



ACADEMIA DA FORÇA AÉREA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS AVIADORES

VITOR SALES BARBOSA, Cad Av

**A INFLUÊNCIA DA CREATINA MONOHIDRATADA
NO DESEMPENHO DO CADETE PRATICANTE DE MUSCULAÇÃO**

Pirassununga

2020

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS AVIADORES

VITOR SALES BARBOSA, Cad Av

**A INFLUÊNCIA DA CREATINA MONOHIDRATADA
NO DESEMPENHO DO CADETE PRATICANTE DE MUSCULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso
de Formação de Oficiais Aviadores da Academia da
Força Aérea.

Orientador: Sérgio Moisés Jucosky

Pirassununga
2020

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS AVIADORES

VITOR SALES BARBOSA, Cad Av

**A INFLUÊNCIA DA CREATINA MONOHIDRATADA
NO DESEMPENHO DO CADETE PRATICANTE DE MUSCULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Formação de Oficiais Aviadores da
Academia da Força Aérea.

Data de aprovação: 06 /10 /2020

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Moisés Jucosky

Membro Titular: Prof. Dr. Valber Lazaro Nazareth

Membro Titular: Profa. Dra. Manoela Alves Pires

Pirassununga
2020

*O Maior erro que um homem pode cometer é
sacrificar a sua saúde a qualquer outra vantagem.*

(Arthur Schopenhauer, 1962)

RESUMO

Ao longo dos anos o número de academias e praticantes de musculação tem aumentando cada vez mais em todas as sociedades, desta maneira, a musculação tem se tornando uma das atividades físicas mais praticadas pela população mundial. Na Academia da Força Aérea esta mesma tendência também pode ser observada; visto que a musculação é a atividade física mais praticada entre os cadetes. Um ponto associado a esse aumento do número de praticantes de musculação é o também aumento na procura por suplementos. Muitos pesquisadores apontam que para os dias de hoje, um alto percentual de indivíduos, estando dentro ou fora das academias de musculação, praticam as suas atividades físicas e fazem o uso constante dos suplementos alimentares. Para os cadetes da Academia da Força Aérea, a realidade do uso dos suplementos alimentares não é diferente, pois existe entre os mesmos um consumo alarmante destes produtos. Muitos são os suplementos que se apresentam ao público como um caminho rápido em busca dos resultados almejados, contudo poucos são os que realmente auxiliam no desempenho esportivo. Nesta perspectiva apresentada sobre o uso dos suplementos alimentares, a creatina se apresenta como uma das poucas substâncias que efetivamente possuem algum efeito ergogênico cientificamente comprovado, contudo, muitos são os mitos difundidos a despeito de efeitos colaterais decorrentes de sua utilização. Este trabalho foi confeccionado com objetivo de realizar uma revisão a respeito do tema. Utilizando-se da metodologia de pesquisa bibliográfica, abordando os principais autores do tema, constatou-se como a suplementação de creatina pode ser benéfica em termos de: desempenho físico; ganhos de força e; de massa corporal magra. As comprovações científicas sobre a utilização dos suplementos alimentares (creatina), que foi utilizada neste estudo, demonstraram que o uso que respeita o potencial ergogênico da creatina e que respeita as indicações e contraindicações destas substâncias, pode sim trazer benefícios aos praticantes da atividade física, sem, contudo, representar um risco à saúde.

Palavras-chaves: Suplemento. Creatina. Hipertrofia. Desempenho Esportivo.

ABSTRACT

Over the years the number of gyms and bodybuilders has been increasing in all societies, thus, bodybuilding has become one of the most practiced physical activities by the world population. At the Air Force Academy this same trend can also be observed; since weight training is the most practiced physical activity among cadets. A point associated with this increase in the number of bodybuilders is also the increase in demand for supplements. Many researchers point out that for today, a high percentage of individuals, whether inside or outside the gym, practice their physical activities and make constant use of dietary supplements. For Air Force Academy cadets, the reality of using dietary supplements is no different, as there is an alarming consumption of these products among them. Many supplements are presented to the public as a quick way in to achieve the desired results, however few are those that really help in sports performance. In this perspective presented on the use of dietary supplements, creatine presents itself as one of the few substances that effectively have some scientifically proven ergogenic effect, however, many myths are widespread despite side effects resulting from its use. This work was made with the objective of carrying out a review on the subject. Using the bibliographic research methodology, citing the main authors of the theme, it was found how creatine supplementation can be beneficial in terms of: physical performance; strength and lean body mass gains. Scientific evidence on the use of dietary supplements (creatine), which was used in this study, demonstrated that the use that respects the ergogenic potential of creatine and that respects the indications and contraindications of this substance, can indeed bring benefits to practitioners of physical activity, without, however, posing a health risk.

Keywords: Supplement. Creatine. Hypertrophy. Sports Performance.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNUTRI	Associação Brasileira de Empresas de Produtos Nutricionais
ACAD	Associação Brasileira de Academias
ADP	Difosfato de adenosina
AFA	Academia da Força Aérea
ATP	Trifosfato de adenosina
CK	Creatina quinase
CM	Creatina monohidratada
Cr	Creatina
GFR	Taxa de filtração glomerular renal
IDR	Ingestão Diária Recomendada
IHRSA	Internacional Health, Racket & Sportsclub Association
ISSN	Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva
PCr	Fosfocreatina
Pi	Fosfato inorgânico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 USO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES	11
2.1 Suplementos Alimentares.....	13
3 CREATINA.....	16
3.1 A Síntese da Creatina	17
3.3 Função Metabólica	18
4 SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA.....	22
4.1 Creatina e Hipertrofia.....	25
4.2 Segurança na Suplementação	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A Academia da Força Aérea (AFA) é uma instituição de ensino superior, situada em Pirassununga – SP, que tem por finalidade a formação dos futuros oficiais da Força Aérea Brasileira. O aluno desta instituição, que recebe o posto de cadete, é avaliado tanto físico quanto intelectualmente durante sua formação. É inerente a profissão do militar o bom condicionamento físico, e para tanto os cadetes buscam o aprimoramento do mesmo por meio das práticas desportivas.

Na AFA, a formação dos cadetes dura um período de quatro anos, sendo o aluno submetido ao regime de internato. Na busca de aprimoramento do condicionamento físico, e também de uma melhoria estética, que muitos cadetes praticam a musculação, sendo esta a atividade desportiva mais praticada pelos mesmos. O regime de internato praticamente restringe a alimentação do cadete ao que a instituição oferece. Uma alimentação adequada, ou seja, uma ingestão balanceada de nutrientes é fundamental para os praticantes de musculação que buscam a hipertrofia e uma melhoria do condicionamento físico, sendo que, por vezes, as quantidades desses nutrientes, presentes nas refeições providas pela instituição, podem não ser o suficiente ou mesmo em demasia para se obter os resultados esperados, tais como a melhora do condicionamento físico, manutenção de uma saúde adequada, perda de peso ou aperfeiçoamento estético.

A alternativa adotada pelos cadetes, assim como a maioria dos praticantes de musculação do mundo, é a utilização de suplementos alimentares para balancear a ingestão de nutrientes.

O suplemento nutricional é direcionado para pessoas que desejam suprir deficiências nutricionais e não conseguem através da alimentação. Embora seja esse o objetivo, o suplemento nutricional também é usado como recurso ergogênico (JESUS; SILVA, 2008).

São considerados recursos ergogênicos as substâncias [...], os processos, ou os procedimentos que podem, ou são percebidos como sendo capazes de melhorar o desempenho esportivo. (PERALTA; AMANCIO, 2002)

De acordo com uma pesquisa realizada por Carmo (2011), na qual englobava uma média de 200 cadetes pertencentes aos quatro esquadrões do CCAER, constatou-se que 90% dos participantes já fizeram o uso de suplementos alimentares. Daás (2014), ao realizar um novo estudo acerca da utilização de suplemento por parte dos cadetes, observou, assim como Carmo (2011), um elevado grau de aceitação dessas substâncias pelos mesmos; 78% dos indivíduos

alegaram o uso de algum tipo de suplemento. A pesquisa de Daás (2014) levantou, inclusive, que entre os participantes que já fizeram o uso de suplementos, 64% o fizeram buscando o aumento de massa muscular e um total de 53,88% utilizaram por iniciativa própria ou indicação de outro cadete.

“O uso de creatina como suplemento esportivo tem sido cercado por controvérsias e falácias desde que ganhou ampla popularidade no início dos anos 90” (BUFORD *et al.*, 2007.). Mitos acerca de sua atuação no corpo humano são vastamente difundidos pelos meios de comunicação de massa. Embora esses mitos tenham sido refutados por meio de investigações científicas, o público em geral ainda está exposto principalmente aos meios de comunicação de massa, que podem ou não ter informações precisas. A posição da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva (ISSN) sobre a suplementação de creatina monohidratada resume suas descobertas da seguinte forma:

