **5 Suppl**: p. S100-10.
17. Clark, J.F., *Creatine: a review of its nutritional applications in sport*. *Nutrition*, 1998. **14**(3): p. 322-4.
18. Casey, A., et al., *Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans*. *Am J Physiol*, 1996. **271**(1 Pt 1): p. E31-7.
19. Selsby, J.T., R.A. DiSilvestro, and S.T. Devor, *Mg<sup>2+</sup>-creatine chelate and a low-dose creatine supplementation regimen improve exercise performance*. *J Strength Cond Res*, 2004. **18**(2): p. 311-5.
20. Walker, J.B., *Creatine: biosynthesis, regulation, and function*. *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol*, 1979. **50**: p. 177-242.
21. Wilder, N., et al., *The Effects of Low-Dose Creatine Supplementation Versus Creatine Loading in Collegiate Football Players*. *J Athl Train*, 2001. **36**(2): p. 124-129.
22. Kushmerick, M.J., T.S. Moerland, and R.W. Wiseman, *Mammalian skeletal muscle fibers distinguished by contents of phosphocreatine, ATP, and Pi*. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 1992. **89**(16): p. 7521-5.
23. Balsom, P.D., et al., *Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation*. *Acta Physiol Scand*, 1995. **154**(3): p. 303-10.

24. Greenhaff, P.L., et al., *Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis*. Am J Physiol, 1994. **266**(5 Pt 1): p. E725-30.
25. Harris, R.C., K. Söderlund, and E. Hultman, *Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation*. Clin Sci (Lond), 1992. **83**(3): p. 367-74.
26. Geel, S.E. and R.A. Robergs, *The effect of graded resistance exercise on fibromyalgia symptoms and muscle bioenergetics: a pilot study*. Arthritis Rheum, 2002. **47**(1): p. 82-6.
27. Balsom, P.D., K. Söderlund, and B. Ekblom, *Creatine in humans with special reference to creatine supplementation*. Sports Med, 1994. **18**(4): p. 268-80.
28. van Leemputte, M., K. Vandenberghe, and P. Hespel, *Shortening of muscle relaxation time after creatine loading*. J Appl Physiol (1985), 1999. **86**(3): p. 840-4.
29. Hultman, E. and P.L. Greenhaff, *Skeletal muscle energy metabolism and fatigue during intense exercise in man*. Sci Prog, 1991. **75**(298 Pt 3-4): p. 361-70.
30. Buford, T., et al., *International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise*. J Int Soc Sports Nutr, 2007. **4**: p. 6.
31. Kendall, K., et al., *Effects of four weeks of high-intensity interval training and creatine supplementation on critical power and anaerobic working capacity in college-aged men*. J Strength Cond Res, 2009. **23**(6): p. 1663 - 9.
32. Bemben, M.G. and H.S. Lamont, *Creatine supplementation and exercise performance: recent findings*. Sports Med, 2005. **35**(2): p. 107-25.
33. Bogdanis, G.C., et al., *Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man*. J Physiol, 1995. **482** ( Pt 2): p. 467-80.
34. Gaitanos, G.C., et al., *Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise*. J Appl Physiol (1985), 1993. **75**(2): p. 712-9.
35. Nevill, M.E., et al., *Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting*. J Appl Physiol (1985), 1989. **67**(6): p. 2376-82.
36. Oöpik, V., et al., *Effect of creatine supplementation during rapid body mass reduction on metabolism and isokinetic muscle performance capacity*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1998. **78**(1): p. 83-92.
37. WILLIAMS, M.H., R.B. KREIDER, and J.D. BRANCH, *Creatina*. 2000: MANOLE.
38. Hultman, E., et al., *Muscle creatine loading in men*. J Appl Physiol (1985), 1996. **81**(1): p. 232-7.
39. Maughan, R.J., *Nutritional ergogenic aids and exercise performance*. Nutr Res Rev, 1999. **12**(2): p. 255-80.
40. Safdar, A., et al., *Global and targeted gene expression and protein content in skeletal muscle of young men following short-term creatine monohydrate supplementation*. Physiol Genomics, 2008. **32**(2): p. 219-28.
41. Kilduff, L.P., et al., *The effects of creatine supplementation on cardiovascular, metabolic, and thermoregulatory responses during exercise in the heat in endurance-trained humans*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2004. **14**(4): p. 443-60.
42. Persky, A.M. and G.A. Brazeau, *Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine monohydrate*. Pharmacol Rev, 2001. **53**(2): p. 161-76.
43. Tarnopolsky, M.A., *Caffeine and creatine use in sport*. Ann Nutr Metab, 2010. **57** Suppl 2: p. 1-8.
44. Wallimann, T., et al., *Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the 'phosphocreatine circuit' for cellular energy homeostasis*. Biochem J, 1992. **281** ( Pt 1): p. 21-40.

