UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Nutrição Experimental

***Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho
esportivo e a composição corporal de nadadores competitivos.***

Renata Rebello Mendes

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:
Prof. Dr. Julio Orlando Tirapegui Toledo

São Paulo
2002

DEDALUS - Acervo - CQ

30100004515

Ficha Catalográfica

Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

Mendes, Renata Rebello
M538e Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho
esportivo e a composição corporal de nadadores competitivos /
Renata Rebello Mendes. -- São Paulo, 2002.
82p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas
da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e
Nutrição Experimental.

Orientador: Tirapegui Toledo, Julio Orlando

1. Atleta : Nutrição 2. Nutrição : Bioquímica 3. Esporte :
Nutrição I. T. II. Tirapegui Toledo, Julio Orlando , orientador.

641.1 CDD

Renata Rebello Mendes

Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho esportivo e a composição corporal de nadadores competitivos.

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Professor Dr. Julio Orlando Tirapegui Toledo

Presidente/Orientador

1º Examinador

2º Examinador

São Paulo, 14 de fevereiro de 2002.

***Dedico este estudo à minha família, por todo amor,
dedicação, carinho, incentivo...***

Agradecimentos

Existem muitas pessoas às quais eu gostaria de agradecer imensamente por estarem ao meu lado durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Julio Tirapegui, pela orientação, confiança e principalmente pelo constante incentivo.

Ao Prof. Dr. Fernando Salvador Moreno, pelo incentivo e apoio fundamentais no momento de ingressar neste Programa de Ciências dos Alimentos, para que pudesse viabilizar esse estudo.

À Técnica do Laboratório de Nutrição, Ivanir Santana de Oliveira Pires, pelo extremo profissionalismo, paciência, dedicação e amizade.

Ao Prof. Dr. Antônio Altair Magalhães Oliveira (Táta) pela ajuda fundamental nas coletas de sangue dos atletas e pela valiosa amizade.

Ao Prof. Dr. Luis Fernando Bicudo Rosa, pelos inúmeros socorros prestados nos momentos de maior urgência.

Ao amigo e companheiro de trabalho Marcelo Rogero, pela constante disponibilidade para ajudar no que for preciso, e principalmente, pela amizade tão sincera.

À amiga e companheira de trabalho Regina Célia da Silva, pela fundamental contribuição no experimento e pela amizade.

À amiga Profa. Dra. Inar Alves de Castro, pela colaboração nas análises estatísticas deste estudo, e principalmente pelos inúmeros conselhos profissionais, sempre tão sábios.

À amiga Isabela Guerra, pela valiosa colaboração na análise dietética deste estudo.

Aos queridos amigos de laboratório: Rogério Pedrosa, Jonas Araújo Jr, Gina Falavigna, Mariana de Rezende Gomes, Sandra Maria Lima Ribeiro, Luciana Rossi, pela amizade, apoio e descontração.

Às secretárias do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Ângela, Mônica e Isabel, pela organização de nossas tarefas.

Às amigas Cinthia Massura, Lucymara Futema, Milena Gajevic e Amanda Belato, que, apesar de não entenderem nada de experimentos em laboratório, colaboraram de forma imensurável com a realização deste estudo, através da profunda amizade e de demonstrações verdadeiras de carinho.

Às minhas irmãs Rossana Rebello Mendes Faraldo, Raquele Rebello Aizwmberg e Letícia Boaro Pôncio Mendes, sem as quais eu não seria ninguém, pelo amor, dedicação, amizade...

Ao meu companheiro dos todas as horas, Fabrício Schincariol, pelo amor, pela paciência, pela disposição em colaborar, enfim, por todos os momentos de felicidade que me proporcionou durante toda essa difícil caminhada.

Finalmente, e principalmente, aos meus pais, que me deram a vida, amor, exemplo e incentivo para que hoje eu pudesse chegar até aqui.

A todos vocês, o meu muito Obrigada!

RESUMO

O uso da suplementação de creatina, um nutriente encontrado em alimentos de origem animal, com finalidade de se aumentar o desempenho esportivo tem sido frequentemente discutido na literatura científica. O consumo desse composto é justificado pela evidência de que sua depleção resultaria na incapacidade de se ressintetizar ATP nas quantidades necessárias, o que limitaria o desempenho muscular durante atividades de curta duração e alta intensidade. Estudos envolvendo nadadores e suplementação de creatina têm demonstrado resultados controversos, sugerindo a necessidade de se realizarem mais discussões a esse respeito. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da creatina sobre a performance e a composição corporal de nadadores competitivos após um período agudo de suplementação. Para tanto, dezoito nadadores foram avaliados quanto à composição corporal, concentração sérica de creatinina, excreção urinária de creatina e creatinina, e ao acúmulo de lactato após performance de provas de 50 e 100 metros, e séries repetitivas de 3x3x50 metros nos períodos pré e pós suplementação com creatina ou placebo. A composição corporal foi determinada através de métodos como dobras cutâneas, bioimpedância e densitometria óssea. O treinamento foi padronizado durante todo o experimento. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nas marcas obtidas em todas as provas, nas concentrações sanguíneas de creatinina e no lactato sanguíneo após a prova de 50 m entre os períodos pré e pós-suplementação, em ambos os grupos. A creatinina e a creatina urinárias aumentaram significativamente após a suplementação no grupo creatina. No período pós suplementação, o acúmulo de ácido láctico frente a prova de 100 metros e o exercício repetitivo foi significativamente menor no grupo creatina em comparação ao grupo placebo. Neste mesmo grupo o aumento da massa corpórea, da massa magra e da água corporal foi significativo, porém, não houve diferença significativa na massa muscular e óssea. No grupo placebo, a composição corporal não sofreu alteração significativa após a suplementação. Embora o aumento da água corporal e da creatinina urinária sugiram que a suplementação de creatina tenha promovido um aumento no estoque e utilização desse composto no músculo, acredita-se que o ganho de peso observado neste grupo tenha inibido um possível efeito ergogênico da creatina sobre a performance. O ganho de peso alteraria a flutuação e a hidrodinâmica de tais indivíduos, resultando em maior gasto de energia durante a prática da natação. Em conclusão, os resultados deste estudo sugerem que, em nossas condições experimentais, a suplementação de creatina não pode ser considerada um suplemento ergogênico destinado ao aumento de desempenho e ao ganho de massa muscular em nadadores.

ABSTRACT

Effects of creatine supplementation on performance and body composition of competitive swimmers.

This study examined the effect of creatine on exercise performance and body composition of competitive swimmers following an acute supplementation period. Eighteen swimmers were tested for blood lactate after the performance of 50m, 100m and repetitive set of 3x3x50m. Body composition was determined by skinfold, BIA and DEXA. Blood and urine samples were collected to determine creatine and creatinine levels. After the first trial, subjects were evenly and randomly assigned to either a creatine or a placebo group in a double-blind research design. All subjects were provided a standardized training regimen during the study period. No significant differences in performance times, blood lactate after 50m test and serum creatinine were observed between trials in both groups. Blood lactate for 100m e repetitive set were significantly higher in placebo group than creatine group in post supplementation period. Urinary creatinine increased significantly ($p<0,05$) in creatine group (from 1,36 to 2,72 g/day), suggesting greater creatine utilization in muscle. In creatine group, gains in weight, fat free mass and body water were significant (1,34Kg; 1,50Kg; 1,38L; respectively), but not in muscle mass (0,06Kg). In placebo group, body composition was not significantly altered after the supplementation period. Although the increase of body water and urinary creatinine suggest that the supplementation promotes increases in store and utilization of creatine in muscle, it appears that there is a factor, due to supplementation, able to hamper swimmers performance: gain of weight. Increase in body weight could result in a concomitant increase in drag forces and altered stroke mechanics, and, therefore, in a higher energy expenditure during swimming. In conclusion, the results of this study suggest that creatine supplementation can not be considered an ergogenic aid for performance and gain of muscle mass in well trained swimmers.

Sumário

1. Introdução	13
2. Objetivos	15
3. Revisão da literatura.....	15
3.1. Histórico.....	15
3.2. Metabolismo da creatina	16
3.3. Creatina x Atividade física	22
3.3. Creatina x Massa corpórea	27
4. Material e métodos.....	29
5. Resultados.....	36
6. Discussão	44
7. Considerações finais.....	56
8. Conclusões.....	57
9. Referências bibliográficas.....	58
10. Anexos	67

1. Introdução

No início da era esportiva, a vantagem obtida pelos atletas de ponta era considerada uma barreira intransponível. Atualmente, a distância entre atletas de elite tem sido tão mínima, que um pequeno aperfeiçoamento no desempenho pode resultar num grande salto na classificação geral. Este fato tem induzido atletas, técnicos e cientistas a buscar diferentes métodos de se otimizar o desempenho, complementando o efeito do treinamento. Tais métodos, também conhecidos como *ergogenic aids*, podem ser classificados em diversas categorias, dentre elas, a suplementação nutricional (Mujika, et al, 1997; Williams, 1992; Williams, 1995).