1. A creatina monohidratada é o suplemento nutricional ergogênico mais eficaz atualmente disponível para atletas em termos de aumento da capacidade de exercício de alta intensidade e massa corporal magra durante o treinamento.
2. A suplementação de monohidrato de creatina não é apenas segura, mas foi relatado que possui vários benefícios terapêuticos em populações saudáveis e doentes, variando de bebês a idosos. Não há evidências científicas convincentes de que o uso a curto ou longo prazo da creatina monohidratada (até 30 g / dia por 5 anos) tenha efeitos prejudiciais em indivíduos saudáveis ou entre populações clínicas que podem se beneficiar da suplementação de creatina.
3. Se forem tomadas as devidas precauções e supervisão, a suplementação de creatina monohidratada em crianças e adolescentes atletas é aceitável e pode fornecer uma alternativa nutricional com um perfil de segurança favorável a medicamentos androgênicos anabólicos potencialmente perigosos. No entanto, recomenda-se que a suplementação de creatina seja considerada apenas para atletas mais jovens que: a) estejam envolvidos em treinamento supervisionado sério / competitivo; b) esteja consumindo uma dieta bem equilibrada e que melhore o desempenho; c) tenha conhecimento sobre o uso apropriado da creatina; e d) não exceda as doses recomendadas.
4. Recomendações de rotulagem sobre produtos de creatina que alertam contra o uso por menores de 18 anos, embora talvez pretendam isolar seus fabricantes da responsabilidade legal, provavelmente não são necessárias, dada a ciência que apoia a segurança da creatina, inclusive em crianças e adolescentes.
5. Atualmente, a creatina monohidratada é a forma de creatina mais estudada e clinicamente eficaz para uso em suplementos nutricionais em termos de captação muscular e capacidade de aumentar a capacidade de exercício de alta intensidade.
6. A adição de carboidrato ou carboidrato e proteína a um suplemento de creatina parece aumentar a captação muscular de creatina, embora o efeito nas medidas de desempenho pode não ser superior do que usar creatina monohidratada sozinha.
7. O método mais rápido de aumentar os estoques de creatina muscular parece consumir ~ 0,3 g / kg / dia de creatina monohidratada por 5 a 7 dias, seguido de 3 a 5 g / dia a seguir para manter os estoques elevados. Inicialmente, a ingestão de quantidades menores de creatina monohidratada (por exemplo, 3 a 5 g / dia) aumentará as reservas de creatina muscular durante um período de três a 4 semanas, no entanto, os efeitos no desempenho inicial desse método de suplementação são menos suportados.

8. Populações clínicas foram suplementadas com altos níveis de creatina monohidratada (0,3-0,8 g / kg / dia equivalente a 21-56 g / dia para um indivíduo de 70 kg) por anos sem eventos adversos clinicamente significativos ou graves.
9. Mais pesquisas são necessárias para examinar os potenciais benefícios médicos da creatina monohidratada e precursores como o ácido guanidinoacético no esporte, saúde e medicina. (KERKSICK et al, 2018)

Buscando apoiar essa posição mencionada pela ISSN, bem como devido à alta taxa de auto suplementação na AFA, que será apresentada no trabalho, também presente de maneira expressiva nos indivíduos praticantes de atividade física como um todo segundo Lacerda et al. (2015); Lopes et al. (2015); Hirschbruch, Fisberg, Mochizuki (2008); e Moreira, Rodrigues (2014), aliada ao fato de existir uma grande veiculação de informações imprecisas, este trabalho foi confeccionado visando promover uma revisão de literatura acerca da atuação da creatina no organismo, e como esta pode influenciar no desempenho físico do indivíduo.

2 USO DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES

Entre as atividades físicas mais praticadas no mundo, a musculação tem tomado posição de destaque.

Numa pesquisa realizada pela International Health, Racquet & Sportsclub Association (IHRSA), instituição que promove os conceitos de saúde aliados a práticas esportivas e de musculação, no ano de 2016, o número de usuários de academia atingiu o recorde de 162 milhões, índice mais alto registrado desde 1987 (HONORIO, p.10, 2018)

A IHRSA, em uma nova pesquisa, também apontou o Brasil como o país ocupante do segundo lugar no ranking dos países que investem em academias, sendo o maior da América Latina. Os Dados da Associação Brasileira de Academias (Acad), no ano de 2019, apontam 34.509 academias em todo o território nacional, com 9,6 milhões de alunos.

Esse crescente número de academias e praticantes de musculação no mundo é explicado pela demanda estética da população. Assim como aponta Alves et al. (2009) a cultura sempre foi decisiva enquanto reguladora do comportamento humano, o indivíduo busca moldar suas ações com base no que é aceitável em seu meio social.

Desde os estudos pioneiros de Marcel Mauss, a antropologia tem mostrado como o corpo constitui-se, em todas as culturas, em símbolo sobre o qual se inscrevem as normas culturais. Os padrões de beleza, os significados associados aos músculos ou ao corpo obeso transformam-se ao longo do tempo e refletem os valores centrais de cada contexto cultural. (IRIART; CHAVES; ORLEANS, 2009)

Uma das características da sociedade contemporânea é a elevada importância atribuída à aparência corporal (IRIART; CHAVES; ORLEANS, 2009; AGUIAR, 2014), e de fato, assim como concluiu Frost (2005), os sujeitos devem construir e reconstruir ativamente uma aparência apropriada, fazer aparência é uma parte inevitável da produção reflexiva de identidade. O capitalismo de consumo incute sonhos e desejos de corpos perfeitos e 'beleza' perfeita, para serem realizados através do mercado.

De acordo com Alves et al (2009), a cultura ocidental aponta a magreza como um símbolo de competência, sucesso e atração sexual, bem como que para os homens, concluiu Labre (2002), o padrão desejado são corpos, além de magros, grandes e musculosos com elevado grau de hipertrofia, o que é chamado hoje de definição muscular.

Com vistas a obtenção dessa estética idealizada pela sociedade o uso de suplementos alimentares tem apresentado ser uma tendência entre os praticantes de atividade física no Brasil

e no mundo, principalmente entre os frequentadores de academias, como apontam diversos pesquisadores tais como Lopes et al. (2015); Hirschbruch, Fisberg, Mochizuki (2008); Moreira, Rodrigues (2014); Fayh et al. (2013) entre outros. “Em 2011, a venda mundial de suplementos alimentares cresceu 14%, movimentando 21 bilhões de dólares, contudo somente 5% das vendas totais desses suplementos foram destinadas a atletas de elite” (NABUCO; RODRIGUES; RAVAGNANI, 2016). Assim como na venda mundial, o mercado brasileiro obteve uma expressiva alta; uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Produtos Nutricionais (ABENUTRI), no ano de 2018, constatou um aumento nas vendas de 12% em relação ao ano de 2017, o setor de suplementação esportiva faturou aproximadamente R\$2,24 bilhões (PONSONI, 2019).

A mídia é um dos importantes estímulos ao uso de suplementos alimentares ao veicular, por exemplo, o mito do corpo ideal. Em 2001, a indústria de suplementos alimentares investiu globalmente US\$ 46 bilhões em propaganda, como meio de persuadir potenciais consumidores a adquirir seus produtos. Na adolescência, período de autoafirmação, muitos deles não medem esforços para atingir tal objetivo. (ALVES; LIMA, 2009)

Estudos anteriores apontam essa mesma tendência a adesão de suplementos pelos cadetes da AFA. Carmo (2011), utilizando-se de um espaço amostral de cerca de 200 cadetes, pertencentes aos 4 esquadrões, constatou que 90% dos participantes já fizeram o uso de suplementos alimentares. Daás (2014), ao realizar um novo estudo acerca da utilização de suplemento por parte dos cadetes, constatou, assim como Carmo (2011), um elevado grau de aceitação dessas substâncias entre os cadetes; 78% dos indivíduos alegaram já terem feito o uso de algum tipo de suplemento. A pesquisa de Daás (2014) levantou, inclusive, que entre os participantes que já fizeram o uso de suplementos, 64% o fizeram buscando o aumento de massa muscular e um total de 53,88% utilizaram por iniciativa própria ou indicação de outro cadete.

Existem no mercado diferentes tipos de suplementos disponíveis, suplementos de substâncias variadas tais como cafeína, whey protein, albumina, creatina dentre outros variados. Há diferentes grupos de divisões dos suplementos, divisões com base em seu princípio de atuação ou mesmo composição. Para uma melhor compreensão do assunto será apresentada uma breve explanação acerca dessas divisões, bem como o que de fato é considerado um suplemento alimentar.

2.1 Suplementos Alimentares

De acordo com o Ministério da Saúde, em Portaria de no 32, publicada no Diário Oficial em 1998, suplementos são somente vitaminas e/ou minerais isolados ou combinados entre si, desde que não ultrapassem 100% da IDR (Ingestão Diária Recomendada). Acima dessas dosagens são considerados como medicamentos, podendo ser de venda livre quando não ultrapassam em até 100% a IDR e vendidos somente com prescrição médica quando apresentam valores acima desses limites. (ALVES, p.24, 2002).

Ainda quanto sua definição, para Alves e Lima (2009), os suplementos alimentares são substâncias utilizadas por via oral com o objetivo de complementar uma determinada deficiência dietética. Muitas vezes comercializados como substâncias ergogênicas capazes de melhorar ou aumentar a performance física.

A Medicina Esportiva estabelece um conceito para o termo “recurso ergogênico” que abrange todo e qualquer mecanismo, efeito fisiológico, nutricional ou farmacológico que seja capaz de melhorar a performance nas atividades físicas esportivas, ou mesmo ocupacionais (BARROS NETO, 2001).

Barros Neto (2001) subdividiu os agentes ergogênicos em 3 grupos: fisiológicos; nutricionais; e farmacológicos. De acordo com a subdivisão do autor, entende-se por agentes fisiológicos aqueles que incluem qualquer tipo de mecanismo ou adaptação fisiológica com vistas à melhora do desempenho físico. A adaptação crônica à altitude, por exemplo, pode ser considerada um agente ergogênico fisiológico, uma vez que ao se promover um aumento de glóbulos vermelhos presentes no sangue, têm-se um aumento no rendimento físico aeróbio durante os primeiros dias subsequentes ao retorno para um ambiente de baixa altitude, melhora devido aumento na capacidade de transporte de oxigênio no sangue.

Os recursos ergogênicos farmacológicos são drogas destinadas a funcionar como hormônios ou neurotransmissores encontrados naturalmente no corpo humano. São usados para influenciar os processos fisiológicos ou psicológicos a fim de aumentar a potência física ou a força mental (WILLIAMS, 2002).