45. Wallimann, T., et al., *Some new aspects of creatine kinase (CK): compartmentation, structure, function and regulation for cellular and mitochondrial bioenergetics and physiology*. Biofactors, 1998. **8**(3-4): p. 229-34.
46. Ziegenfuss, T., L. Lowery, and P. Lemon, *Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation*. Journal of Exercise Physiology Online., 1998. **1**(3): p. 1-10.
47. Kreider, R., *Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations*. Mol Cell Biochem, 2003. **244**(1-2): p. 89 - 94.
48. Branch, J.D., W.D. Schwarz, and B. Van Lunen, *Effect of creatine supplementation on cycle ergometer exercise in a hyperthermic environment*. J Strength Cond Res, 2007. **21**(1): p. 57-61.
49. Easton, C., S. Turner, and Y.P. Pitsiladis, *Creatine and glycerol hyperhydration in trained subjects before exercise in the heat*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2007. **17**(1): p. 70-91.
50. Wright, G.A., P.W. Grandjean, and D.D. Pascoe, *The effects of creatine loading on thermoregulation and intermittent sprint exercise performance in a hot humid environment*. J Strength Cond Res, 2007. **21**(3): p. 655-60.
51. Jagim, A.R., et al., *A buffered form of creatine does not promote greater changes in muscle creatine content, body composition, or training adaptations than creatine monohydrate*. J Int Soc Sports Nutr, 2012. **9**(1): p. 43.
52. Souza-Junior, T.P., et al., *Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation*. J Int Soc Sports Nutr, 2011. **8**(1): p. 17.
53. Galvan, E., et al., *Effects of 28 days of two creatine nitrate based dietary supplements on bench press power in recreationally active males*. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2015. **12**(Suppl 1): p. P17.
54. Souza Júnior, T.P.d., et al., *Suplementação de creatina e treinamento de força: alterações na resultante de força máxima dinâmica e variáveis antropométricas em universitários submetidos a oito semanas de treinamento de força (hipertrofia)*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2007. **13**: p. 303-309.
55. Olsen, S., et al., *Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training*. J Physiol, 2006. **573**(Pt 2): p. 525-34.
56. Steenge, G.R., E.J. Simpson, and P.L. Greenhaff, *Protein- and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans*. J Appl Physiol (1985), 2000. **89**(3): p. 1165-71.
57. Volek, J., et al., *Performance and muscle fiber adaptations to 12 weeks of creatine supplementation and heavy resistance training*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 1999. **31**(5).
58. Volek, J.S. and E.S. Rawson, *Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes*. Nutrition, 2004. **20**(7-8): p. 609-14.
59. Parise, G., et al., *Effects of acute creatine monohydrate supplementation on leucine kinetics and mixed-muscle protein synthesis*. J Appl Physiol (1985), 2001. **91**(3): p. 1041-7.
60. Yquel, R.J., et al., *Effect of creatine supplementation on phosphocreatine resynthesis, inorganic phosphate accumulation and pH during intermittent maximal exercise*. J Sports Sci, 2002. **20**(5): p. 427-37.
61. Cancela, P., et al., *Creatine supplementation does not affect clinical health markers in football players*. Br J Sports Med, 2008. **42**(9): p. 731-5.
62. Gualano, B., et al., *Effects of creatine supplementation on renal function: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial*. Eur J Appl Physiol, 2008. **103**(1): p. 33-40.