Dados recentemente publicados sugerem que o uso destes suplementos chega a atingir 46% dos atletas competitivos (Maughan, 1999). No início surgiram compostos como o pólen de abelhas, a geléia real, a colina, sendo seguidos pelos carboidratos, os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs), e mais atualmente, a creatina (Maughan, 1995; Mujika et al, 1997; Maughan, 1999).

Segundo Maughan (1999), nos últimos sete anos o estudo da fisiologia do exercício tem dispensado considerável atenção aos efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho esportivo. Consequentemente, esse tipo de suplementação tem despertado particular atenção entre os principais órgãos da imprensa mundial, tornando-se cada vez mais popular (Feldman, 1999). Já no ano de 1992, nas Olimpíadas de Barcelona, foram coletados inúmeros depoimentos informais entre os atletas, onde foi detectado o uso de creatina por diversos deles, inclusive pelo vencedor da prova de 100 metros rasos, Lindford Christie, e pela campeã dos 400 metros com barreiras, Sally Gunnell.

Estima-se que 80% dos atletas participantes dos Jogos Olímpicos de Atlanta, realizados em 1996, utilizaram a creatina com finalidade ergogênica (Williams, 2000). A justificativa para esse consumo freqüente de creatina tem sido a evidência de que a disponibilidade desse composto seja uma das principais limitações para o desempenho muscular durante atividades de curta duração e alta intensidade, pois sua depleção resulta na incapacidade de se ressintetizar

adenosina trifosfato (ATP) nas quantidades necessárias (Williams e Branch, 1998; Greenhaff, 1995; Brannon, 1997).

De acordo com essa justificativa, inúmeros estudos têm demonstrado que a suplementação de creatina é capaz de otimizar o desempenho esportivo e retardar o início da sensação de fadiga em exercícios de alta intensidade e curta duração. Porém, tais estudos vêm sendo realizados com indivíduos não treinados ou moderadamente treinados. Em contrapartida, os poucos estudos realizados com atletas altamente treinados têm apresentado resultados controversos, onde a grande maioria apresenta dificuldades em demonstrar melhoras significativas no desempenho em decorrência desse tipo de suplementação (Mujika et al, 1996).

A prática da “sobrecarga” de creatina em atletas de elite durante períodos de treinamento intenso, com a finalidade de se aumentar a capacidade de realização de exercícios repetitivos de alta intensidade e curta duração nas sessões de treinamento, ou durante competições em modalidades esportivas em que se realiza esforços repetitivos pode ser interessante, porém, é apenas uma hipótese a ser confirmada cientificamente (Mujika et al, 1996).

Estudos envolvendo nadadores e suplementação de creatina têm demonstrado resultados bastante controversos. A escassez de trabalhos publicados com esse tipo de população e a falta de padronização de doses de creatina, protocolos de exercícios e nível de treinamento dos indivíduos podem ser alguns dos responsáveis por tal controvérsia.

Diante de tais informações acredita-se que a ação da suplementação de creatina possa assumir diferentes proporções de acordo com o tipo de população à que se destina, e que a realização de estudos bem controlados envolvendo indivíduos treinados deva ser estimulada.

Um efeito secundário da suplementação de creatina vem sendo observado em grande parte dos estudos disponíveis na literatura. Trata-se do ganho de massa corpórea, determinado por um aumento de massa magra (Feldman, 1999). Alguns estudos sugerem que esse aumento de massa magra se deva a um ganho de massa muscular (Fry, et al, 1995); em contrapartida, diversos estudos têm demonstrado que o aumento de massa magra é uma consequência de um

acúmulo hídrico no meio intramuscular, conseqüente do alto poder osmótico da creatina (Hultman, et al, 1996). Tais divergências geram incertezas sobre a real causa do ganho de massa magra observado entre indivíduos submetidos à suplementação de creatina, justificando a importância da realização de estudos que avaliem mais especificamente os efeitos deste tipo de suplementação sobre a composição corporal.

2. Objetivos:

2.1. Avaliar o efeito da suplementação aguda de creatina sobre o desempenho de nadadores competitivos praticando:

- Exercício único de curta duração e alta intensidade;
- Exercício único de resistência anaeróbia;
- Exercícios repetitivos.

2.2. Investigar possíveis alterações de composição corporal entre nadadores após o período de suplementação.

3. Revisão da literatura

3.1. Histórico

A creatina foi identificada pelo cientista francês Michel Chevreu, em 1835, quando este relatou ter encontrado um novo constituinte orgânico nas carnes. Este constituinte foi então denominado creatina. Devido a problemas técnicos, apenas em 1847, outro cientista, Justus Liebig, foi capaz de confirmar a presença de creatina como um constituinte regular das carnes. Liebig também observou que a carne de raposas selvagens que caçavam constantemente continha 10 vezes mais creatina em comparação às raposas mantidas em cativeiro, concluindo que o trabalho muscular poderia resultar em acúmulo dessa substância. Na mesma época, os pesquisadores Heitz e Pettenkoffer descobriram um novo composto

presente na urina, mais tarde identificado por Liebig como creatinina, um subproduto da creatina (Demant e Rhodes, 1999).

No início do século 20, as pesquisas sobre creatina começaram a ganhar espaço. Estudos relatavam que nem toda a creatina ingerida era encontrada na urina, indicando que o organismo armazenava uma parte. A partir desses estudos, novas descobertas foram realizadas, tais como a influência da ingestão de creatina sobre seu conteúdo muscular (Denis e Folin, 1914), a concentração total de creatina em seres humanos (Hunter, 1928), e até a existência de formas diferenciadas da creatina, como creatina livre e creatina fosforilada (Fiske e Subbarow, 1927 e 1929).

Embora o envolvimento da creatina no metabolismo muscular não seja uma descoberta recente, seu potencial ergogênico, via suplementação, tem sido um dos mais atuais enfoques das pesquisas sobre *ergogenics aids* (Demant e Rhodes, 1999). Através da utilização de técnicas de biópsia e de ressonância magnética nuclear, pesquisadores têm sido capazes de estudar a “quebra” e a ressíntese de compostos como o ATP e a fosfocreatina (CP) no músculo esquelético, bem como determinar a função da fosfocreatina neste metabolismo. Desta forma, intensifica-se cada vez mais a contribuição dos estudos para a compreensão do quebra-cabeça que é a regulação do metabolismo muscular (Demant e Rhodes, 1999).

3.2. Metabolismo da creatina

A síntese de creatina é realizada no fígado, rins e pâncreas, tendo como precursores três aminoácidos distintos: arginina, glicina e metionina (Figura 1). Esse processo de síntese tem início a partir da arginina, da seguinte maneira: o grupo amino da arginina é transferido para glicina, formando guanidinoacetato e ornitina, através de uma reação mediada pela enzima *glicina transaminase (GT)*. Em seguida, o guanidinoacetato é metilado pela s-adenosil-metionina, através da ação da enzima *guanidinoacetato N-metil transferase (MT)*, formando, finalmente, a creatina (Feldman, 1999).

Figura 1. Síntese de creatina a partir da arginina. Fonte: Mendes e Tirapegui, 1999.

Além da síntese de creatina no organismo, ou seja, da creatina endógena, a alimentação fornece cerca de 1 grama de creatina/dia, principalmente através de produtos de origem animal, tais como carnes bovinas e peixes (Engelhardt, et al 1998;Greenhaff et al, 1994). A ingestão de creatina parece exercer uma função no controle de sua síntese, através de um mecanismo de retroalimentação negativa, ou “feed-back” (Mujika e Padilla, 1997).

De acordo com Ontiveros e Wallimann (1998), a distribuição corpórea da creatina indica que este composto é transportado dos lugares de síntese até os locais de utilização através da corrente sanguínea. Segundo Clark e colaboradores (1997), esse transporte é realizado por uma substância específica, conhecida por CreaT.

A concentração celular de creatina é determinada pela habilidade da célula em assimilar o nutriente a partir do plasma, uma vez que não há síntese muscular da mesma. Sabe-se que a captação da creatina circulante na corrente sanguínea pelo músculo é realizada através de um processo altamente específico, sódio-dependente, saturável e de alta afinidade, capaz de transportar a creatina contra um gradiente de concentração. Para cada 2 moléculas de sódio, 1 molécula de creatina é captada pela célula muscular, através da ação da enzima $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$, também conhecida como bomba de sódio-potássio (Ontiveros et al, 1998).

Estudos recentes vêm demonstrando a existência de diversos fatores capazes de influenciar a captação de creatina pelas células, destacando-se entre eles o limite intramuscular de armazenamento de creatina e a insulinemia (Green et al, 1996; Ontiveros e Wallimann, 1998; Oddom et al, 1996).

Acredita-se que o músculo humano apresente um limite máximo de acúmulo de creatina entre 150 e 160 mmol/Kg de músculo seco (Ontiveros et al, 1998; Williams e Branch, 1998)*. Esse fato sugere que a ingestão crônica de creatina promova uma diminuição da síntese de CreaT, a fim de se evitar um armazenamento excessivo de Cr intramuscular. Desta forma, esta regulação “negativa” da CreaT pode ser interpretada como um indesejável efeito adverso da suplementação prolongada de creatina (Ontiveros e Wallimann, 1998).