Alguns exemplos são variados medicamentos e drogas que possibilitam a melhora no desempenho desportivo e estimulam um maior desenvolvimento dos grupos musculares. Alguns desses recursos podem ser indicados por profissionais, como medicamentos, para o tratamento de certas patologias. Contudo, a sua utilização inadequada, por pessoas leigas no assunto, no intuito de ser associado à prática de exercícios com peso para alcançar o corpo perfeito, pode causar efeitos colaterais e trazer malefício à saúde (BARROS NETO, 2001).

Barros Neto (2001) aponta, inclusive, que os recursos ergogênicos farmacológicos constituem no maior problema para a saúde, a ética e a própria legislação esportiva; sendo que, entre os agentes farmacológicos, os esteroides anabolizantes são os principais utilizados. Os esteroides, assim como procurado pela população que busca atingir rapidamente os seus objetivos de corpo ideal, se apresentam como uma promessa de desempenho e corpo perfeito.

O uso de anabolizantes, que antes era restrito a atletas e fisiculturistas, popularizou-se entre os jovens não atletas que passaram a utilizá-los para fins estéticos. Segundo Evans, dois terços dos usuários de anabolizantes são praticantes recreativos de musculação (IRIART; CHAVES; ORLEANS, 2009).

Infelizmente, cada vez mais o efeito terapêutico dos anabolizantes é desvirtuado a ponto da própria concepção leiga do seu nome ser associada a um perigo iminente, o que de fato se justifica em decorrência do uso indiscriminado dos mesmos e suas consequências (BARROS NETO, 2001; BEVILACQUA, *et al.*, 2017).

Os agentes ergogênicos nutricionais, subdivisão que engloba a substância de estudo, caracterizam-se pela aplicação de estratégias e pelo consumo de nutrientes com grau de eficiência extremamente variável (BARROS NETO, 2001).

Os ergogênicos nutricionais servem principalmente para aumentar o tecido muscular, a oferta de energia para o músculo e a taxa de produção de energia no músculo. Os nutrientes estão envolvidos com os processos geradores de energia por meio de três funções básicas: (a) alguns deles são utilizados como fonte de energia; (b) alguns regulam os processos através dos quais a energia é produzida no corpo; e (c) alguns promovem o crescimento e desenvolvimento dos tecidos corporais. (ALVES, p.23, 2002).

Os consumidores de suplementos nutricionais geralmente utilizam estas substâncias em doses muito acima do recomendável, o que também se constitui em uma preocupação, apesar de grandes controvérsias quanto aos eventuais problemas à saúde consequentes ao abuso. (BARROS NETO, 2001).

Como já fora mencionado, há uma grande procura da população pelos suplementos alimentares. Estes são apresentados ao público, através da mídia, como uma solução rápida e segura na busca pelos resultados procurados pela sociedade. Contudo, alguns autores, tais como Barros Neto (2001), apontam que a grande maioria dos suplementos disponíveis ao público não apresentam comprovação científica de efetividade ergogênica.

Em uma revisão promovida pela International Society of Sports Nutrition, no ano de 2018, na qual retrata as bases científicas de comprovação da eficiência dos diversos

suplementos disponíveis no mercado, apontou-se que, dentre a vasta gama de suprimentos existentes, poucos são os que possuem evidências que suportem a sua eficácia e segurança em termos de ganho de massa muscular; e, dentre estes poucos, pode-se citar as proteínas e, principalmente, a creatina, substância considerada pelos mesmos, como a mais eficiente neste quesito (KERKISICK, *et al.*, 2018).

Uma vez apresentadas, sucintamente, as divisões dos suplementos alimentares; e caracterizada a creatina como pertencente ao grupo dos suplementos nutricionais, sendo, entre estes, uma das poucas que possui alguma comprovação científica de efetividade ergogênica, será agora salientada as características desta substância.

3 CREATINA

A creatina foi descoberta em 1832 pelo cientista Michel Eugene, que relatou ter encontrado um novo constituinte orgânico nas carnes. O cientista nomeou a substância de creatina através da palavra grega para carne, kreas (SINGH; DASH, 2009). Anos depois, por volta de 1880, a creatinina também fora descoberta, a substância fora encontrada na urina e estudos especularam que essa era derivada da creatina, sendo um metabolito da degradação da mesma. A quantidade de creatina presente no corpo do indivíduo fora ligada à sua quantidade de massa muscular total (SINGH; DASH, 2009). Em meados do século XX, com os avanços e desenvolvimentos das pesquisas nesta área, verificou-se que nem toda a creatina ingerida era encontrada na urina, indicando que o organismo armazenava uma parte da mesma (FRANCO; MARIANO, 2009).

Quinze anos após a descoberta de Eugene, Justus Von Liebig em 1847, constatou em seus estudos, comparando a quantidade total de creatina no corpo de animais selvagens e domésticos, que animais selvagens apresentavam aproximadamente dez vezes mais conteúdo de creatina em sua musculatura quando comparadas a animais domesticados. No experimento realizado, comparou-se a quantidade de creatina armazenada em raposas e cães, suspeitou-se então que de alguma forma esta substância exercesse influência na atividade muscular, visto que os animais selvagens possuíam maior capacidade e velocidade de locomoção (CÂMARA; DIAS, 2009).

A creatina pode ser encontrada no corpo humano em sua forma livre ou fosforilada (GUALANO et al., 2010), segundo Wilder et al. (2001), citado por Terenzi (2013), o armazenamento no corpo humano alcança 120g, dos quais 95% encontram-se na musculatura esquelética e o restante, conforme apontam Câmara e Dias (2009), encontram-se distribuídos na musculatura lisa (coração), células sanguíneas, testículos (espermatozoides), cérebro e na retina. Quanto a proporção presente no corpo, estudos divergem sobre o percentual de cada forma ante a quantidade total estocada; assim como apontam Peralta e Amancio (2002), Franco e Mariano (2009) e Gualano et al. (2010). Em sua forma fosforilada, a fosfocreatina (PCr), encontrada nas células musculares, constitui uma reserva de energia para a rápida regeneração do trifosfato de adenosina (ATP) (PERALTA; AMANCIO, 2002).

3.1 A Síntese da Creatina

Existem duas formas de se obter a creatina (Cr), através da dieta ou por meio da síntese endógena da mesma. Nos humanos a síntese ocorre através da atuação do fígado, pâncreas e rins, e os três aminoácidos envolvidos na síntese de Cr são a glicina, arginina e metionina (WALKER, 2009; WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999). Conforme explica Donatto et al (2007) a síntese no corpo humano se divide em duas etapas: a primeira se localiza no rim, onde a glicina e arginina são transformadas em guanidinoacetato a partir da enzima transaminidase, a partir de então o novo composto circula até o fígado, onde recebe um grupo metil, proveniente da metionina, formando-se assim o ácido metil-guanidinoacético (creatina). Pelo fato da creatina ser sintetizada pelo corpo através de aminoácidos, a mesma não é considerada um nutriente essencial.

Como já fora mencionado, a creatina pode ser também obtida através da dieta mista, contudo quando as necessidades diárias não podem ser alcançadas através da alimentação (veganos e vegetarianos) ocorre no organismo um aumento da síntese endógena da mesma (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999). Uma vez que os aminoácidos envolvidos na síntese do ácido metil-guanidinoacético também possuem outras funções importantes no organismo, há uma regulação da biossíntese da creatina de forma há não atrapalhar as demais necessidades metabólicas de arginina, glicina e metionina (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999).

A absorção de creatina através da ingestão de alimentos, ocorre principalmente através de carnes ou de suplementos nutricionais (GARRIDO et al, 2008). A Cr também pode ser encontrada em outros produtos animais, principalmente em peixes, conforme apresentado na Tabela 1

Tabela 1 – Principais fontes alimentares de Creatina

Alimento	Quantidade de Creatina g/kg
Bacalhau	3
Arenque	6,5-10
Linguado	2
Salmão	4,5
Carne de Boi	4,5
Carne de Porco	5
Leite	0,1

Fonte: ALVES, p. 29, 2002.

Diariamente, um indivíduo adulto, com uma dieta habitual variada (mista), ingere aproximadamente 1.g de creatina, e uma quantidade similar é produzida pelo fígado para atingir as necessidades diárias. Este total (cerca de 2.g), equivale aproximadamente à creatina reciclada diariamente pelo organismo (PERALTA; AMANCIO, 2002).

Conforme apontado por Williams e colaboradores (1999), corroborando com Peralta e Amancio (2002), indivíduos que consomem uma dieta normal onívora, obtêm de 0,25 a 1g de creatina por dia através da alimentação. É possível aumentar a ingestão da substância através da dieta, contudo torna-se muito difícil a ingestão de mais do que 3 a 4g por dia a não ser que haja um elevado consumo de proteína por parte do indivíduo, situação na qual são demandas grandes quantidades de alimentos, na ordem de 500g de peixes ou carnes.

Haja vista essa dificuldade na obtenção de maiores quantidades de Cr única e exclusivamente por meio de dieta e síntese endógena, que muitos praticantes de atividade física buscam a suplementação de tal nutriente para o aumento do estoque corporal (ALVES, 2002).

Assim como apontam Williams, Kreider e Branch (1999) análises de biópsia muscular indicam quantidades normais de 120 milimol por quilograma de matéria seca (mmol/kg dm) de concentração de creatina, obtidas através de uma dieta normal, sendo essas concentrações inclusive apresentadas por indivíduos com dieta estritamente vegetariana. Contudo, Harris et al (1992), citado por Williams, Kreider e Branch (1999), em seus estudos apontou que concentrações maiores podem ser atingidas através de suplementação, indicando, com o uso de seu protocolo de suplementação, concentrações de 155 mmol/kg dm como um limite superior para a quantidade total de creatina.

Para se entender o motivo da busca pelo aumento das concentrações corporais de creatina, se faz necessário compreender sua função metabólica no organismo, uma vez que esta está diretamente ligada ao seu potencial efeito ergogênico.