63. Candow, D.G., et al., *Effect of different frequencies of creatine supplementation on muscle size and strength in young adults*. J Strength Cond Res, 2011. **25**(7): p. 1831-8.
64. Candow, D.G., et al., *Strategic creatine supplementation and resistance training in healthy older adults*. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2015. **40**(7): p. 689-694.
65. Gualano, B., et al., *Creatine supplementation does not impair kidney function in type 2 diabetic patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial*. Eur J Appl Physiol, 2011. **111**(5): p. 749-56.
66. Taes, Y.E., et al., *Creatine supplementation does not decrease total plasma homocysteine in chronic hemodialysis patients*. Kidney Int, 2004. **66**(6): p. 2422-8.
67. Poortmans, J.R., et al., *A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 11*. British Journal of Sports Medicine, 2010. **44**(10): p. 765-766.
68. Mayhew, D.L., J.L. Mayhew, and J.S. Ware, *Effects of long-term creatine supplementation on liver and kidney functions in American college football players*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2002. **12**(4): p. 453-60.
69. Schilling, B.K., et al., *Creatine supplementation and health variables: a retrospective study*. Med Sci Sports Exerc, 2001. **33**(2): p. 183-8.
70. Shefner, J.M., et al., *A clinical trial of creatine in ALS*. Neurology, 2004. **63**(9): p. 1656-61.
71. Groeneveld, G.J., et al., *A randomized sequential trial of creatine in amyotrophic lateral sclerosis*. Ann Neurol, 2003. **53**(4): p. 437-45.
72. Edmunds, J.W., et al., *Creatine supplementation increases renal disease progression in Han:SPRD-cy rats*. Am J Kidney Dis, 2001. **37**(1): p. 73-78.
73. Paton, C.D., W.G. Hopkins, and C. Cook, *Effects of Low- vs. High-Cadence Interval Training on Cycling Performance*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2009. **23**(6): p. 1758-1763 10.1519/JSC.0b013e3181b3f1d3.
74. Billat, L.V., *Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training*. Sports Med, 2001. **31**(1): p. 13-31.
75. Baguet, A., et al., *Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise*. Eur J Appl Physiol, 2010. **108**(3): p. 495-503.
76. Bellinger, P.M.,  *$\beta$ -Alanine supplementation for athletic performance: an update*. J Strength Cond Res, 2014. **28**(6): p. 1751-70.
77. Caruso, J., et al., *Ergogenic effects of  $\beta$ -alanine and carnosine: proposed future research to quantify their efficacy*. Nutrients, 2012. **4**(7): p. 585-601.
78. Danaher, J., et al., *The effect of  $\beta$ -alanine and NaHCO<sub>3</sub> co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males*. Eur J Appl Physiol, 2014. **114**(8): p. 1715-24.
79. Derave, W., et al., *Muscle carnosine metabolism and beta-alanine supplementation in relation to exercise and training*. Sports Med, 2010. **40**(3): p. 247-63.
80. Harris, R.C., et al., *The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis*. Amino Acids, 2006. **30**(3): p. 279-89.
81. Hill, C.A., et al., *Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity*. Amino Acids, 2007. **32**(2): p. 225-33.
82. C. Harris, R., M. Dunnett, and P.L. Greenhaff, *Carnosine and taurine contents in individual fibres of human vastus lateralis muscle*. Journal of Sports Sciences, 1998. **16**(7): p. 639-643.