De acordo com o fato de existir um limite de armazenamento muscular de creatina, indivíduos que, por razões diversas, apresentam originalmente concentrações musculares de creatina elevadas respondem menos intensamente à suplementação de creatina, quando comparados a indivíduos com níveis normais de creatina (Williams, 1992). Isso se deve ao fato de que os indivíduos que apresentam concentrações intramusculares mais elevadas encontram-se mais próximos da chamada concentração limite.

Segundo Feldman (1999) e Williams (1992), a captação máxima de creatina é dada nos primeiros dias de suplementação com altas doses.

Oddom et al (1996) identificaram uma série de hormônios que influenciam a captação de creatina pelas células musculares. Os autores observaram que as catecolaminas podem estimular a captação de creatina, principalmente através dos β receptores, provavelmente via mecanismo dependente de AMP cíclico. Esses autores também demonstraram que a insulina, em concentrações suprafisiológicas, e o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) também podem estimular a captação de creatina.

* Utiliza-se o termo músculo seco devido aos procedimentos empregados para a dosagem de creatina no tecido muscular; ou seja, quando amostras de biópsia muscular são utilizadas para determinar as concentrações de creatina, o músculo usualmente é congelado em nitrogênio líquido, seco e macerado. Então o conteúdo é analisado e expresso creatina por quilograma de peso seco. Como aproximadamente 75% do músculo são constituídos por água, a concentração limite de creatina no músculo úmido representaria aproximadamente 37,5-40,0 mmol/Kg.

Ao hipotetizar a influência da insulina sobre a captação celular de creatina, Green et al (1996) investigaram os efeitos da ingestão de carboidratos no acúmulo de creatina durante o período de sua suplementação em indivíduos cujos níveis deste composto encontravam-se dentro do normal. A administração de creatina e carboidratos associados resultou em um aumento do transporte de creatina até o músculo, aumentando assim a retenção muscular deste nutriente. Os autores sugerem que a insulina estimule a enzima $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$, promovendo o co-transporte de $\text{Na}^+\text{-Cr}$, o que provocaria os resultados observados no estudo. Outros estudos têm apontado resultados semelhantes, contribuindo para a hipótese de que a ingestão de carboidratos pode otimizar a captação muscular de creatina (Mujika e Padilla, 1997).

Recentemente vêm-se sugerindo que a atividade física possa estar indiretamente relacionada com esse mecanismo, considerando-se que uma das conseqüências benéficas do exercício consiste no aumento da sensibilidade à insulina (Mujika e Padilla, 1997).

Flinska (1996) comparou o efeito da creatina isoladamente com o efeito desta mesma suplementação associada a estímulos elétricos em ratos, e observou que esta associação teve como resultados um maior acúmulo de creatina muscular, níveis séricos inalterados e menor taxa de síntese hepática.

Assim como existem fatores capazes de otimizar a captação de creatina, possivelmente existam fatores prejudiciais a esse processo. A cafeína tem sido avaliada como um possível inibidor dos efeitos da suplementação de creatina (Vanderberghe et al, 1996), porém, os mecanismos responsáveis por essa inibição ainda não estão totalmente esclarecidos.

O "turnover" diário da creatina é de aproximadamente 2 gramas em um homem de 70 Kg. Sua concentração plasmática apresenta-se entre 40 e 100 $\mu\text{mol/litro}$. Com o início dos procedimentos de biópsia, em 1968, permitiu-se que se obtivessem dados que quantificassem o conteúdo de creatina no músculo. Verificou-se que existe um pool de 120-140 gramas no organismo humano, onde 95% estão estocados no músculo. Além do músculo esquelético, destacam-se

como “armazenadores” de creatina o coração, os testículos, a retina e o cérebro (Engelhardt et al, 1998).

No músculo, parte da creatina captada é fosforilada através de uma reação mediada pela enzima creatinaquinase (CK). Em repouso, aproximadamente 60% da creatina total presente no músculo encontram-se na forma fosforilada (Engelhardt et al, 1998; Ontiveros e Wallimann, 1998).

Existe um equilíbrio entre as concentrações de creatina livre e creatina fosfato, obtido através de um processo conhecido como “*phosphorylcreatine shuttle*” (figura 2).

Figura 2. Processo de fosforilação da creatina na célula muscular. (Adaptado de Rhodes e Demant, 1999).

Este processo demonstra a difusão da creatina por três locais: área de utilização, área de transição e área de fosforilação da creatina. No local de utilização, ou seja, na miosina, a molécula de PCr é “quebrada”, através da ação da enzima CK, liberando energia (íons fosfato) para a ressíntese de ATP. A creatina livre, resultante desta “quebra”, é levada por difusão até a membrana da mitocôndria, onde é novamente fosforilada, utilizando a energia proveniente da quebra de ATP em ADP. Em seguida, a creatina fosforilada retorna, por difusão, ao seu local de utilização, onde novamente será utilizada como fonte de energia para a ressíntese de ATP (Demant e Rhodes, 1999).

De acordo com Mujika e Padilla (1997), as concentrações de Cr e PCr estão diretamente relacionadas com os tipos de fibras musculares, observando-se maiores concentrações nas fibras de contração rápida (IIa e IIb) em relação às fibras de contração lenta (I).

Existem discussões sobre outros fatores possivelmente relacionados com a concentração muscular de creatina, tais como idade, gênero sexual, doenças, treinamento físico e hábitos alimentares. Há evidências de que indivíduos mais jovens, do sexo feminino, saudáveis, treinados e de hábito alimentar não vegetariano apresentem concentrações mais elevadas de creatina intramuscular. Porém, tais discussões ainda apresentam-se pouco conclusivas (Forsberg et al, 1991; Smith et al, 1998; Geary, 2000).

A creatina é excretada em forma de creatinina. No músculo, tanto a creatina livre quanto a creatina fosfato sofrem reações irreversíveis de ciclização e desidratação, formando aproximadamente 2 gramas de creatinina por dia. Em seguida, a creatinina sintetizada é transportada através da água corpórea e rapidamente excretada pelos rins.

É importante ressaltar que a excreção renal diária de creatinina pode variar de acordo com a massa muscular total de um indivíduo.

Figura 3. Estruturas moleculares de creatina, creatina fosfato e creatinina.

3.3. Creatina X Atividade física

A participação da creatina em um dos sistemas metabólicos utilizados como fonte de energia durante o exercício, o sistema ATP-CP, é conhecida há décadas e pode ser resumida da seguinte forma: cerca de 85 gramas de ATP são estocados no organismo, porém, esta concentração não pode diminuir a menos de 30%. Por esse motivo, é preciso que moléculas de ATP sejam constantemente ressintetizadas, a fim de fornecer a energia necessária para o trabalho biológico. Uma parte da energia necessária para a sua ressíntese é obtida diretamente e rapidamente através de um outro composto rico em energia, a creatina fosfato. Em termos energéticos, esse composto é similar ao ATP, pois com sua degradação, quantidades significativas de energia são liberadas, formando creatina livre e fosfato. Portanto, a mobilização de energia proveniente de ATP e CP é fundamental na determinação da habilidade de um indivíduo em gerar e sustentar o exercício de máxima intensidade com duração de até 30 segundos (McArdle et al, 1994; Guyton, 1992).

Figura 4. Ação da creatina quinase.

De acordo com Mujika e Padilla (1997), a fosfocreatina intramuscular exerce funções relevantes de regulação do metabolismo energético durante a contração do músculo esquelético e repouso. Ou seja, ela é parcialmente responsável pela síntese de ATP a partir de ADP durante exercícios de alta intensidade e curta duração, via reação mediada pela enzima creatina quinase (Figura 4).

Segundo Clark (1997), a creatina fosfato é capaz de agir como um depósito de energia, regulando a concentração de ATP. Desta forma, mantendo-se os nucleotídeos musculares, otimiza-se a performance durante o exercício e seus intervalos. O mesmo autor relata que a fosfocreatina protege a célula contra

prejuízos isquêmicos, e diminui a perda de nucleotídeos através da estabilização da membrana celular.

Atualmente vem sendo proposto que tal composto funcione como uma “lançadeira” para o transporte de fosfatos de alta-energia da mitocôndria para os diferentes locais de utilização, ou seja, dentro das células do músculo esquelético (Mujika e Padilla, 1997).

Recentemente, outras propriedades têm sido atribuídas à creatina, principalmente com relação ao tamponamento de compostos como o ADP e íons hidrogênio.

Relata-se que concentrações elevadas de ADP no meio intracelular provocam, indiretamente, efeito inibitório em algumas reações mediadas pelas enzimas denominadas ATPases, o que prejudicaria a contração muscular. Além disso, sabe-se que o aumento dos íons hidrogênio, com conseqüente diminuição do pH muscular, contribui para o início do processo de fadiga. Portanto, aumentar a capacidade de tamponamento da célula através da creatina fosfato poderia atrasar a fadiga (Williams, et al, 2000).