3.3 Função Metabólica

A creatina desempenha diferentes funções no organismo, podendo-se citar atuações no músculo miocárdio, sistema nervoso, síntese de proteínas, e como função principal, sua atuação no metabolismo energético, que possui vital importância ante o exercício e desempenho físico esportivo (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999).

Assim como dissertam Williams, Kreider e Branch (1999) o sistema energético de um organismo depende do armazenamento, produção e utilização do ATP. O ATP é a fonte de energia imediata utilizada pelas células, uma vez que sua hidrólise é altamente exergônica, onde

o fosfato do ATP é removido pela enzima ATPase; tal reação tem como resultado a liberação de energia livre, produção de ADP (Difosfato de adenosina) e Pi (fosfato inorgânico). A reação pode ser descrita através da seguinte fórmula:



Sendo o ATP a principal fonte de energia do organismo, este está diretamente ligado a capacidade de execução de um exercício físico. Assim como aponta Ma et al. (1996), citada por Williams, Kreider e Branch (1999), a reserva de ATP nas células é limitada, contudo este é regenerado através de outros processos metabólicos, provendo assim mais energia para continuação do esforço. Bergstrom et al (1967), citado por Lima-Silva et al (2007), aponta que o tempo de sustentação de um determinado exercício está relacionado com a capacidade de ressíntese do ATP do indivíduo.

Existem diferentes sítios de produção de ATP, e Sahlin (1986), citado por Williams, Kreider e Branch (1999), ao constatar a limitação de produção dessa molécula por meio desses diferentes sítios, calculou, então, a capacidade de energia disponível (molATP), a potência máxima de ATP produzida (per mmolATP / kg dm), a intensidade do exercício suportada e a duração da atividade permitida por fonte de energia.

No que diz respeito às fontes anaeróbicas, as reservas de ATP contêm aproximadamente 0,2 mols de ATP, produzem 11,2 mmols de ATP/kg dm, suportam intensidades de exercícios muito altas e duram apenas aproximadamente 1 a 2 segundos. (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999).

A quantidade de ATP celular é limitada, contudo, conforme já apontado, esse pode ser regenerado por meio de diferentes processos metabólicos nas células, dos quais podemos citar a glicólise anaeróbica e o metabolismo oxidativo (WILLIAMS; KREIDER; BRACH, 1999). Apesar do estudo realizado por Sahlin (1986), citado por Williams, Kreider e Branch (1999), constatou-se que o processo de glicólise anaeróbica contém 5,2 mmol de ATP, com a capacidade de produção de 5,2 ATP/kg dm, e é capaz de prover a energia necessária para execução de exercícios de alta intensidade e não muito intensos, durando aproximadamente 7 minutos.

A partir desse exposto que entra a importância da creatina no metabolismo energético, a partir da reação promovida pela enzima creatina quinase (CK), na qual é possível a obtenção de ATP através da quebra da fosfocreatina; Ferreira (2014) aponta que tal processo é reversível e pode ser representado pela seguinte fórmula:



Em 1962, Cain e Davies, citados por Ferreira (2014), em seus experimentos inibiram a ação da enzima creatina quinase de modo que não pudesse ocorrer a transformação de PCr em Cr, assim sendo, inibindo a produção de ATP por meio deste processo. Durante a execução do experimento foi constatada uma rápida redução nos níveis de ATP, até o ponto que não se fazia mais possível a execução de contrações musculares.

Este estudo promovido por Cain e Davies fora essencial para demonstrar a importância da atuação da creatina no metabolismo energético, e como esta está diretamente ligada à capacidade de manutenção de contrações musculares por parte do indivíduo, a capacidade de execução de exercícios pelo mesmo. Assim como aponta Ferreira (2014), esse sistema PCr/CK é de vital importância para situações de alta demanda metabólica (exercícios físicos de alta intensidade) nas quais as taxas de consumo das moléculas de ATP excedem a taxa de síntese por meio das demais vias metabólicas, uma vez que o sistema PCr é capaz de promover uma rápida ressíntese do ATP. Tarnopolsky (2010) afirma que a creatina funciona como um incremento de energia temporal, sendo a mesma responsável pela provisão da maioria da energia para os primeiros 6 a 8s de contração muscular, atuando antes que o processo de glicólise anaeróbica se torne o sítio principal de provisão energética.

Durante o exercício de alta intensidade, a hidrólise de ATP é inicialmente tamponada pela PCr através da reação da CK. Enquanto a PCr está disponível instantaneamente para a regeneração do ATP, a glicólise é induzida com um atraso de alguns segundos e a estimulação da fosforilação oxidativa mitocondrial é adiada ainda mais. (WYSS; KADDURAH-DAOUK, 2000)

Sahlin (1986), citado por Williams, Kreider e Branch (1999), através de seus cálculos, apresenta que os estoques de fosfocreatina contêm 0,34 mol de ATP, possuem a capacidade de produzir 8,6 mmol de ATP/kg dm e suportam os exercícios de alta intensidade, cuja duração não exceda 30s.

O catabolismo de PCr é capaz de gerar de modo instantâneo aproximadamente 9 mmol de ATP por quilo de peso corporal por segundo, superando em mais de mil vezes a capacidade de geração de energia fornecida pelas vias aeróbias no mesmo período de tempo. (CÂMARA; DIAS, 2009)

Wyss e Kaddurah-Daouk (2000) apontam as reservas de PCr como limitadas, ao ponto que, perante a prática de exercícios de alta intensidade, a PCr disponível se esgota dentro de 10s da realização da atividade. Desta forma, a quantidade de fosfocreatina presente nas reservas musculares, torna-se um limitante para execução de exercícios de alta intensidade, e os autores

entendem que, a possibilidade de se aumentar tais reservas de PCr, retardando a depleção da mesma, poderia afetar favoravelmente o desempenho muscular.

Corroborando com o que fora apresentado por Wyss e Kaddurah-Daouk (2000), Tarnopolsky (2010) também compreende que os exercícios de alta intensidade dependem muito do sistema PCr/CK nos primeiros 10s de contração; e assim sendo, também acredita, haja vista a capacidade de produção energética temporal deste sistema, na hipótese de que se os estoques de creatina pudessem ser aumentados, poderia se ter um prolongamento do fornecimento de energia.

Visando-se o aumento dos estoques de creatina nos músculos, para a obtenção de efeitos ergogênicos no desempenho físico, diferentes protocolos de suplementação foram concebidos e implementados. Para tanto, serão apresentados alguns dos protocolos utilizados e suas estratégias de atuação.

4 SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA

Conforme já mencionado anteriormente, um ser humano que se alimente de uma dieta mista típica consome cerca de 1g de creatina diariamente, bem como produz mais 1g por meio de síntese endógena; sendo esses 2g praticamente equivalente a creatina reciclada diariamente pelo corpo (PERALTA; AMANCIO, 2002). A obtenção de maiores quantidades deste substrato por meio exclusivo da dieta torna-se praticamente impraticável, haja vista que a concentração de creatina em alimentos naturais é naturalmente baixa, apresentando concentrações de 3-5g por quilograma de carne ou peixe (conforme apresentado na Tabela 1), e, aliada à essa baixa concentração relativa, o processo de cozimento pode ainda afetar negativamente na biodisponibilidade da substância (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999), para tanto, a obtenção das quantidades necessárias para uma fase de sobrecarga torna-se impraticável por meio de dieta, necessitando assim de uma suplementação da substância para se prover um aumento nas quantidades armazenadas no músculo.

Durante os Jogos Olímpicos ocorridos em Barcelona no ano de 1992, houve o início da popularização da substância no meio esportivo. O corredor inglês Linford Christie obteve medalha de ouro na competição dos 100m (metros) rasos e creditou tal fato à administração de creatina, bem como o fez Sally Gunnel, vencedora da prova de corrida dos 400m com barreiras (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999 e PERALTA; AMANCIO 2002). Assim como também relataram o uso de creatina a equipe de remo da Cambridge University pouco tempo antes de derrotar a grande favorita Oxford (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999). A partir desta popularização em 1992, Williams et al (1999) aponta que durante a edição seguinte dos Jogos Olímpicos, realizada em Atlanta no ano de 1996, estima-se que 80% dos atletas participantes fizeram o uso da creatina.

A suplementação para atletas é feita na forma de creatina monohidratada, um pó branco solúvel em água. A quantidade armazenada de creatina durante a suplementação é muito variável entre indivíduos; estas variações sugerem que a captação desta substância é dependente de diferentes fatores, incluindo diferenças na composição da dieta, conteúdo muscular inicial deste composto, sexo, composição de fibras musculares (PERALTA; AMANCIO, 2002).

O interesse na suplementação de creatina para o meio esportivo surgiu a partir de um artigo apresentado por Harris et al em 1922, no qual foi apresentada a possibilidade de aumento das quantidades totais de creatina e fosfocreatina encontradas no músculo a partir da suplementação de creatina monohidratada (TARNOPOLSKY, 2010). O protocolo utilizado no

trabalho consistia de uma administração oral de creatina monohidratada (CM), dissolvida em 300ml de água morna sem a detecção da formação de creatinina, durante 5 dias, na carga de 20g por dia, que fora dividida em quatro doses de 5g ingeridas, sendo posteriormente aumentadas para seis doses de 5g; a partir desse protocolo utilizado, Harris et al (1922) constatou um aumento de 15 a 20% nas quantidades de creatina e fosfocreatina dos indivíduos.

Atletas vegetarianos são os que mais se beneficiam da suplementação de creatina. Devido as suas dietas não apresentarem carnes, principal fonte do nutriente, os mesmos praticamente não obtêm a ingestão deste composto através da mesma, assim sendo possuem baixos níveis de concentração deste elemento no organismo (PERALTA; AMANCIO, 2002). Nos indivíduos vegetarianos, conforme afirmam Peralta e Amancio (2002), a suplementação desse composto apresentam resultados ainda mais expressivos quando comparados aos consumidores de uma dieta mista regular; tendo sido constatada uma possibilidade de aumento na concentração muscular do composto em 60%, ao passo que indivíduos que se alimentem normalmente de uma dieta mista regular apresentam incrementos nas ordens de 10 a 20%.