83. Van Thienen, R., et al., *Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling*. Med Sci Sports Exerc, 2009. **41**(4): p. 898-903.
84. Sale, C., B. Saunders, and R.C. Harris, *Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance*. Amino Acids, 2010. **39**(2): p. 321-33.
85. Sweeney, K.M., et al., *The effect of beta-alanine supplementation on power performance during repeated sprint activity*. J Strength Cond Res, 2010. **24**(1): p. 79-87.
86. Siegler, J.C., et al., *Metabolic alkalosis, recovery and sprint performance*. Int J Sports Med, 2010. **31**(11): p. 797-802.
87. Sale, C., et al., *Carnosine: from exercise performance to health*. Amino Acids, 2013. **44**(6): p. 1477-91.
88. Baguet, A., et al., *Important role of muscle carnosine in rowing performance*. J Appl Physiol (1985), 2010. **109**(4): p. 1096-101.
89. Bex, T., et al., *Exercise training and Beta-alanine-induced muscle carnosine loading*. Front Nutr, 2015. **2**: p. 13.
90. Del Coso, J., et al., *Restoration of blood pH between repeated bouts of high-intensity exercise: effects of various active-recovery protocols*. Eur J Appl Physiol, 2010. **108**(3): p. 523-32.
91. Brooks, G.A., *Bioenergetics of exercising humans*. Compr Physiol, 2012. **2**(1): p. 537-62.
92. Taylor, A.D., R. Bronks, and A.L. Bryant, *The relationship between electromyography and work intensity revisited: a brief review with references to lactic acidosis and hyperammonia*. Electromyogr Clin Neurophysiol, 1997. **37**(7): p. 387-98.
93. Sahlin, K. and R.C. Harris, *The creatine kinase reaction: a simple reaction with functional complexity*. Amino Acids, 2011. **40**(5): p. 1363-7.
94. Bishop, D., et al., *Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability*. Med Sci Sports Exerc, 2004. **36**(5): p. 807-13.
95. Begum, G., A. Cunliffe, and M. Leveritt, *Physiological role of carnosine in contracting muscle*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2005. **15**(5): p. 493-514.
96. Hipkiss, A.R., J. Michaelis, and P. Syrris, *Non-enzymatic glycosylation of the dipeptide L-carnosine, a potential anti-protein-cross-linking agent*. FEBS Lett, 1995. **371**(1): p. 81-5.
97. Chasovnikova, L.V., et al., *The antioxidative properties of carnosine and other drugs*. Biochem Int, 1990. **20**(6): p. 1097-103.
98. Ducker, K.J., B. Dawson, and K.E. Wallman, *Effect of beta-alanine supplementation on 2000-m rowing-ergometer performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2013. **23**(4): p. 336-43.
99. Hobson, R.M., et al., *Effect of beta-alanine, with and without sodium bicarbonate, on 2000-m rowing performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2013. **23**(5): p. 480-7.
100. Howe, S.T., et al., *The effect of beta-alanine supplementation on isokinetic force and cycling performance in highly trained cyclists*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2013. **23**(6): p. 562-70.
101. Chung, W., et al., *Doubling of muscle carnosine concentration does not improve laboratory 1-hr cycling time-trial performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2014. **24**(3): p. 315-24.
102. Bellingier, P.M. and C.L. Minahan, *Performance effects of acute  $\beta$ -alanine induced paresthesia in competitive cyclists*. Eur J Sport Sci, 2015: p. 1-8.
103. Chung, W., et al., *Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers*. Nutrients, 2012. **4**(10): p. 1441-53.
104. Ducker, K.J., B. Dawson, and K.E. Wallman, *Effect of beta-alanine supplementation on 800-m running performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2013. **23**(6): p. 554-61.