A princípio, o estudo da suplementação de creatina tinha como principal enfoque o aumento da produção de energia através do sistema ATP-CP (Williams e Branch, 1998). Atualmente, sabe-se que a ingestão de creatina pode aumentar significativamente a quantidade de trabalho a ser produzida durante exercícios repetitivos de supramáximo (Balson et al, 1994). Acredita-se que os efeitos ergogênicos provocados pela suplementação de creatina sejam atribuídos ao aumento do conteúdo total de creatina intramuscular, acelerando a ressíntese de fosfocreatina no intervalo dos exercícios. Como resultado, a taxa de refosforilação de ADP requerida pode ser mantida durante o exercício, aumentando a capacidade de contração muscular (Greenhaff, 1997).

A disponibilidade de fosfocreatina (PCr) é provavelmente uma das maiores limitações para o desempenho muscular durante exercícios curtos de alta intensidade, visto que a depleção deste composto resulta na inabilidade de se ressintetizar ATP nas quantidades necessárias (Williams e Branch, 1998; Greenhaff, 1995; Brannon et al, 1997; Greenhaff, 1997; Edwards, et al, 2000).

Quando os estoques de PCr são depletados, observa-se uma redução da capacidade de ressíntese de ATP e, conseqüentemente, da produção de energia. Isso leva a crer que um aumento na concentração total de creatina no músculo possa amenizar a depleção de estoques de PCr durante exercícios intensos, limitando também a diminuição da taxa de ressíntese de ATP, através do aumento da taxa de fosforilação do ADP (Mujika et al, 1997; Aaserud et al, 1998; Balson et al, 1993; Casey et al, 1996)

Segundo Williams e Branch (1998), para que a suplementação de creatina tenha efeito sobre o desempenho esportivo, é preciso que esta seja capaz de aumentar os estoques intramusculares de creatina. Esses estoques aumentados são os grandes responsáveis pela regulação da produção de ATP durante o exercício físico. Por isso a importância de se conhecer os fatores capazes de otimizar a captação muscular de creatina.

Segundo Smith et al (1998) diversos estudos têm demonstrado que a suplementação oral de creatina monohidratada aumenta o estoque muscular desse composto, relacionando este aumento à otimização do desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade.

Com o objetivo de avaliar possíveis alterações da concentração intramuscular de fosfocreatina em consequência da suplementação, diversos estudos têm analisado amostras de tecidos musculares obtidas através de técnicas de biópsia. Os resultados destes estudos (Hultman et al 1996, Harris et al, 1992, Vanderberghe et al, 1999; Francaux et al, 2000) geralmente com um protocolo de 5 a 8 dias de suplementação com doses de 20 gramas/dia, têm demonstrado que a suplementação de creatina realmente é um potente meio de se aumentar o conteúdo total de Cr e PCr, chegando a alcançar aumentos de até 50% da concentração total de creatina intramuscular.

Os tipos de exercícios beneficiados pela suplementação de creatina têm sido alvo freqüente de estudos. O artigo de revisão de Williams e Branch (1998) traz uma tabulação de resultados obtidos através de 71 estudos publicados entre 1993 e 1997. Todos esses estudos avaliavam o efeito da suplementação de creatina sobre a performance esportiva. De acordo com os dados tabulados, os

autores concluíram que os resultados dos diversos estudos apresentavam-se controversos no que diz respeito ao exercício de curta duração e alta intensidade (43 estudos), apontando uma melhora da performance em 53.5% dos casos, e resultados menos satisfatórios nos 46.5% restantes. Nessa tabulação, estudos realizados com testes de atividade aeróbia (sistema oxidativo) demonstraram não haver otimização do desempenho após a suplementação de creatina, e, em alguns casos, apontaram efeitos prejudiciais da suplementação sobre o desempenho dessas atividades. Finalmente, trabalhos realizados especificamente com nadadores (5 publicações) demonstraram não haver melhora do desempenho em função da suplementação de creatina.

Após a revisão feita por Williams e Branch (1998), outros estudos sobre a suplementação de creatina e performance esportiva foram publicados, minimizando as incertezas do passado; porém, ainda permanecem muitas controvérsias a serem desvendadas (Feldman, 1999).

Diversos estudos realizados com indivíduos não treinados vêm demonstrando que a suplementação de creatina é capaz de otimizar o desempenho em exercícios de alta intensidade e curta duração (Aaserud et al, 1998; Earnest et al, 1997; Jacobs et al, 1997; Prevost, et al, 1997; Vanderberghe et al, 1997; Francaux, et al, 2000; Becque et al, 2000). Em contrapartida, os poucos estudos realizados com atletas treinados têm demonstrado resultados controversos (Rossouw, et al, 2000; Sanz e Marco, 2000; Mujika et al, 2000); a grande maioria apresenta dificuldades em demonstrar melhoras significativas no desempenho em consequência de tal suplementação. Portanto, parece que os efeitos ergogênicos freqüentemente observados em indivíduos não treinados não são encontrados em atletas altamente treinados (Deutekom, et al, 2000; Mujika e Padilla, 1997).

Ao se especificar ainda mais o tipo de atleta submetido à suplementação de creatina, destaca-se uma classe bastante singular: os nadadores. Estudos bastante semelhantes realizados por Burke et al (1996), Mujika et al (1996) e Grindstaff et al (1997), avaliaram o efeito da suplementação aguda de creatina, em doses de 20 gramas/dia, sobre o desempenho de nadadores, não havendo

controle algum sobre a taxa de captação muscular de creatina durante o período de suplementação. Com base nos resultados obtidos, também bastante semelhantes nos três estudos, os autores concluíram que a suplementação de creatina falhou na tentativa de otimizar o desempenho de nadadores treinados em provas de alta intensidade e curta duração.

Thompson et al (1996), em estudo realizado com 10 nadadoras, utilizaram doses mais baixas de creatina (2,0 gramas/dia) em período prolongado (56 dias), na tentativa de verificar o efeito da suplementação crônica de creatina sobre o desempenho de tais atletas. Neste caso, foram realizadas avaliações do metabolismo muscular, porém, após analisarem os resultados, os autores concluíram que apenas 2 gramas de creatina/dia não são capazes de produzir efeito ergogênico entre nadadoras de elite.

Em contrapartida, estudos mais recentes vêm apontando resultados mais otimistas com relação aos efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho de nadadores competitivos. Peyrebrune et al (1998), demonstraram que a suplementação de 9,0 gramas/dia, realizada em um período de 5 dias, apesar de não exercer efeito ergogênico sobre a prática de exercício único, foi capaz de otimizar a realização de exercícios repetitivos de curta duração e alta intensidade.

Leenders et al (1999), ao submeterem 32 nadadores, de ambos os sexos à suplementação de creatina (20 gramas/dia durante 6 dias e mais 10 gramas/dia durante 8 dias), observaram que, apesar de não exercer influência sobre a performance esportiva feminina, tal suplementação foi capaz de otimizar o desempenho dos atletas do sexo masculino em provas repetitivas de curta duração e alta intensidade.

Segundo Snow et al (1998), alguns dados conflitantes encontrados entre tantos estudos podem ser explicados pelos diferentes incrementos do estoque muscular de creatina, obtidos através da suplementação desse composto. Acredita-se que a melhora da performance esteja diretamente relacionada ao aumento do conteúdo muscular de creatina, porém, apenas poucos estudos têm determinado simultaneamente as alterações na performance esportiva e o

incremento do conteúdo de creatina no meio intramuscular após o período de suplementação.

De acordo com esse raciocínio, o presente estudo propõe a análise do desempenho esportivo associada à avaliação da captação de creatina, mesmo que de forma indireta, através do controle da quantidade suplementada, das concentrações plasmáticas e o conteúdo excretado pela urina.

3.4. Creatina X Massa corpórea

Os efeitos da suplementação de creatina sobre a massa corpórea vêm sendo muito discutidos em diferentes estudos. Frequentemente menciona-se que a ingestão de creatina, em curto prazo, é acompanhada de um aumento da massa corpórea, principalmente em atletas do sexo masculino, cujo ganho gira em torno de 0,7 a 2,0 Kg de peso após 1 a 2 semanas de suplementação com altas doses (20-25 g/d) (Feldman, 1999; Haff et al, 2000; Staton e Abt, 2000; Mihic et al, 2000).

Tabela 1. Estudos envolvendo suplementação de creatina e avaliação de ganho de peso.

Estudo	Ano	Gênero sexual	População	Dosagem (g/dia)	Número de dias	Efeito massa corpórea (%)
Suplementação <10 dias						
Balsom et al	1993	M	Treinada	20	6	+1,2
Greenhaff et al	1994	M	Ativa	20	5	+1,0
Stroud et al	1994	M	Ativa	20	5	+1,3
Balsom et al	1995	M	Ativa	20	6	+1,4
Dawson et al	1995	M	Ativa	20	5	+1,0
Green et al	1996	M	Sedentários	20	5	+1,1
Mujika et al	1996	M/F	Nadadores	20	5	+1,0
Becque et al	1997	M	Levantadores peso	20	5	+2,3
Maganaris e Maughan	1998	M	Ativa	11,4	5	+2,3
Oopik et al	1998	M	Karatecas	20	5	+1,3
Snow et al	1998	M	Ativa	30	5	+1,3
Robinson et al	1999	M	Ativa	20	5	+1,4
Volek et al	1999	M	Treinada	25	7	+2,1
Oopik et al	1999	M		20	5	+1,3
Urbanski et al	1999	M	Ativa	20	5	+1,0
Suplementação >10 dias						
Earnest et al	1995	M	Levantadores Peso	20	14	+1,9
Goldberg e Bechtel	1997	M	Futebol	3	14	+0,8
Kirskey et al	1997	M/F	Atletas	0,3g/dia	42	+2,0
Volek et al	1997	M	Treinada	3	47	+1,8
Kreider et al	1998	M	Futebol	16	28	+1,0
Francaux e Poortmans	1999	M	Ativa	3	63	+2,9
Stone et al	1999	M	Futebol	8	35	+1,4
Volek et al	1999	M	Treinada	5	77	+6,3
Rawson et al	1999	M	Idosos	20	30	+0,6

Adaptado de Poortmans e Francaux, 2000.