Pesquisas subsequentes às apresentadas por Harris et al em 1922 apresentaram semelhantes incrementos nas concentrações de creatina e fosfocreatina no organismo, obtidas através da suplementação, após decorridos 30 dias de administração da substância em baixa dose, utilizando uma carga de 3g por dia de ingestão (TARNOPOLSKY, 2010). Também foram verificados incrementos na mesma ordem utilizando de uma estratégia composta de uma fase de carga e, após, uma fase de manutenção; a fase de carga sendo composta pela administração de 20g por dia em um período de 6 dias, seguida da fase de manutenção, na qual apresentava a ingestão diária de 2g por dia durante 1 mês, visando assim apenas a manutenção deste aumento da concentração corporal do substrato proporcionado pela fase de carga (TARNOPOLSKY, 2010).

Williams, Kreider e Branch (1999) apresentam que as análises de biópsia muscular indicam quantidades normais de 120 milimol por quilograma de matéria seca (mmol/kg dm) de concentração de creatina, obtidas através de uma dieta normal. Harris et al (1992), citado por Williams, Kreider e Branch (1999), em seus estudos apontou que concentrações maiores podem ser atingidas através de suplementação, indicando, com o uso de seu protocolo de suplementação, concentrações de 155 mmol/kg dm como um limite superior para a quantidade total de creatina, sendo que, após interrompida a suplementação, os níveis elevados de creatina vão lentamente retomando ao normal após transcorridas 5 a 8 semanas (TARNOPOLSKY, 2010).

O protocolo típico de suplementação é realizado com base na estratégia de carregamento e manutenção. Inicialmente tem-se uma fase de carregamento, onde são consumidas grandes quantidades de creatina diariamente, e, após, se prossegue com uma menor ingestão do substrato, apenas visando a manutenção do aumento de concentração já obtido. Durante a fase de carregamento são administradas 20g ou 0,3g/kg de creatina monohidratada por dia, divididas em doses de 5g, que se estende por um período de 5 a 7 dias; em seguida se prossegue com a fase de manutenção, na qual se aplica a ingestão de 3 a 5g por dia ou 0,03g/kg, que perdura durante o período de suplementação (BUFORD et al, 2007; COOPER et al, 2012). Outros protocolos são também utilizados, como por exemplo a administração de doses únicas contendo cerca de 3 a 6g ou entre 0,03 a 0,1g/kg diariamente, contudo, quando comparado com o típico protocolo utilizado, esse método demora mais tempo para produção de efeitos ergogênicos, levando entre 21 e 28 dias, ao passo que, conforme afirma Buford et al (2007), o método tradicional necessita apenas de 2 a 3 dias para apresentação de benefícios.

Ainda a despeito do método tradicional de suplementação, um protocolo mais moderado no que diz respeito a fase de carregamento pode ser ainda mais efetivo. Ao aumentar o número de doses nas quais se dividem as 20g diárias de CM, Sale et al (2009) constatou um aumento na retenção do substrato. Assim como já mencionado, normalmente são ingeridas 4 doses de 5g de CM; contudo, para seu experimento, Sale et al (2009) dividiu as 20g em doses de 1g, as quais foram ingeridas uniformemente em intervalos de 30 minutos, durante um período de 5 dias. Ao longo do experimento constatou-se uma redução nos níveis de creatina excretada na urina, levando assim a um aumento, quando comparada com a divisão em 4 doses de 5g, de 13% na retenção de creatina no corpo. Deste modo, com este aprimoramento na retenção de creatina, há no indivíduo um ganho de peso significativamente maior quando se utilizando a administração de várias doses de pequenas quantidades de CM espalhadas uniformemente ao longo do dia (COOPER et al, 2012)

Além dos já mencionados protocolos com e sem fase de carregamento, há ainda estratégias de suplementação de “ciclagem”. Os protocolos de ciclo, envolvem a administração de doses de carregamento por um período de 3 a 5 dias, repetidas a cada 3-4 semanas. Esses protocolos, assim como aponta Buford et al (2007), aparentam ser eficazes para o aumento e manutenção do conteúdo de creatina muscular sem a necessidade da execução de uma fase de manutenção, haja vista a execução de um novo carregamento (administração de 20g diárias por um período de 3 a 5) antes da queda na concentração, o que ocorre aproximadamente entre 4 e 6 semanas.

A ingestão de carboidratos, aliada a suplementação de CM, é capaz de induzir um aumento substancial nos acúmulos de creatina muscular, quando se comparado à suplementação apenas de CM (STEENGE; SIMPSON; GREENHAFF, 2000). No experimento realizado por Green et al (1996), dividiram-se dois grupos para a suplementação de creatina. Os indivíduos de ambos os grupos realizaram o mesmo protocolo de suplementação, contudo um dos grupos, além da ingestão de CM, realizava, 30 minutos após a administração da mesma, o consumo de uma solução de carboidratos. Deste modo a suplementação dos grupos se seguiu da seguinte maneira: o grupo suplementado apenas com creatina, realizava a ingestão diária de 20g de CM, bem como realizava também o grupo que recebera 370g de carboidrato em adição; esses protocolos de suplementação se perduraram por um período de 5 dias, e as quantidades totais dos substratos ingeridas diariamente foram divididas em quatro doses administradas ao longo do dia.

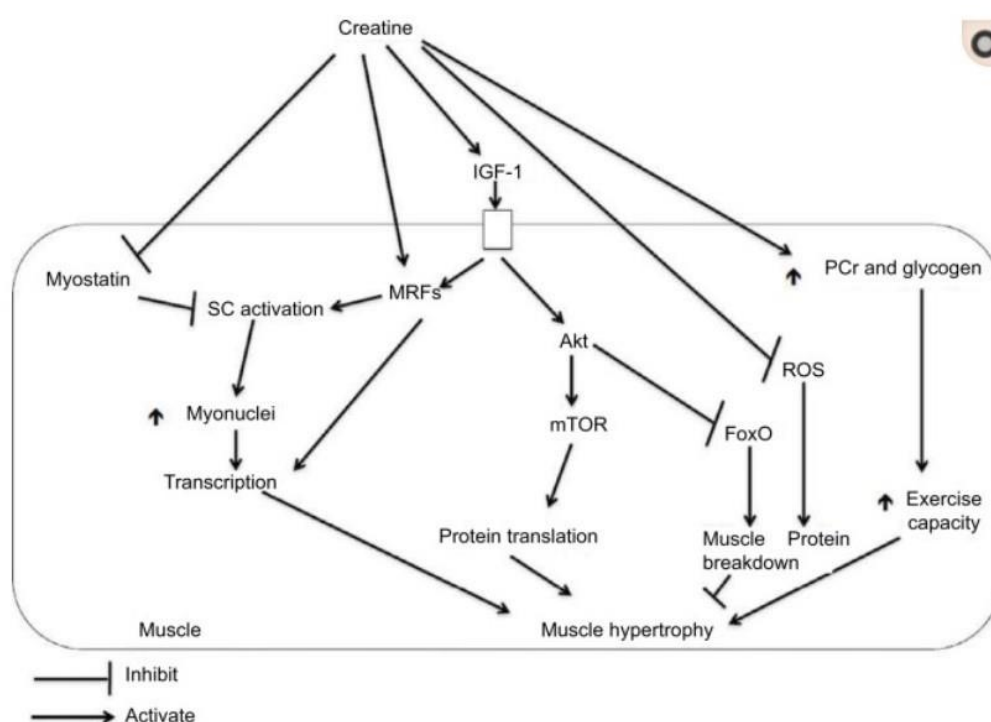
Como resultado do experimento apresentado por Green et al (1996), averiguou-se que as quantidades totais de creatina muscular foram aumentadas em mais 60% quando houve a ingestão de carboidratos em adição à suplementação de CM. Constatou-se também uma expressiva redução na excreção de creatina por meio da urina, quando administradas as doses de carboidrato, de tal maneira confirmando a proposição de que houve uma maior retenção do substrato nesse grupo, contudo, assim como se posiciona a ISSN quanto a suplementação de creatina, embora se tenha uma maior captação muscular de creatina o efeito nas medidas de desempenho pode não ser superior do que usar creatina monohidratada sozinha (KERKSICK et al., 2018). Assim como já apresentado anteriormente, o aumento nas reservas de creatina estocada nos músculos influencia diretamente no metabolismo energético do indivíduo, assim sendo, permite um aumento na capacidade de treino e, para tanto, será discutido os possíveis benefícios da suplementação na hipertrofia muscular.

4.1 Creatina e Hipertrofia

Existem vários estudos que analisam a combinação do treinamento de força com a suplementação de creatina, sendo que muitos evidenciam maiores aumentos na massa magra em consequência dessa suplementação (GUALANO, et al. 2010). Em uma meta-análise realizada por Branch (2003), citado por Gualano et al (2010), a partir da análise de 67 estudos, os quais mensuraram a massa corporal dos indivíduos, constatou-se em 43 aumentos na massa corporal total e/ou massa magra decorrente da suplementação de creatina.

Conforme afirma Gualano et al (2010), existe um número suficiente de evidências para realizar a afirmação de que a suplementação de creatina, quando acompanhada do treinamento de força, é capaz de resultar em aumentos de hipertrofia quando em comparação com a realização de treinamento isoladamente. Contudo os meios pelo qual isso ocorre ainda são motivos de investigação, tendo hipóteses sendo estudadas (GUALANO, et al. 2010). Chilibeck et al (2017) elencou em sua meta-análise alguns mecanismos fisiológicos que podem explicar esse maior aumento na hipertrofia. Os quais estão sintetizados no fluxo apresentado na Figura 1:

Figura 1 – Pontential mechanisms by wich creatine supplementation leads to muscle hypertrofy¹



Abbreviations: IGF-1, insulin-like growth factor 1; MRFs, myogenic regulatory factors; mTOR, mammalian target of rapamycin; PCr, phosphorylcreatine; ROS, reactive oxygen species; SC, satellite cells.²

Fonte: CHILIBECK, et al., 2017.