105. Kendrick, I.P., et al., *The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition*. *Amino Acids*, 2008. **34**(4): p. 547-54.
106. Kresta, J.Y., et al., *Effects of 28 days of beta-alanine and creatine supplementation on muscle carnosine, body composition and exercise performance in recreationally active females*. *J Int Soc Sports Nutr*, 2014. **11**(1): p. 55.
107. Derave, W., et al., *Creatine supplementation augments skeletal muscle carnosine content in senescence-accelerated mice (SAMP8)*. *Rejuvenation Res*, 2008. **11**(3): p. 641-7.
108. Stout, J.R., et al., *Effects of beta-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women*. *Amino Acids*, 2007. **32**(3): p. 381-6.
109. Kendrick, I.P., et al., *The effect of 4 weeks beta-alanine supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II human skeletal muscle fibres*. *Eur J Appl Physiol*, 2009. **106**(1): p. 131-8.
110. Hobson, R.M., et al., *Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis*. *Amino Acids*, 2012. **43**(1): p. 25-37.
111. Bogdanis, G.C., et al., *Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans*. *Acta Physiol Scand*, 1998. **163**(3): p. 261-72.
112. Hoffman, J.R., et al., *Short-duration beta-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players*. *Nutr Res*, 2008. **28**(1): p. 31-5.
113. Kern, B.D. and T.L. Robinson, *Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players*. *J Strength Cond Res*, 2011. **25**(7): p. 1804-15.
114. Saunders, B., et al., *Reliability of a high-intensity cycling capacity test*. *J Sci Med Sport*, 2013. **16**(3): p. 286-9.
115. Sale, C., et al., *Effect of  $\beta$ -alanine plus sodium bicarbonate on high-intensity cycling capacity*. *Med Sci Sports Exerc*, 2011. **43**(10): p. 1972-8.
116. Bellinger, P.M., et al., *Effect of combined  $\beta$ -alanine and sodium bicarbonate supplementation on cycling performance*. *Med Sci Sports Exerc*, 2012. **44**(8): p. 1545-51.
117. Jagim, A.R., et al., *Effects of beta-alanine supplementation on sprint endurance*. *J Strength Cond Res*, 2013. **27**(2): p. 526-32.
118. Smith-Ryan, A.E., et al., *High-velocity intermittent running: effects of beta-alanine supplementation*. *J Strength Cond Res*, 2012. **26**(10): p. 2798-805.
119. Stellingwerff, T., R.J. Maughan, and L.M. Burke, *Nutrition for power sports: middle-distance running, track cycling, rowing, canoeing/kayaking, and swimming*. *J Sports Sci*, 2011. **29 Suppl 1**: p. S79-89.
120. Harris, R.C. and T. Stellingwerff, *Effect of  $\beta$ -alanine supplementation on high-intensity exercise performance*. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 2013. **76**: p. 61-71.
121. Gross, M., et al., *Effects of beta-alanine supplementation and interval training on physiological determinants of severe exercise performance*. *Eur J Appl Physiol*, 2014. **114**(2): p. 221-34.
122. Ghasvand, R., et al., *Effects of Six Weeks of  $\beta$ -alanine Administration on VO<sub>2</sub> max, Time to Exhaustion and Lactate Concentrations in Physical Education Students*. *Int J Prev Med*, 2012. **3**(8): p. 559-63.
123. Hoffman, J.R., et al.,  *$\beta$ -Alanine ingestion increases muscle carnosine content and combat specific performance in soldiers*. *Amino Acids*, 2015. **47**(3): p. 627-36.

124. Invernizzi, P.L., et al., *Effects of Acute Carnosine and  $\beta$ -Alanine on Isometric Force and Jumping Performance*. Int J Sports Physiol Perform, 2015.
125. Saunders, B., et al., *Effect of beta-alanine supplementation on repeated sprint performance during the Loughborough Intermittent Shuttle Test*. Amino Acids, 2012. **43**(1): p. 39-47.
126. Carpentier, A., et al.,  *$\beta$ -Alanine supplementation slightly enhances repeated plyometric performance after high-intensity training in humans*. Amino Acids, 2015. **47**(7): p. 1479-83.
127. Cochran, A.J., et al., *Beta-Alanine Supplementation Does Not Augment the Skeletal Muscle Adaptive Response to Six Weeks of Sprint Interval Training*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2015.
128. Derave, W., et al., *beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters*. J Appl Physiol (1985), 2007. **103**(5): p. 1736-43.
129. Stellingwerff, T., et al., *Optimizing human in vivo dosing and delivery of  $\beta$ -alanine supplements for muscle carnosine synthesis*. Amino Acids, 2012. **43**(1): p. 57-65.
130. Macphée, S., I.N. Weaver, and D.F. Weaver, *An Evaluation of Interindividual Responses to the Orally Administered Neurotransmitter  $\beta$  -Alanine*. J Amino Acids, 2013. **2013**: p. 429847.
131. Trexler, E.T., et al., *International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine*. J Int Soc Sports Nutr, 2015. **12**: p. 30.
132. Murakami, T. and M. Furuse, *The impact of taurine- and beta-alanine-supplemented diets on behavioral and neurochemical parameters in mice: antidepressant versus anxiolytic-like effects*. Amino Acids, 2010. **39**(2): p. 427-34.
133. Dawson, R., et al., *The cytoprotective role of taurine in exercise-induced muscle injury*. Amino Acids, 2002. **22**(4): p. 309-24.
134. Hill, C.A., et al., *The effect of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on muscle composition and exercise performance*. 2005. **37**[Suppl 5]: p. 348.
135. Hoffman, J., et al., *Effect of creatine and beta-alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2006. **16**(4): p. 430 - 46.
136. Kelly, V.G., et al., *EVALUATION OF THE PREVALENCE, KNOWLEDGE AND ATTITUDES RELATING TO  $\beta$ -ALANINE USE AMONG ATHLETES*. British Journal of Sports Medicine, 2013. **47**(17): p. e4-e4.
137. Knapik, J.J., et al., *Prevalence of Dietary Supplement Use by Athletes: Systematic Review and Meta-Analysis*. Sports Med, 2016. **46**(1): p. 103-23.
138. Lun, V., et al., *Dietary supplementation practices in Canadian high-performance athletes*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2012. **22**(1): p. 31-7.
139. Karimian, J. and P.S. Esfahani, *Supplement consumption in body builder athletes*. J Res Med Sci, 2011. **16**(10): p. 1347-53.
140. Brill, J.B. and M.W. Keane, *Supplementation patterns of competitive male and female bodybuilders*. Int J Sport Nutr, 1994. **4**(4): p. 398-412.
141. Faber, M. and A.J. Benadé, *Nutrient intake and dietary supplementation in body-builders*. S Afr Med J, 1987. **72**(12): p. 831-4.
142. Goston, J.L. and M.I. Correia, *Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors*. Nutrition, 2010. **26**(6): p. 604-11.
143. Sousa, M., et al., *Nutritional supplements usage by Portuguese athletes*. Int J Vitam Nutr Res, 2013. **83**(1): p. 48-58.
144. Freixo, A., *Uso de suplementos nutricionais por praticantes de exercício físico em ginásios*. 2011, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar - Universidade do Porto (Portugal). p. 37.