Como já foi citado anteriormente, alguns estudos sugerem que esse aumento de massa magra se deva a um ganho de massa muscular (Fry, et al, 1995); em contrapartida, diversas pesquisas têm demonstrado que o aumento de massa magra é uma consequência de um acúmulo hídrico no meio intramuscular, consequente do alto poder osmótico da creatina (Parise et al, 2001; Hultman, et al, 1996).

A primeira hipótese tem sido mais aceita e demonstrada mais freqüentemente por diversos autores. Segundo Febbraio et al (1995) e Hultman et al (1996), recentemente tem sido demonstrado que o tempo para “eliminação” da creatina captada pelo músculo durante o período de suplementação clássica é de no mínimo 28 dias. Este período não é suficiente para induzir significativamente um crescimento de massa muscular, considerando-se que o processo de hipertrofia seja relativamente lento. A excreção de um menor volume urinário pelos indivíduos suplementados com creatina, e a constatação de que um período de apenas 5 a 8 dias de suplementação seria insuficiente para provocar ganhos de massa muscular tão significativos, são fatos que têm auxiliado na tentativa de confirmação da hipótese de retenção hídrica (Maughan, 1999).

Em contrapartida, a creatina também vem sendo apontada como um estimulador da biossíntese de proteínas miofibrilares e da captação de aminoácidos pelas proteínas contráteis, haja vista que, ratos induzidos à depleção de creatina sofrem anormalidades em suas estruturas musculares, como perda de miofilamentos e hipotrofia das fibras tipo II e de massa magra. Porém, outras investigações não têm demonstrado efeito algum da creatina sobre a síntese protéica (Maganaris e Maughan, 1998; Fry e Morales, 1995).

Estudos *in vitro* têm sugerido que a suplementação de creatina altere alguns indicadores do metabolismo protéico, tais como aumento da síntese de actina e miosina. Porém, esses estudos foram realizados com células musculares embrionárias, consideradas mais susceptíveis e mais rapidamente influenciadas pela creatina do que células musculares maduras e diferenciadas. Ao se repetir esse protocolo de estudo com células musculares adultas, nenhum efeito foi

observado. Ou seja, acredita-se que o efeito da creatina seja aparente apenas nos primeiros estágios da diferenciação dos miócitos (Parise et al, 2001).

Outra crítica frequentemente discutida em relação a esses estudos *in vitro* corresponde à utilização de modelos extremos, onde as células estudadas encontram-se completamente deficientes em creatina. Esses modelos dificilmente poderiam ser representativos *in vivo*.

Desta forma, acredita-se que os efeitos da suplementação de creatina sobre a composição corporal devem ser detalhadamente verificadas, afim de se minimizar as incertezas ainda pendentes.

4. Material e métodos

4.1. Amostra

Foram avaliados no estudo 18 nadadores altamente competitivos, provenientes da equipe de natação da cidade de São Caetano do Sul.

Critérios de exclusão utilizados para seleção da amostra:

- Utilização atual ou recente (há menos de três meses) da suplementação de creatina;
- Utilização atual ou recente (há menos de um mês) de suplementos protéicos;
- Presença de hábito alimentar vegetariano;
- Ocorrência atual ou pregressa de doenças renais e/ou hepáticas, como forma de prevenção de eventuais problemas futuros.

4.2. Protocolo do estudo:

O protocolo proposto trata-se de um estudo duplo cego, com utilização de grupo placebo, dividido basicamente em três etapas:

1ª etapa:

Duração: 6 dias.

- ➡ Determinação dos dados da linha base: Os atletas se submeteram às análises bioquímicas iniciais e avaliações da composição corporal.

- ➡ Registros alimentares.
- ➡ Primeiro teste de performance na piscina (T_1), incluindo coletas de amostras de sangue.

2ª etapa:

Duração: 8 dias.

- ➡ Divisão dos atletas em 2 grupos, de maneira randomizada (Tabela 2):

Grupo placebo (n=9): suplementado com carboidrato: 4 doses de 20 gramas/dia.

Grupo creatina (n=9): Suplementado com creatina monoidratada + carboidrato: 4 doses diárias de 5 gramas de Creatina misturados com 20 gramas de carboidrato.

Tabela 2: Características dos indivíduos na linha base.

Variáveis	Grupo creatina	Grupo Placebo	P
Idade (anos)	19,44 ($\pm 2,60$)	19,78 ($\pm 2,33$)	0,82
Peso (Kg)	68,02 ($\pm 13,43$)	71,56 ($\pm 8,69$)	0,47
Altura (cm)	174,67 ($\pm 6,61$)	175,89 ($\pm 8,08$)	0,60
Tempo de treinamento (anos)	9,67 ($\pm 3,39$)	8,44 ($\pm 3,43$)	0,51

De acordo com os valores de p, todos acima de 0,05, pode-se observar que não há diferenças estatisticamente significantes entre os grupos suplementado com creatina e placebo, caracterizando uma amostra homogênea.

Foram considerados fatores como idade, peso, altura, tempo de treinamento e especialidade de cada atleta para a divisão randomizada dos nadadores em seus devidos grupos. Outro fator considerado foi a especialidade de cada atleta.

➡ Coleta de amostras de sangue e urina de 24 horas no 2º dia de suplementação:

Uma vez que o armazenamento da creatina no músculo ocorre essencialmente durante os primeiros dias de suplementação, torna-se fundamental que se avalie a biodisponibilidade deste composto neste período. Por esse motivo justifica-se a determinação da creatina urinária logo no segundo dia de suplementação (Williams, 2000).

➡ Registros alimentares.

3ª etapa:

- ➡ Realização do 2º teste de performance na piscina (T2);
- ➡ Nova avaliação da composição corporal e coleta de urina de 24 horas.

4.3. Teste de performance:

Protocolos escolhidos:

- * Exercício de alta intensidade e curta duração: 1 prova de 50 metros.
- * Exercício de resistência anaeróbia: 1 prova de 100 metros.
- * Exercício repetitivo: 3x(3x50) metros com intervalo passivo de 45 segundos entre os tiros e 150 segundos entre cada série

Todos os testes foram realizados no mesmo dia, da seguinte forma:

Manhã: Exercício único

- Aquecimento moderado: 1000 metros.
- Prova de alta intensidade e curta duração: 50 metros, no melhor estilo do nadador.
- Descanso ativo imediatamente após a prova: 400 a 500 metros.
- Descanso passivo: 1 hora e 30 minutos.

- Prova de resistência anaeróbia (duração entre 30 e 150 segundos): 100 metros no melhor estilo do nadador.
- Descanso ativo imediatamente após a prova: 400 a 500 metros.

Almoço: Intervalo de aproximadamente 2 horas e meia.

Tarde: Exercícios repetitivos

- Aquecimento moderado: 1000 metros.
- Série repetitiva: 3x(3x50) metros com intervalo passivo de 45 segundos entre os tiros e 150 segundos entre cada série.

4.5. Justificativa da escolha da dose de creatina empregada neste estudo:

De acordo com Greenhaff (1996), acredita-se que o caminho mais rápido para se aumentar a concentração intramuscular de creatina consiste na ingestão de 20 gramas de tal composto por dia, em período de 5 a 8 dias.

Adicionalmente, estudos publicados recentemente demonstram que a dose de suplementação de creatina classicamente utilizada, ou seja, 20 gramas/dia, durante 5 a 8 dias, não é capaz de provocar alterações significativas em parâmetros indicadores de funções hepática e renal, sendo considerada segura (Kreider et al, 1999). Portanto, segundo tais estudos, foi escolhida uma dosagem eficaz e segura.

4.6. Justificativa do uso da mistura creatina com carboidrato:

Como já foi citado anteriormente, o carboidrato tem sido considerado um fator otimizador da captação de creatina pelo músculo. Portanto, foi utilizado um produto comercial de carboidratos, cuja composição consiste em: 60% maltodextrina, 23% de frutose e 14% de sacarose. Este produto foi escolhido em consideração a diversos fatores, tais como:

- Boa aceitação pelos nadadores, detectada através de entrevistas prévias;
- Pico de absorção próximo ao da creatina, em aproximadamente 1 hora;

- Alto poder flavorizante, capaz de mascarar o sabor da creatina e padronizar o paladar de ambas as soluções (placebo e creatina).