Assim como elencado por Chilibeck (2017), existem diversos mecanismos fisiológicos que podem explicar o aumento de hipertrofia proporcionado pela suplementação de creatina em conjunto com o treinamento de força. Gualano et al (2010) também discorre sobre diferentes

¹Mecanismos potenciais pelos quais a suplementação de creatina leva à hipertrofia muscular

²**Abreviaturas:** IGF-1, fator de crescimento semelhante à insulina 1; MRFs, fatores regulatórios miogênicos; mTOR, alvo mamífero da rapamicina; PCr, fosfocreatina; ROS, espécies reativas de oxigênio; SC, células satélites.

mecanismos de ação da substância, tais como a influência da mesma na retenção hídrica e balanço proteico; expressão gênica e ativação das vias de trofismo muscular; proliferação e diferenciação de células satélite; e a influência sobre o volume de treinamento desempenhado pelo indivíduo, tópico a ser discutido nesta revisão.

Corroborando com Gualano et al (2010), Buford et al (2007) também acredita que a suplementação de creatina é capaz de levar a maiores adaptações ao treinamento, decorrentes de uma maior qualidade e volume de trabalho que o indivíduo realiza. Dangot et al (2000); Volek et al (1999) e Volek e Rawsom (2004), citados por Gualano et al (2010), apontam em seus estudos que a suplementação com creatina permite que o indivíduo desempenhe mais repetições com a mesma carga, o que se traduziria em maiores ganhos de massa magra no decorrer de um programa de treinamento de longo prazo. Apesar da teoria que a suplementação de creatina promove melhor ganho de massa através de sua influência no volume de trabalho que o indivíduo é capaz de desempenhar, o estudo promovido por Syrotuik et al (2000) surge como uma grande evidência para sua comprovação. O resultado do estudo sugere que a suplementação de Cr por si só pode não resultar em um aumento de hipertrofia, uma vez que o grupo placebo, quando com volume e intensidade do treinamento controlados, apresentaram os mesmos resultados de força e hipertrofia que o grupo suplementado, apesar destes sendo capazes de levantarem maiores cargas. Desta maneira o autor conclui que o aumento nos ganhos de massa e força estejam associadas à uma maior qualidade e quantidade do treinamento realizado pelo indivíduo durante a suplementação, ao invés de alguma ação anabólica produzida pela substância sozinha; sugerindo assim que os indivíduos que realizam a suplementação de creatina, em combinação com o treinamento de resistência, devem procurar a maximização do estímulo muscular através das cargas, séries e repetições empregadas, com vistas a otimização do valor ergogênico potencial da substância.

Conforme explica Chilibeck et al (2017), a suplementação de creatina aumenta os estoques de creatina intramuscular, aumentando assim os níveis de PCr do indivíduo. Conforme já apresentado anteriormente, o decorrente aumento de PCr proporciona um maior metabolismo de ATP durante os exercícios de alta intensidade (treinamento de resistência), proporcionando assim ao indivíduo a capacidade de realizar um volume maior de treinamento. Além disso, o aumento dos níveis de creatina intramuscular permite uma maior taxa de recuperação de PCr após a realização do esforço, uma vez que a reação da creatina quinase ($\text{Cr} + \text{ATP} \longrightarrow \text{PCr} + \text{ADP}$) é direcionada para a ressíntese de PCr, desta maneira o indivíduo possui uma melhora no desempenho em repetidas seções de exercício de alta intensidade. O autor, a partir da meta-

análise realizada, constatou que a maioria dos estudos analisados apontam que a creatina pode melhorar o desempenho em exercícios em alta intensidade.

No que tange o estímulo à hipertrofia e aumento de força muscular, o treinamento de resistência é uma ferramenta eficaz. Assim como discorre Mangine et al (2015), ao manipular as diferentes variáveis relativas ao treinamento, tais como seleção e ordem de exercícios, intensidade, volume e duração, frequência e intervalos de descanso, diferentes são os estresses mecânicos e metabólicos impostos aos indivíduos. Conforme se aumenta a intensidade do exercício praticado, ou seja, ao se elevar a carga empregada, têm-se uma maior ênfase no estresse mecânico ao qual o indivíduo é submetido. Assim como a elevação de volume empregado, ou seja, quanto maior for a quantidade de repetições executadas concomitantes ao uso de intervalos curtos de descanso, propicia ao indivíduo um maior estresse metabólico decorrente do treinamento.

Mesmo quando buscando o estresse metabólico, atingido principalmente através do volume do treinamento empregado, se faz necessária a presença de um limite de intensidade de treino aplicada para a se estimular ao máximo a ativação muscular (MANGINE, et al. 2015). Desta maneira, o estresse metabólico é obtido através do aumento do volume do exercício, carga de volume e pela redução dos intervalos de descanso aplicados entre as séries (MANGINE, et al. 2015). “A combinação de estresse mecânico e metabólico mostrou aumentar o potencial de dano muscular e também parece ser um estímulo potente para induzir hipertrofia muscular e aumentos de força.” (MANGINE, et al. 2015).

Ao empregar de diferentes maneiras volume e intensidade no treinamento, têm-se diferentes ganhos advindos da atividade. Assim como discorre Mangine et al (2015), programas de exercícios de resistência consistidos de intensidade moderada a alta, empregando-se alto volume, e utilizando-se de intervalos curtos de descanso visam principalmente a hipertrofia muscular com o aumento de força sendo secundarizado. Por outro lado, programas de alta intensidade, combinados com baixo volume de repetições, sendo empregados longos períodos de descanso têm como objetivo principal o aumento da força muscular e com melhorias secundárias na hipertrofia muscular. Contudo, conforme aponta o autor, existe ainda a hipótese de que a hipertrofia muscular pode ser substancialmente aumentada explorando-se um espectro maior de combinações de intensidade e volume aplicados ao treinamento, as quais podem ser atingidas através da suplementação de creatina, haja vista a melhora na capacidade de treinamento que o indivíduo pode obter através da mesma.

4.2 Segurança na Suplementação

A despeito da segurança na suplementação, muitas alegações de efeitos colaterais foram realizadas. Ao uso de creatina foram atribuídos efeitos colaterais tais como desidratação, câibras, danos renais e hepáticos, lesão musculoesquelética, desconforto gastrointestinal e síndrome compartimental na perna, embora o único efeito colateral clinicamente significativo relatado na literatura de pesquisa seja o ganho de peso, essas alegações continuam sendo em grande parte veiculadas por meio da mídia e literatura popular (BUFORD, et al. 2007). Assim como discorre Buford et al (2007), embora atletas que praticam a suplementação de creatina possam apresentar esses sintomas relatados, a literatura científica sugere que estes não possuem maior, e possivelmente menor, risco de apresentarem esses quadros do que os indivíduos que não fazem o uso da substância; corroborando com Buford et al (2007), Bird (2003) alega que não há evidências definitivas de que a suplementação origine complicações gastrointestinais, renais e / ou de câibras musculares.

Muitos desses medos difundidos através da mídia foram gerados, assim como alega Buford et al (2007), a partir de um único estudo de caso. Poortmans e Francaux (2000), citados por Buford et al (2007), relatam que as alegações de efeitos adversos na função renal, gerados em consequência da suplementação de creatina, começaram em 1998. As proposições seguiram um relatório de que a suplementação de creatina foi prejudicial à taxa de filtração glomerular renal (GFR) em um homem de 25 anos que havia apresentado anteriormente doença renal (glomeruloesclerose e síndrome nefrótica responsiva a corticosteroides). Logo após a publicação do relatório, o jornal esportivo francês L'Equipe relatou que a suplementação de creatina é perigosa para os rins em qualquer condição.

No que diz respeito as alegações correlacionando o uso de creatina e a função renal, as preocupações giram em torno do aumento dos níveis séricos de creatinina. Embora a creatinina constitua uma parte da GFR e deva ser excretada pelos rins, não há na literatura evidências para apoiar o posicionamento de que a ingestão normal de creatina, isto é, a ingestão de quantidades inferiores à 25g por dia em adultos saudáveis cause disfunção renal (BUFORD, et al. 2007). Vários estudos examinaram os níveis séricos de creatinina, sendo que nenhum indicou qualquer aumento em indivíduos jovens e saudáveis decorrente da suplementação (BUTTS; JACOBS; SILVIS, 2018). Kreider et al (2003), citado por Buford et al (2007), não observaram diferença significativa nos níveis de creatinina apresentados pelos indivíduos suplementados com

creatina e o grupo controle, contudo a maioria dos atletas (independente do consumo ou não de creatina) apresentavam níveis elevados de creatinina eliminada durante a execução de exercícios intensos; a partir do exposto os autores apontam que se os níveis séricos de creatinina fossem examinados como a única medida do desempenho renal do indivíduo, curiosamente haveria a indicação de que quase todos atletas, independente da utilização de creatina, estariam sofrendo de algum tipo de complicação nas funções renais. Adicionalmente, Poortmans et al (1997), citado por Buford et al (2007), aponta que não há efeitos prejudiciais na função renal em curto (5 dias), médio (14 dias) e longo prazo (10 meses a 5 anos) decorrentes da suplementação de creatina.

A despeito do acima exposto, houve alguns relatos de distúrbios renais de saúde associados à suplementação de creatina. Contudo são situações isoladas nas quais as dosagens recomendadas não foram seguidas ou há um retrospecto de queixas de saúde anteriores ao período de suplementação, como doença renal ou uso de medicação nefrotóxica agravada pela suplementação de creatina.