145. Ziegler, P.J., J.A. Nelson, and S.S. Jonnalagadda, *Use of dietary supplements by elite figure skaters*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2003. **13**(3): p. 266-76.
146. Erdman, K.A., T.S. Fung, and R.A. Reimer, *Influence of performance level on dietary supplementation in elite Canadian athletes*. Med Sci Sports Exerc, 2006. **38**(2): p. 349-56.
147. Nieper, A., *Nutritional supplement practices in UK junior national track and field athletes*. Br J Sports Med, 2005. **39**(9): p. 645-9.
148. Kristiansen, M., et al., *Dietary supplement use by varsity athletes at a Canadian university*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2005. **15**(2): p. 195-210.
149. Scofield, D.E. and S. Unruh, *Dietary supplement use among adolescent athletes in central Nebraska and their sources of information*. J Strength Cond Res, 2006. **20**(2): p. 452-5.
150. Slater, G., B. Tan, and K.C. Teh, *Dietary supplementation practices of Singaporean athletes*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2003. **13**(3): p. 320-32.
151. Erdman, K.A., et al., *Dietary supplementation of high-performance Canadian athletes by age and gender*. Clin J Sport Med, 2007. **17**(6): p. 458-64.
152. Thomas, D.T., K.A. Erdman, and L.M. Burke, *American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance*. Med Sci Sports Exerc, 2016. **48**(3): p. 543-68.
153. Stellingwerff, T., et al., *Effect of two  $\beta$ -alanine dosing protocols on muscle carnosine synthesis and washout*. Amino Acids, 2012. **42**(6): p. 2461-72.

**Nota** – Trabalho realizado respeitando as normas do anterior acordo ortográfico. Por uma questão de princípio e coerência ...

**V. Anexos**

---



**Anexo 1** - Questionário distribuído a atletas da modalidade de CrossFit, a fim de aferir dos seus padrões de consumo de suplementos em geral, e de Creatina e Beta-alanina em particular.

## Suplementação nutricional no CrossFit e na Musculação

Caro(a) atleta,

Sou José Carlos Freitas, aluno do 2º ano do curso de mestrado em Actividades de Fitness da Escola Superior de Desporto e Lazer de Melgaço (Instituto Politécnico de Viana do Castelo).