4.7. Orientações ministradas aos atletas, com relação aos horários de suplementação:

Os horários de suplementação foram determinados a partir dos horários estipulados para treinamento e grandes refeições:

Treinamento: Duas sessões diárias: 9:00 às 11:30 e 15:00 às 17:30.

Grandes refeições: 7:30 desjejum, 12:00 almoço e 20:00 jantar.

Programa de suplementação: 7:30 – 12:30 – 17:30 – 20:30.

4.8. Parâmetros avaliados

A. Parâmetros indicativos da biodisponibilidade da creatina suplementada:

- Excreção urinária de creatina (Beyer et al, 1984).
- Concentrações séricas e urinárias de creatinina (Kaplan et al, 1989).

B. Parâmetros indicativos do desempenho esportivo:

- Tempos obtidos nas provas pré-estabelecidas.
- Concentrações sangüíneas de lactato no momento pós-exercício (Lactímetro YSY).

C. Parâmetros indicativos da composição Corporal

- **Peso:** Determinado através do uso de balança tipo plataforma.
- **Altura:** Determinada através de estadiômetro.
- **Porcentagens de massa magra e de gordura:** Determinadas através de métodos como dobras cutâneas e densitometria óssea.
- **Hidratação corporal:** Determinada através do uso do aparelho de bioimpedância.

Quadro 1. Esquema do protocolo de pesquisa desenvolvido.

T1e T2: testes de piscina 1 e 2.
CHO: carboidrato.

4.9. Padronizações

Padronização Dietética:

* Registro alimentar de 24 horas: os atletas foram orientados a fazer dois dias de registro alimentar na semana pré-suplementação, incluindo um dia do final de semana (dias 2 e 4) e mais dois dias na semana de suplementação (7 e 10), para que haja um controle tanto sobre a ingestão de creatina dietética, quanto sobre oscilações calóricas individuais capazes de influenciar a composição corporal dos atletas.

*** Véspera das dosagens de creatina e creatinina:**

Os atletas foram orientados, previamente, à prestar atenção às porções de carne ingeridas, devendo seguir sempre o mesmo padrão individual nas vésperas das coletas de material para a realização dessas dosagens.

*** Véspera de testes de performance**

Os atletas foram orientados a seguir o mesmo padrão alimentar nas vésperas dos dois testes (T1 e T2), de acordo com a distribuição dos alimentos nos grupos alimentares, apresentados a eles durante palestra sobre Pirâmide Alimentar (Philipp et al, 1999).

* Dias de suplementação: Orientação: evitar ao máximo a ingestão de café ou produtos alimentícios ricos em cafeína, como as bebidas “energéticas”, entre outros.

Padronização de treinamento

Durante a semana que precedeu cada dia de teste, o treinamento foi padronizado com relação a volume e intensidade.

Padronização de condições ambientais

Os testes foram realizados na mesma piscina (25 metros), no mesmo horário, com a água na mesma temperatura e utilizaram o mesmo equipamento esportivo.

Padronização de descanso

Foi solicitado aos atletas controle de horas de sono nas vésperas de teste, bem como de possíveis atividades físicas extras treinamento.

4.10. Análise estatística:

Os valores dos diversos parâmetros estudados foram submetidos à análise para o teste ANOVA, para amostras não pareadas. O nível de rejeição da hipótese de nulidade adotado foi de 5%.

5. Resultados

A. Avaliação dietética

Os resultados da avaliação dos registros alimentares de 24 horas dos atletas apresentam-se descritos na tabela 3.

Tabela 3. Ingestão calórica e de macronutrientes dos atletas nos períodos pré e pós-suplementação.

	Creatina Pré	Creatina Pós	Placebo Pré	Placebo Pós
Calorias (Kcal)	3275,28	3236,95	4054,07	3941,30
Proteínas (g)	136,34	119,49	143,69	123,83
Carboidratos (g)	450,20	428,15	518,99	517,18
Lipídeos (g)	104,28	114,38	154,99	152,73

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

Kcal: Quilocalorias

g:gramas

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os períodos pré e pós-suplementação para ambos os grupos.

B. Biodisponibilidade da creatina suplementada:

Como já foi citado anteriormente, para que a suplementação de creatina tenha efeito sobre o desempenho esportivo, é preciso que esta seja capaz de aumentar os estoques intramusculares de creatina.

O método mais fidedigno para se avaliar possíveis variações no conteúdo total de creatina em indivíduos submetidos à suplementação deste composto seria a realização de biópsias musculares nos períodos pré e pós-suplementação, com posterior determinação bioquímica da concentração de creatina nos tecidos coletados. Porém, na ausência de atletas voluntários a se submeter a este tipo de intervenção neste estudo, foram utilizados alguns parâmetros bioquímicos indicativos da biodisponibilidade da creatina suplementada, tais como concentrações séricas de creatinina, bem como a excreção urinária de creatina e creatinina.

As determinações das concentrações urinárias de, bem como os resultados pertinentes às dosagens de creatinina encontram-se descritos na tabela 4 e 5.

Tabela 4. Excreção urinária de creatina nos períodos pré e pós-suplementação.

<i>Variáveis</i>	<i>Creatina Pré</i>	<i>Creatina Pós</i>	<i>Placebo Pré</i>	<i>Placebo Pós</i>
Creatina urinária (g/d)	0,026(±0.004)	9,34 (±1.71)*	0,002(±0.004)	0,002(±0.004)

Grupo creatina: n=9

grupo placebo: n=9

***: P<0.05**

A tabela 4 mostra que o grupo creatina teve sua excreção urinária de creatina significativamente elevada no período pós-suplementação, atingindo aproximadamente 50% da quantidade suplementada.

Tabela 5. Concentrações séricas e excreção diária de creatinina nos períodos pré e pós-suplementação.

<i>Variáveis</i>	<i>Creatina Pré</i>	<i>Creatina Pós</i>	<i>Placebo Pré</i>	<i>Placebo Pós</i>
Creatinina sérica (mg/dL)	1,01(±0,12)	1,18 (±0,21)*	1,00 (±0,09)	1,10 (±0,12)*
Creatinina urinária (g/dia)	1,36 (±0,39)	2,71(±1,04)**	1,53 (±0,31)	1,47 (±0,52)

Grupo creatina: n=9

grupo placebo: n=9

* e **: $p < 0.05$

De acordo com a tabela e figura 5, observa-se um aumento significativo da concentração de creatinina sérica em ambos os grupos no período pós-suplementação em relação ao período pré-suplementação. Porém, não houve diferença significativa entre ambos os grupos neste mesmo período.

Figura 5. Concentrações séricas de creatinina nos períodos pré e pós-suplementação.

Em se tratando da excreção diária de creatinina, observa-se um aumento significativo apenas no grupo creatina. O grupo placebo não apresentou alterações significativas no período pós-suplementação (figura 6).

Figura 6. Excreção urinária de creatinina nos períodos pré e pós-suplementação.

C. Performance esportiva

C.1. Marcas obtidas nas provas:

Tabela 6. Marcas obtidas pelos nadadores em provas únicas nos períodos pré e pós-suplementação.

Variáveis	Creatina Pré	Creatina Pós	Placebo Pré	Placebo Pós
Prova de 50 m (s)	29,62 ($\pm 3,77$)	29,80 ($\pm 3,92$)	30,62 ($\pm 3,94$)	30,94 ($\pm 4,12$)
Prova de 100 m (s)	69,47 ($\pm 18,68$)	69,82 ($\pm 18,89$)	67,17 ($\pm 8,40$)	68,08 ($\pm 8,74$)

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

S: Segundos.

p>0.05

De acordo com as Tabelas 6 e 7, pode-se observar que, em ambos os grupos, não houve diferenças significativas nas marcas obtidas pelos nadadores nos períodos pré e pós-suplementação.

Tabela 7. Marcas obtidas pelos nadadores nas séries repetitivas nos períodos pré e pós-suplementação.

<i>Variáveis</i>	<i>Creatina Pré</i>	<i>Creatina Pós</i>	<i>Placebo Pré</i>	<i>Placebo Pós</i>
Somatória série 1 (s)	97,75 ($\pm 12,04$)	98,75 ($\pm 11,51$)	101,20 ($\pm 12,71$)	101,71 ($\pm 13,29$)
Somatória série 2 (s)	95,76 ($\pm 10,79$)	95,73 ($\pm 11,17$)	99,71 ($\pm 12,27$)	100,42 ($\pm 13,01$)
Somatória série 3 (s)	94,27 ($\pm 10,04$)	94,98 ($\pm 10,19$)	99,14 ($\pm 12,35$)	99,60 ($\pm 13,43$)

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

p>0.05

C.2. Concentrações sangüíneas de lactato:

Tabela 8. Concentrações sangüíneas de lactato (mmol/L), nas provas únicas, nos períodos pré e pós-suplementação.