Estudos específicos sobre suplementação de creatina, função renal e / ou segurança concluem que, embora a creatina aumente ligeiramente os níveis de creatinina, não há efeito progressivo que cause consequências negativas para a função renal e saúde em indivíduos já saudáveis quando as recomendações de dosagem adequadas são seguidas (COOPER *et al.*, 2012).

Houve também relatos de casos isolados de atletas que apresentaram quadros de lesão hepática devido ao uso de creatina. Contudo, assim como nos quadros isolados de problemas na função renal, as situações ocorreram em casos que apresentavam o uso excessivo ou inapropriado de creatina ou consumo de múltiplos auxiliares ergogênicos e suplementos. Sendo essas reações adversas não observadas em indivíduos saudáveis que faziam o consumo de acordo com as doses terapêuticas apropriadas (BUTTS; JACOBS; SILVIS, 2018).

Um outro ponto negativo associado a suplementação diz respeito ao desconhecimento dos efeitos provocados no longo prazo, contudo, vários pesquisadores começaram a divulgar resultados de testes de segurança relativos à esse quadro de emprego da substância. Assim como tece Buford et al (2007), nenhum efeito colateral foi diagnosticado em atletas (até 5 anos de uso), bebês com deficiência de síntese de creatina (até 3 anos) ou mesmo em populações clínicas de pacientes (até 5 anos). Um grupo de pacientes, suplementando com 1,5 – 3g por dia de creatina foi monitorado por um período de 5 anos, não tendo apresentado efeitos colaterais significativos (VANNAS-SULONEN, *et al.* 1985). Um estudo retrospectivo, promovido por Schilling et al (2001) e citado por Cooper et al (2012), o qual examinou os efeitos da

suplementação de creatina monohidratada de longa duração (0,8 a 4 anos) nos marcadores de saúde, sugeriu que não há efeitos negativos para a saúde em decorrência do uso de creatina por um longo período de tempo.

No que tange o protocolo típico de suplementação (uma fase de carga seguida por uma fase de manutenção) Cornelissen et al (2010), citado por Cooper et al (2012), analisaram os efeitos do protocolo de carga de 1 semana, que consistia de 3 doses de 5g de creatina por dia, seguido por período de manutenção de 3 meses (consumo de 5g por dia), aplicados em pacientes cardíacos envolvidos em uma programa de treinamento de resistência. Apesar da não verificação de aumento significativo no desempenho dos indivíduos, os marcadores da função renal e hepático dos mesmos se encontravam dentro dos intervalos normais, indicando assim a segurança do protocolo de suplementação utilizado. Além disso Cooper et al (2012) acrescenta ainda, apesar de muitas alegações anedóticas existentes, que aparentemente a suplementação de creatina poderia ter influências positivas nas câibras musculares e desidratação. Bird (2003) afirma que a suplementação de creatina promove uma retenção de água relacionada à captação de creatina no músculo. Assim como antes afirmado por Bird (2003), Cooper et al (2012) também cita esse aumento de água corporal do indivíduo, contudo, também o relaciona a uma possível diminuição do risco de desidratação, redução da taxa de suor, diminuição da temperatura corporal e da frequência cardíaca durante exercícios. Além disso o autor afirma, também, que a suplementação não aumenta os sintomas nem afeta de maneira negativa o estado de hidratação ou termorregulação de atletas que praticam atividades no calor, tendo inclusive sido apontado pelo mesmo que a ingestão de Cr reduz a taxa de esforço percebido durante o treinamento em situações de sensação térmica mais elevadas.

Os trabalhos e posicionamentos acima expostos, se encontram em concordância com o posicionamento da ISSN no que tange a segurança na suplementação de creatina. A ISSN aponta a suplementação de monohidrato de creatina como, além de segura, capaz de promover vários benefícios terapêuticos em populações saudáveis e doentes, variando de bebês a idosos. Acrescenta também que não há evidências científicas convincentes de que o uso a curto ou longo prazo da substância (até 30 g / dia por 5 anos) tenha efeitos prejudiciais em indivíduos saudáveis ou entre populações clínicas que podem se beneficiar da suplementação de creatina, quando se utilizando dentro das diretrizes de uso recomendada. (KERKSICK *et al.*, 2018 e BUFORD *et al.*, 2007)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A cultura exerce influência determinante no comportamento dos seres humanos. Grande parte da sociedade age de forma a se fazer aceito e reconhecido pelos demais. Especificamente em relação ao corpo como estabelecimento de um padrão estético a ser atingido, verifica-se nos dias de hoje, que existe em praticamente todos os meios de comunicação, uma divulgação muito grande sobre o padrão ideal estético corporal a ser adotado. Magreza, corpos musculosos e definidos são sinônimos de sucesso, cresce assim, cada vez mais o interesse para que esse padrão seja atingido por um número cada vez maior de indivíduos, esta procura conseqüentemente provocou um aumento no número de academias onde são praticadas atividades físicas, principalmente a prática da musculação. Sobre este assunto, (academias de musculação), observa-se que o Brasil é o segundo país que mais investe em academias, sendo o maior da América Latina.

A busca pelos desejados corpos ideais motivou a grande procura pelas academias, e, a despeito disso, a busca por resultados rápidos levou, ao longo dos anos, à uma maior procura pelos suplementos alimentares, uma vez que estes se apresentam ao público como uma solução rápida na busca pelos objetivos almejados.

A alta taxa de suplementação entre os praticantes de atividade física já fora constatada em muitos estudos, contudo o mais alarmante se dá ao aspecto da auto suplementação praticada pelos indivíduos. Cada vez mais as pessoas começam a realizar o consumo de suplementos sem a devida orientação de um profissional qualificado, fazendo o uso a partir da recomendação de terceiros ou mesmo por iniciativa própria. Esta tendência também se faz presente na Academia da Força Aérea, pesquisas anteriores apontam que muitos cadetes praticantes de musculação já fizeram o uso de algum tipo de suplementação, sendo muitos sem a devida orientação de um profissional qualificado.

Existe no mercado um verdadeiro arsenal de suplementos, contudo poucos são os que realmente possuem alguma comprovação de potencial ergogênico. Dentro dessa extensa quantidade de suplementos existentes, a creatina se apresenta como um dos únicos que possui efeitos ergogênicos cientificamente comprovados. Contudo, a despeito dos efeitos ergogênicos apresentados pela substância, muitos são os efeitos colaterais que são atribuídos à sua utilização; informações imprecisas, por vezes errôneas, que são difundidas principalmente pela mídia e pelos meios de comunicação de massa.

A partir da pesquisa bibliográfica, utilizando-se de palavras chaves tais como creatina; suplementação de creatina; creatina e desempenho; creatina e hipertrofia; segurança e eficácia da creatina que foram selecionados os trabalhos para a confecção dessa revisão. Conforme se posiciona a ISSN sobre a suplementação de creatina, esta é a substância mais largamente estudada e clinicamente eficaz em termos de aumento na capacidade de treino. A literatura atual aponta a creatina como eficaz em termos de aumento na capacidade de treino e hipertrofia; muitos são os estudos que relatam o aumento de força e massa magra em decorrência da suplementação. Apesar do aumento da hipertrofia através da suplementação, algumas teorias foram criadas para explicar essa ação fisiológica, e entre elas está a melhora na capacidade de treino do indivíduo.

Foi evidenciado como a creatina consegue prover ao indivíduo uma maior capacidade de treinamento, isto é, a execução de mais repetições e a utilização de maiores cargas empregadas no exercício, influenciando assim no volume e intensidade que o atleta consegue impor em seus treinamentos. Com relação aos praticantes de musculação, a substância se mostra capaz de atuar nas cargas utilizadas e repetições executadas pelo indivíduo, propiciando assim uma melhor exploração da combinação de volume e intensidade utilizadas. Foi apontado também que as diferentes gamas de volume e intensidade empregadas no treinamento é capaz de induzir maiores níveis de hipertrofia advindas da atividade, neste cenário a suplementação de creatina se torna um importante auxílio na busca de incrementos de força e ganho de massa corporal magra.

Apesar das demais teorias que explicam os aumentos no ganho de massa magra decorrentes da suplementação, tais como sua influência na retenção hídrica e balanço proteico; expressão gênica e ativação das vias de trofismo muscular; proliferação e diferenciação de células satélite, estudos futuros se fazem necessários para avaliação das mesmas. Com relação à segurança na suplementação com creatina, muitos estudos apontam a substância como clinicamente segura, contrariando assim as informações que apontam para o surgimento de efeitos colaterais. As informações que apontam a suplementação de creatina como perigosa para saúde dos indivíduos são principalmente difundidas por meio da mídia e pelos meios de comunicação de massa, sendo que grande parte da população está exposta à essas informações imprecisas. Contudo, efeitos adversos podem se apresentar em indivíduos que possuam algum quadro clínico anterior ao período de suplementação ou quando se são ultrapassadas as doses terapêuticas recomendadas.