Encontro-me a desenvolver uma tese/dissertação no âmbito do uso de suplementação natural (não dopante) como potenciador do desempenho na actividade física-desportiva, designadamente no que respeita à suplementação com Monohidrato de Creatina e/ou Beta-alanina nas modalidades de CrossFit e Musculação. O presente questionário insere-se nesse âmbito, sendo supervisionado pelos meus orientadores de tese (Profª. Doutora Raquel Leitão e Prof. Doutor César Chaves).

Nas questões colocadas, não existem respostas certas ou erradas, pelo que solicito que lhes responda com a máxima honestidade e total liberdade.

Este questionário é rigorosamente anónimo. O registo que será guardado com as suas respostas não contém qualquer elemento identificativo.

Muito obrigado pela sua colaboração.

\* Required

### 1. Sexo \*

Mark only one oval.

- Masculino  
 Feminino

### 2. Idade \*

Mark only one oval.

- < 18 anos;  
 18-25 anos;  
 26-33 anos;  
 34-41 anos;  
 >41 anos.

### 3. Habilitações académicas \*

Mark only one oval.

- 9º ano de escolaridade;  
 12º ano de escolaridade;  
 Bacharelato;  
 Licenciatura;  
 Pós-graduação;  
 Mestrado;  
 Doutoramento;

**4. Ocupação**

*Mark only one oval.*

- Trabalhador;
- Estudante;
- Trabalhador/estudante;
- Desempregado;

**5. Tempo de treino \***

Há quantos anos pratica a modalidade?

*Mark only one oval.*

- < 1 ano;
- 1-3 anos;
- > 3 anos.

**6. Quantas horas por semana dispense na prática da modalidade? \***

*Mark only one oval.*

- < 1 hora;
- 1-2 horas;
- 3-4 horas;
- 5-6 horas;
- > 6 horas.

**7. Já tomou suplementos nutricionais (não dopantes)? \***

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não *Skip to question 11.*

**Suplementação geral**



**8. Da seguinte lista, que suplementos tomou?**

(Pode seleccionar várias opções)

*Check all that apply.*

- Proteína em pó (whey protein, caseína ou outra);
- Aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA);
- Aminoácidos essenciais;
- Glutamina;
- Creatina;
- Beta-alanina;
- Multivitamínicos e/ou multiminerais;
- Pré-treinos (NO<sub>2</sub>, taurina, arginina, etc);
- Termogénicos (fat burners);
- Glucosamina ou condroitina;
- Bebidas energéticas (com cafeína e/ou hidratos de carbono);
- CLA (ácido linoleico conjugado);
- HMB (beta-hidroxi-beta-metilbutirato)
- Other: .....

**9. Actualmente, encontra-se a tomar algum suplemento nutricional (não dopante)?**

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

**10. Se respondeu "sim", por favor especifique qual ou quais.**

(Pode seleccionar várias opções)

*Check all that apply.*

- Proteína em pó (whey protein, caseína ou outra);
- Aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA);
- Aminoácidos essenciais;
- Glutamina;
- Creatina;
- Beta-alanina;
- Multivitamínicos e/ou multiminerais;
- Pré-treinos (NO<sub>2</sub>, taurina, arginina, etc);
- Termogénicos (fat burners);
- Glucosamina ou condroitina;
- Bebidas energéticas (com cafeína e/ou hidratos de carbono);
- CLA (ácido linoleico conjugado);
- HMB (beta-hidroxi-beta-metilbutirato)
- Other: .....

**11. Conhece o suplemento nutricional "creatina"?**

Mark only one oval.

- Sim  
 Não Skip to question 22.

## Creatina

**12. Conhece as potencialidades atribuídas (no âmbito da performance físico-desportiva) à creatina?**

Mark only one oval.

- Sim  
 Não

**13. Já tomou Creatina?**

Mark only one oval.

- Sim, isoladamente;  
 Sim, como ingrediente de outro suplemento;  
 Não. After the last question in this section, skip to question 22.

**14. Se respondeu "sim, como ingrediente de outro suplemento", refira qual/quais..**

## Creatina

**15. Com que frequência utiliza a Creatina?**

Mark only one oval.

- Nunca;  
 1 ou 2 ciclos anuais;  
 3 ou 4 ciclos anuais;  
 Mais de 4 ciclos anuais;  
 Sempre.

**16. Neste momento, toma Creatina?**

Mark only one oval.