<i>Variáveis</i>	<i>Creatina Pré</i>	<i>Creatina Pós</i>	<i>Placebo Pré</i>	<i>Placebo Pós</i>
Prova de 50 m (s)	2,59 ($\pm 1,35$)	3,49 ($\pm 1,02$)	2,76 ($\pm 0,98$)	3,22 ($\pm 0,82$)
Prova de 100 m (s)	4,16 ($\pm 1,37$)	4,97 ($\pm 0,64$)	4,70 ($\pm 1,47$)	6,25 ($\pm 2,17$)*

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

*P<0,05

De acordo com a Tabela 8 e figura 7, observa-se que nas provas únicas, não houve diferença significativa nos valores obtidos nos período pré e pós-suplementação para os nadadores pertencentes ao grupo creatina. Porém, no grupo placebo, houve um aumento significativo da concentração sangüínea de lactato na prova de 100 metros após o período de suplementação.

Figura 7. Concentrações sanguíneas de lactato nos períodos pré e pós-suplementação para prova de 100 metros.

Tabela 9. Concentrações sanguíneas de lactato (mmol/L), nas séries repetitivas, nos períodos pré e pós-suplementação.

<i>Variáveis</i>	<i>Creatina Pré</i>	<i>Creatina Pós</i>	<i>Placebo Pré</i>	<i>Placebo Pós</i>
Final série 1	4,42 ($\pm 1,05$)	4,30 ($\pm 0,80$)	5,30 ($\pm 2,36$)	5,29 ($\pm 1,22$)
Final série 2	6,35 ($\pm 1,14$)	6,69 ($\pm 1,41$)	7,43 ($\pm 2,18$)	8,64 ($\pm 2,42$)
Final série 3	7,99 ($\pm 2,34$)	8,89 ($\pm 1,73$)	8,51 ($\pm 3,33$)	11,54 ($\pm 3,45$)*

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

De acordo com a Tabela 9, observa-se que na série repetitiva, não houve diferença significativa nos período pré e pós-suplementação para os nadadores pertencentes ao grupo creatina. Porém, no grupo placebo, houve um aumento significativo da concentração sanguínea de lactato após o período de suplementação ao final da última série.

D. Composição corporal

Os resultados referentes à composição corporal estão apresentados nas tabelas 10 a 14.

Tabela 10. Peso dos indivíduos nos período pré e pó suplementação.

Variáveis	Creatina Pré	Creatina Pós	Placebo Pré	Placebo Pós
Peso (Kg)	68,0 ($\pm$ 13,43)	69,34 ($\pm$ 13,90)	71,57 ($\pm$ 8,70)	71,48 ($\pm$ 7,95)

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

Tabela 11. Variações (Δ) da composição corporal dos nadadores, medidas por Densitometria óssea, nos períodos pré e pós-suplementação.

Variáveis	Grupo creatina	Grupo placebo
Δ Peso (Kg)	1,06	-0,14*
Δ Massa magra (Kg)	0,7	-0,2*
Δ Massa óssea (Kg)	-0,01	0,01
Δ Gordura (Kg)	0,38	0,04

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

* $P < 0,05$

Figura 8. Variações de composição corporal no período de suplementação, medidas por DEXA.

De acordo com as tabelas 10 e 11, observa-se um ganho significativo de peso corporal e massa magra no grupo creatina (figura 8). Na tabela 12, observa-se um aumento do volume de água corporal no grupo creatina (figura 9). O grupo placebo não apresentou alterações significativas em sua composição corporal.

Tabela 12. Alterações da composição corporal dos nadadores, medidas por Bioimpedância, nos períodos pré e pós-suplementação.

Variáveis	Grupo creatina	Grupo placebo
▲ Peso (Kg)	1,34	-0,09*
▲ Massa magra (Kg)	1,5	-0,75*
▲ Água corpórea (L)	1,38	-0,55**
▲ Massa muscular e óssea(Kg)	0,06	-0,2
▲ Gordura	-0,15	0,59

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

* e ** $P < 0,05$

Figura 9. Alterações de composição corporal no período de suplementação, medidas por BIA.

Tabela 13. Composição corporal dos atletas no período pré e pós-suplementação, medida por Dobras Cutâneas^(F).

% Gordura	Pré-suplementação	Pós-suplementação
Creatina	14,08 ($\pm$ 3,71)	13,61 ($\pm$ 3,72)
Placebo	12,84 ($\pm$ 2,09)	13,44 ($\pm$ 2,15)

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

(F): Protocolo de Falkner.

Tabela 14. Somatória das dobras cutâneas dos atletas no período pré e pós-suplementação.

% Gordura	Pré-suplementação	Pós-suplementação
Creatina	93,61 ($\pm$ 35,69)	93,44 ($\pm$ 35,42)
Placebo	89,62 ($\pm$ 24,53)	89,79 ($\pm$ 24,49)

Grupo creatina: n=9

Grupo placebo: n=9

As tabelas 13 e 14 mostram que a composição corporal medida por dobras cutâneas, bem como a somatórias das dobras cutâneas não apresentaram diferenças significativas entre os períodos pré e pós-suplementação, para ambos os grupos.

6. Discussão

A. Biodisponibilidade da creatina suplementada:

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho e a composição corporal de nadadores competitivos. Sabe-se que, para que os efeitos desejados sejam alcançados, é necessário que a creatina suplementada seja captada pelas células musculares, onde exercerá a função que é atribuída.

A creatina consumida via oral é absorvida de forma intacta pela célula intestinal em situações de peristaltismo normal, mesmo na presença de secreções gastrointestinais altamente ácidas, liberadas durante o processo digestivo (Williams et al, 2000).

No presente estudo, não houve relato de alterações de peristaltismo por nenhum dos atletas durante o período de suplementação. Portanto, na ausência de fatores capazes de prejudicar a chegada da creatina à corrente sanguínea, considerou-se que os 20,0 gramas de creatina suplementados diariamente tenham sido absorvidos adequadamente. Desta forma, associando-se a ingestão e a excreção de creatina, foi avaliado, indiretamente, o armazenamento da creatina pelos nadadores no início do período de suplementação. É importante ressaltar que grande parte da creatina estocada no organismo encontra-se no músculo esquelético, pois, como já foi citado anteriormente, 95% da creatina corpórea apresenta-se armazenada neste tecido.

A excreção urinária de creatina tem sido considerada o parâmetro indicativo mais expressivo da biodisponibilidade da creatina suplementada. Essa consideração é fundamentada pelo fato de que, após ser captada pelo músculo, a creatina só seria excretada na forma de creatinina. Portanto, a excreção de creatina, em sua forma "original" (não convertida a creatinina), indicaria que este composto nem chegou a ser captado pela célula muscular (Williams, 2000). De acordo com esse raciocínio, postula-se que quanto maior for a concentração de creatina na urina de um indivíduo submetido à suplementação deste composto, menor teria sido o seu "aproveitamento", ou seja, a biodisponibilidade dessa suplementação.

Poucos estudos têm mensurado a excreção urinária de creatina. Vanderberghe et al (1997), ao avaliarem voluntários não treinados, obtiveram valores próximos aos demonstrados no presente estudo. Portanto, considera-se satisfatório esse aproveitamento de aproximadamente 50% da creatina oferecida nos primeiros dias de suplementação, uma vez que trata-se de uma população de atletas, frequentemente considerada menos capaz de armazenar a suplementação de creatina oferecida.

As concentrações sérica e urinária de creatinina também são parâmetros bioquímicos bastante utilizados na avaliação da biodisponibilidade de creatina. Após o período de suplementação, foi observado um aumento estatisticamente significativo das concentrações séricas de creatinina em ambos os grupos. Porém, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos neste mesmo período quando comparados entre si.

É importante ressaltar que, apesar do aumento observado em ambos os grupos, as concentrações séricas de creatinina encontradas apresentam-se no limite superior da faixa de valores considerados normais para esses indivíduos (Miller, 1989).

No presente estudo, foi observado um aumento estatisticamente significativo na excreção urinária de creatinina no grupo suplementado com creatina, fato este não encontrado no grupo placebo. O aumento da excreção urinária de creatinina em indivíduos suplementados com creatina tem sido um fenômeno freqüentemente observado na literatura (Williams, 2000; Engelhardt et al, 1998; Mujika, 2000). Segundo Engelhardt et al (1998), esse fato se deve à capacidade limitada do músculo em armazenar creatina, provavelmente por razões funcionais e morfológicas. Desta forma, a creatina ingerida em excesso, é convertida a creatinina e eliminada através da urina.

A creatinina é o composto resultante da degradação da creatina ocorrida ainda no meio intramuscular, através de reações irreversíveis de ciclização e desidratação (Feldman, 1999). Desta forma, Vanderberghe et al (1997), sugerem que elevações na concentração urinária de creatinina podem indicar um aumento do estoque intramuscular de creatina.

Concentrações elevadas de creatinina urinária também podem ser consideradas um parâmetro indicativo de alterações da massa muscular de um indivíduo (Miller, 1989). Porém, descarta-se essa hipótese através da avaliação da composição corporal realizada neste estudo, uma vez que não foi observada diferença significativa na massa muscular no grupo creatina durante o período de experimento.

Portanto, o aumento significativo de excreção urinária de creatinina observado no grupo suplementado com creatina sugere que esses atletas tenham aumentado seus estoques intramusculares de creatina, chegando próximos ao limite de armazenamento.