Face a tudo que foi apresentado, a creatina se mostra como um eficiente auxílio na melhora do desempenho físico, ganhos de força e de massa muscular magra, contudo, a

utilização da creatina como suplemento alimentar deve estar sempre sendo coordenada por profissionais qualificados da área de nutrição e treinamento esportivo. A utilização da substância sem a devida coordenação por um profissional, utilizada em doses inadequadas e / ou o emprego desta em situações adversas ao consumo pode oferecer perigos à saúde e integridade do indivíduo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. F. A. **O meu corpo e eu: a imagem corporal e a auto-estima na adolescência**. 2014. Tese (Mestrado em Psicologia Clínica) – Instituto Universitário Ciências Psicológicas, Sociais e da vida, 2014.
- ALVES, C.; LIMA, R. V. B. Uso de suplementos alimentares por adolescentes. **Jornal de Pediatria (Rio de Janeiro)** vol.85 no.4 Porto Alegre Aug. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572009000400004> Acesso em: 10 de abril de 2020.
- ALVES, L. A. Recursos ergogênicos nutricionais. **Revista Mineira de Educação Física**, Viçosa, MG. Vol. 10. Num. 1. 2002. p. 23-50.
- ALVES, D. et al. Cultura e imagem corporal. **Motricidade**; v.5, n.1, p.1-20, 2009.
- BEVILACQUA, Guilherme Guimarães et al. Percepções sobre risco e efeitos do uso e consumo de esteroides anabolizantes por praticantes de musculação. **Caderno de Educação Física e Esporte**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 2, p. 21-27, maio 2017. ISSN 2318-5090. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/cadernoedfisica/article/view/14937/11712>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- BIRD, S. P. Creatine supplementation and exercise performance: a brief review. **Journal of sports science & medicine** vol. 2, n.4, p.123-132. 1 Dec. 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3963244/>> Acesso em: 15 de agosto de 2020.
- BUTTS, J.; JACOBS, B.; SILVIS, M. Creatine Use in Sports. **Sports Health**; v. 10, n. 1, p. 31-34. 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5753968/>> Acesso em 15 de agosto de 2020.
- BUFORD, T. W. et al. Internacional Society of Sports Nutrition position stand: creatina supplementation and exercise. **Journal of the International Society os Sports Nutrition**; v.4, n.6, aug. 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2048496/#B1>>. Acesso em: 30 de julho de 2019.
- CÂMARA, L. C; DIAS, R. M. R.; Suplementação de creatina: efeitos ergogênicos e terapêuticos. **Revista de Medicina (São Paulo)**; v. 88, n. 2, p.94-102. 6 set. 2009.
- CARMO, I. B. S. **Auto-suplementação na Academia da Força Aérea**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas e Administração) – Academia da Força Aérea, Pirassununga, 2011.
- CHILIBECK, P. D. et al. Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Open Access Journal of Sports Medicine**; v. 8, p. 213-216. 2 nov. 2017. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5679696/#b5-oajsm-8-213>>. Acesso em: 12 de agosto de 2019.

COOPER, R. et al. Creatine supplementation with specific view to exercise/sports performance: an update. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**; v.9, n. 33. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-33>>. Acesso em: 02 de julho de 2020.

DAÁS, E. H. B. **Análise do uso de suplementos alimentares pelos cadetes da aeronáutica**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas e Administração) – Academia da Força Aérea, Pirassununga, 2014.

DONATTO, F.; et al. Efeito da suplementação aguda de creatina sobre os parâmetros de força e composição corporal de praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 38-44, Mar/Abril, 2007. ISSN 1981-9927. Disponível em: <www.ibpex.com.br/www.rbne.com.br>. Acesso em: 17 de maio de 2020.

FAYH, A. P. T. et al. Consumo de suplementos alimentares por frequentadores de academias da cidade de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Porto Alegre, v.35, n.1, p.27-37, Mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32892013000100004>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

FERREIRA, L. G. Papel do sistema da fosfocreatina na homeostase energética das musculaturas esquelética e cardíaca. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v.12, n.1, p. 126-131, Mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082014000100024&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em: 30 de junho de 2020.

FRANCO, G. DE L.; MARIANO, A. C. M. Suplementação de creatina e o efeito ergolítico da cafeína. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 3, n. 13, p. 18-26, Janeiro/Fevereiro, 2009. ISSN 1981-9927.

FROST, L. Theorizing the young woman in the body. **Body and Society**, v. 11, n.1, p.63-85. 1 mar. 2005.

GARRIDO, R. G. et al. Suplementação de Creatina por Praticantes de Musculação de Vitória da Conquista/BA. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, v. 16, n. 4. 2008.

GREEN, A. L. et al. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. **Am J Physiol**, v. 271, n. 5, p. 821-826. Nov. 1996.

GUALANO, B. et al. Efeitos da suplementação de creatina sobre força e hipertrofia muscular: atualizações. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v.16, n. 3, p. 219-223. Jun. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000300013>>. Acesso em: 16 de maio de 2020.

HARRIS, R. C.; SÖDERLUND, K.; HULTMAN, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. **Clinical Science**, Londres, v. 83, n. 3, p.367-374. Set. 1992.

HIRSCHBRUCH, M. D.; FISBERG, M.; MOCHIZUKI, L. Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 14, n. 6, p. 59-543, Dec. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922008000600013>>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.

HONORIO, M. V. **A influência da alimentação para os cadetes praticantes de musculação**. 2018. 48 p. TCC – Academia da Força Aérea, Pirassununga.

IRIART, J. A. B.; CHAVES, J. C.; ORLEANS, R. G. Culto ao corpo e uso de anabolizantes entre praticantes de musculação. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p.773-782, abril 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009000400008>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

JESUS, E. V.; SILVA, M. D. B. **Suplemento alimentar como recurso ergogênico por praticantes de musculação em academias**. Encontro de Educação Física e Áreas Afins Núcleo de Estudo e Pesquisa em Educação Física (NEPEF) / Departamento de Educação Física / UFPI 23, 24 e 25 de outubro de 2008. Disponível em: <<http://www.ufpi.br/subsiteFiles/def/arquivos/files/SUPLEMENTO%20ALIMENTAR%20COMO%20RECURSO%20ERGOGENICO%20POR%20PRATICANTES%20DE%20MUSCULAO%20EM%20ACADEMIAS.pdf>>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

KERKSICK, C. M. et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 38. Ago. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>>. Acesso em: 30 de julho de 2019.

KREIDER, R. B. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 18, Jun. 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5469049>>. Acesso em: 30 de julho de 2019.

LABRE, M. P. Adolescents boys and the muscular male body ideal. **Journal of Adolescent Health**, v. 30, n.4, p. 233-242. 2002.

LACERDA, F. M. M. et al. Factors associated with dietary supplement use by people who exercise at gyms. **Revista da saúde pública**, São Paulo, v. 49, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102015000100256&lang=en> Acesso em: 06 de agosto de 2019.

LIMA-SILVA, A. E. et al. Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 4, p. 417-429, Aug. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732007000400009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 de maio de 2020.

LOPES, F. G. et al. Conhecimento sobre nutrição e consumo de suplementos em academias de ginástica em Juiz de Fora, Brasil. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 451-456, Dez. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152106144152>> Acesso em: 06 de agosto de 2019.

- MANGINE, G. T. et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. **Physiological Reports**, v. 3, n. 8, Aug. 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4562558/>>. Acesso em: 01 de outubro de 2019.
- MOREIRA, F. P.; RODRIGUES, K. L. Conhecimento nutricional e suplementação alimentar por praticantes de exercícios físicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 370-373, Out. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1517-86922014200500795>>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.
- NABUCO, H. C. G.; RODRIGUES, V. B.; RAVAGNANI, C. F. C. Fatores associados ao uso de suplementos alimentares entre atletas: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 5, p. 412-419, Out. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922016000500412&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 de agosto de 2019.
- BARROS NETO, T. L. A controvérsia dos agentes ergogênicos: estamos subestimando os efeitos naturais da atividade física?. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 121-122, Abr. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302001000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 de abril de 2020.
- PERALTA, J.; AMANCIO, O. M. S. A creatina como suplemento ergogênico para atletas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 83-93, Jan. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732002000100009>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.
- PONSONI, Luana. **Mercado de suplementos cresceu 12% em 2018**. 2019. Disponível em: <<https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/vida-fit/2019/04/10/mercado-de-suplementos-cresceu-12-no-brasil-em-2018>>. Acesso em: 10 de abril de 2020.
- SALE, C. et al. Urinary creatinine and methylamine excretion following 4 x 5 g x day(-1) or 20 x 1 g x day(-1) of creatine monohydrate for 5 days. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 7, p. 759-766. Maio 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02640410902838237>>. Acesso em: 05 de julho de 2020.
- SINGH, S.; DASH, A.K. Creatine Monohydrate. In: BRITTAIN, Harry G. **Profiles of Drug Substances, Excipients, and related methodology**. Academic Press, 2010. v. 34, cap. 1, p. 01-32.
- STEENGE, G. R; SIMPSON, E. J.; GREENHAFF, P. L. Protein- and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans. **Journal of Applied Physiology** (1985), v. 89, n. 3, p.1165-1171, Set. 2000. DOI:10.1152/jappl.2000.89.3.1165.
- SYROTUIK, D. G. et al. Absolute and Relative Strength Performance Following Creatine Monohydrate Supplementation Combine With Periodized Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 14, p. 182-190. Maio 2000.

TARNOPOLSKY, M. A. Caffeine and Creatine Use in Sport. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v. 57, suppl 2, p. 1-8, 2010. DOI: 10.1159/000322696

TERENZI, G. A creatina como recurso ergogênico em exercícios de alta intensidade e curta duração: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 7, n. 38, p. 91-98. Mar/Abr. 2013. ISSN 1981-9927.

VANNAS-SULONEN, K. et al. Gyrate atrophy of the chroid and retina: a five-year follow-up of creatine supplementation. **Ophthalmology**, v. 92, n. 12, p. 1719-1727, 1985.
doi:10.1016/s0161-6420(85)34098-8

WALKER, J. B. Creatine biosynthesis, regulation and function. *In*: MEISTER, Alton. **Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology**, Volume 203. John Wiley & Sons, p. 178-191. 2009.

WILLIAMS, M. H.; KREIDER, R. B.; BRANCH, J. D. **Creatine**: The Power Supplement. Ed. Human Kinetics, 1999.

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and Creatine Metabolism. **Physiological Reviews**, v. 80, n. 3, p. 1107-1213, Julho 2000. Disponível em:
<<https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.2000.80.3.1107>> Acesso em: 01 de maio de 2020.