- Sim, isoladamente;  
 Sim, como ingrediente de outro suplemento;  
 Não.

**17. Que quantidade diária de creatina ingere ou ingeriu?**

Mark only one oval.

- < 5 grs;  
 5-10grs;  
 > 10grs.

**18. O que espera da suplementação com creatina?**

(pode escolher várias opções)

Check all that apply.

- Melhorar a resistência;
- Melhorar a força;
- Melhorar a velocidade;
- Melhorar a composição corporal (mais massa muscular, menos massa adiposa);
- Melhorar a recuperação entre treinos;
- Melhorar a recuperação entre séries (mesmo treino);
- Estimular o sistema imunitário (prevenir gripes, constipações, etc);
- Melhorar o bem-estar geral no dia-a-dia;
- Outro(s).

**19. O que sentiu, de facto, com a suplementação com creatina?**

(pode escolher várias opções)

Check all that apply.

- Melhorei a resistência;
- Melhorei a força;
- Melhorei a velocidade;
- Melhorei a composição corporal (mais massa muscular, menos massa adiposa);
- Melhorei a recuperação entre treinos;
- Melhorei a recuperação entre séries (mesmo treino);
- Estimulei o sistema imunitário (prevenir gripes, constipações, etc);
- Melhorei o bem-estar geral no dia-a-dia;
- Other:

**20. Sentiu algum efeito colateral (secundário) com a toma de creatina?**

Mark only one oval.

- Sim
- Não

**21. Se respondeu "sim" à questão anterior, por favor especifique.**

.....

.....

.....

.....

**Beta-alanina**

**22. Conhece o suplemento nutricional "beta-alanina"? \***

Mark only one oval.

- Sim
- Não    *Stop filling out this form.*

## Beta-alanina

23. **Conhece as potencialidades atribuídas (no âmbito da performance físico-desportiva) à Beta-alanina?**

*Mark only one oval.*

- Sim  
 Não

24. **Já tomou Beta-alanina?**

*Mark only one oval.*

- Sim, isoladamente;  
 Sim, como ingrediente de outro suplemento;  
 Não. *After the last question in this section, stop filling out this form.*

25. **Se respondeu "sim, como ingrediente de outro suplemento", refira qual/quais.**

## Beta-alanina

26. **Neste momento, toma Beta-alanina?**

*Mark only one oval.*

- Sim, isoladamente;  
 Sim, como ingrediente de outro suplemento;  
 Não.

27. **Que quantidade diária de Beta-alanina ingere ou ingeriu?**

*Mark only one oval.*

- < 2 grs;  
 2-5 grs;  
 > 5grs.

28. **Com que frequência utiliza a Beta-alanina?**

*Mark only one oval.*

- Nunca;  
 1 ou 2 ciclos anuais;  
 3 ou 4 ciclos anuais;  
 Mais de 4 ciclos anuais;  
 Sempre.

**29. O que espera da suplementação com Beta-alanina?**

(pode escolher várias opções)

*Check all that apply.*

- Melhorar a resistência;
- Melhorar a força;
- Melhorar a velocidade;
- Melhorar a composição corporal (mais massa muscular, menos massa adiposa);
- Melhorar a recuperação entre treinos;
- Melhorar a recuperação entre séries (mesmo treino);
- Estimular o sistema imunitário (prevenir gripes, constipações, etc);
- Melhorar o bem-estar geral no dia-a-dia;
- Outro(s).

**30. O que sentiu, de facto, com a suplementação com Beta-alanina?**

(pode escolher várias opções)

*Check all that apply.*

- Melhorei a resistência;
- Melhorei a força;
- Melhorei a velocidade;
- Melhorei a composição corporal (mais massa muscular, menos massa adiposa);
- Melhorei a recuperação entre treinos;
- Melhorei a recuperação entre séries (mesmo treino);
- Estimulei o sistema imunitário (prevenir gripes, constipações, etc);
- Melhorei o bem-estar geral no dia-a-dia;
- Other:

**31. Sentiu algum efeito colateral (secundário) com a toma de Beta-alanina?**

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

**32. Se respondeu "sim" à questão anterior, por favor, especifique.**

.....

.....

.....

.....