Alguns fatores considerados na proposta deste estudo podem ter contribuído para o processo de armazenamento da creatina oferecida, tais como dose oferecida, associação com suplementação de carboidrato e treinamento.

O esquema de suplementação realizado neste estudo (20 gramas/dia) foi similar ao utilizado por diversos estudos que demonstraram aumentos dos níveis intramusculares de creatina total em consequência da suplementação (Hultman et al 1996; Kreis, 1999; Harris et al 2000; Vanderberghe et al, 1999; Francaux et al 2000).

O uso de carboidrato associado à suplementação de creatina tem demonstrado otimizar sua captação muscular (Green et al, 1996; Steenge, et al, 1998). Portanto, o carboidrato utilizado nesse estudo pode ter auxiliado neste processo de captação muscular da creatina.

Segundo Theodorou, (1999), o treinamento parece exercer efeito positivo no que diz respeito à captação muscular da creatina suplementada. Desta forma, acredita-se que a manutenção do treinamento realizada neste estudo durante o período de suplementação tenha beneficiado o processo de captação de creatina, aumentando as concentrações intramusculares de creatina.

B. Desempenho esportivo

Após a avaliação da biodisponibilidade da creatina suplementada neste estudo, poder-se-ia esperar que, com um provável aumento do conteúdo intramuscular de creatina, os nadadores teriam um desempenho esportivo otimizado. Porém, após o período de suplementação (T_2), o que se observou foi uma manutenção das marcas obtidas nas provas de natação no teste pré-suplementação (T_1). Essa manutenção dos tempos de duração das provas foi observada tanto nos exercícios únicos (provas de 50 e 100 metros), quanto nos intermitentes (séries de 50 metros).

Como já foi citado anteriormente, poucos estudos envolvendo suplementação de creatina e nadadores encontram-se disponíveis na literatura. Porém, em relação ao desempenho esportivo, grande parte dos resultados desses experimentos previamente publicados é semelhante aos encontrados no presente trabalho, não demonstrando melhoras significativas nas marcas obtidas pelos nadadores (Burke, et al, 1996; Mujika, et al, 1996; Grindstaff et al, 1997; Thompson et al, 1996; Peyrebrune et al, 1998).

Mujika et al (1996) submeteram nadadores suplementados com creatina a testes de 25, 50 e 100 metros e, embora alguns parâmetros bioquímicos, como a amônia plasmática, tenham indicado uma maior taxa de ressíntese de ATP em função da suplementação, o desempenho dos atletas também não foi otimizado, havendo inclusive uma tendência de prejuízo nesta variável.

Considerando-se que, no presente estudo, as concentrações intramusculares de creatina tenham sido aumentadas e ainda assim o desempenho não tenha sido otimizado, fomenta-se a hipótese de que exista um fator prejudicial, associado à suplementação da creatina, capaz de exercer influência tão efetiva quanto a suposta elevação no armazenamento energético intramuscular. De acordo com Mujika e et al (1996), esse suposto fator seria o ganho de peso corporal que freqüentemente acompanha a suplementação de creatina. Esses autores observaram em seu estudo um aumento de peso em 9 entre 10 nadadores suplementados, variando entre 0,4 e 1,6 quilos.

No presente estudo, foi observado um aumento de peso de aproximadamente 1.340 gramas no grupo suplementado com creatina, considerado estatisticamente significativo em relação ao grupo não suplementado. Em contrapartida, Leenders et al (1999), ao submeterem nadadores à suplementação de creatina, não observaram alterações com relação peso corporal dos atletas. Neste caso, os nadadores suplementados obtiveram significativo aumento da velocidade nas provas de natação, o que indica uma melhora relevante no desempenho desses atletas.

Estudos têm demonstrado que a resistência hidrodinâmica encontrada por um corpo se movendo na água é proporcional ao peso desse corpo e sua área de

superfície. Dessa forma, o gasto energético na natação é inversamente proporcional a hidrodinâmica. Segundo Chatard et al (1990), uma boa hidrodinâmica aumenta a capacidade de um corpo boiar e auxilia o nadador na manutenção da flutuação e da posição de nado, pois reduz a área corporal e a resistência hídrica. Portanto, um aumento de peso corporal resultaria em alterações na mecânica dos estilos de natação, e consequentemente, em um maior gasto energético durante o movimento.

O acúmulo de ácido láctico durante o exercício tem sido um parâmetro frequentemente utilizado na avaliação do desempenho esportivo, pois, segundo Barbanti (1997), "o acúmulo de ácido láctico no sangue e músculos é o mais comum fator limitante da atividade muscular". Na ausência de tecidos musculares para avaliação da formação de ácido láctico após o exercício físico, utiliza-se a dosagem deste composto no sangue, o que refletiria, em menores proporções, o que estaria ocorrendo no meio intramuscular.

Neste estudo, as concentrações sangüíneas de ácido láctico permaneceram inalteradas ao final da prova única de 50 metros, em ambos os grupos, após o período de suplementação. Neste mesmo período, foi observada diferença significativa entre os grupos para a prova de 100 metros e para a série repetitiva de 3x3x50 metros no período pós-suplementação. Ou seja, enquanto o grupo placebo apresentou concentrações sangüíneas significativamente mais elevadas em relação ao período pré-suplementação, o grupo suplementado com creatina foi capaz de manter seus valores da linha base. A elevação da concentração sangüínea de lactato observada entre os atletas suplementados com placebo sugere que, apesar do treinamento ter sido padronizado durante todo o período de experimento, os atletas deste grupo tenham sofrido um acúmulo da carga de treinamento, demonstrando maior esforço frente à mesma tarefa proposta nos dois períodos (pré e pós-suplementação).

De acordo com Barbanti (1997), para se obter alto rendimento esportivo, deve-se utilizar diferentes métodos, porém, o exercício físico ainda é considerado o mais relevante. Fisiologistas e bioquímicos soviéticos e alemães estudaram fundamentos relacionados ao treinamento físico, dando origem a Teoria da

Supercompensação. Essa teoria afirma que as reservas energéticas gastas durante o processo de contração muscular são refeitas ou repostas apenas no período de recuperação, ou seja, de descanso. Essa reposição, por sua vez, não é feita em proporção igual à condição anterior ao exercício, mas se desenvolve acima dessa condição, o que é denominado *Processo de supercompensação* (Barbanti 1997).

A partir da Teoria da Supercompensação, diversas adaptações tem sido realizadas, de acordo com as necessidades de treinamento de cada modalidade esportiva, inclusive na natação. Pode-se programar períodos de supercompensação em curto ou longo prazo, dependendo do objetivo do treinamento.

Em casos onde se propõe objetivos em longo prazo, utiliza-se a estratégia de se reduzir os períodos de recuperação entre uma sessão de treinamento e outra, afim de se atingir o período de supercompensação apenas em momentos específicos, tais como o final de uma temporada ou um Campeonato específico (Figura 10). Desta forma, com períodos de recuperação interrompidos antecipadamente, as sessões de treinamento tornam-se cada vez mais extenuantes para o atleta, por mais que sejam exatamente idênticas à aquelas realizadas anteriormente no que diz respeito à intensidade e volume. Os nadadores avaliados no presente estudo encontravam-se inseridos nessa estratégia de treinamento, exatamente na fase em que os períodos de recuperação são inferiores aos considerados ideais para reposição total da energia gasta durante o treinamento (Figura 11). Este fato pode ter provocado o acúmulo da carga de treinamento, apesar da intensidade e o volume de treinamento terem sido padronizados nas duas semanas de experimento.

O importante nesse caso seria observar que, se por um acúmulo da carga de treinamento ou por algum outro fator, o grupo placebo foi levado a acumular mais ácido láctico no sangue, os atletas suplementados com creatina foram capazes de superar esse fator, mantendo concentrações sanguíneas de lactato semelhantes nos períodos pré e pós-suplementação.

Mujika et al (2000) também observaram uma diminuição do desempenho de jogadores de futebol suplementados com placebo, enquanto os atletas que receberam creatina conseguiram mantê-lo após a suplementação. Esses autores sugeriram que a creatina teria evitado a queda do desempenho observada no grupo placebo, provavelmente conseqüente de uma falta de padronização das atividades físicas praticadas durante o período experimental.

Figura 10. Teoria da Supercompensação.

Figura 11. Fase de treinamento dos nadadores avaliados no presente estudo.

Acredita-se que os diferentes resultados obtidos no presente estudo em cada tipo de exercício físico, no que diz respeito ao acúmulo de ácido láctico, se devam às diferentes classificações dessas atividades, considerando a fonte energética preconizante.

As médias de duração da prova de 50 metros obtidas neste estudo, em ambos os grupos, não passaram de 30 segundos; Desta forma, pode-se dizer que se trata de uma atividade de alta intensidade e curta duração, também descrita como exercício "supramáximo". Sabe-se que esse tipo de exercício tem como principal fonte de energia a fosfocreatina, ou melhor, o sistema "ATP-CP". Portanto, tem se demonstrado que a disponibilidade desse composto é uma das principais limitações para o desempenho muscular durante atividades de curta duração e alta intensidade, uma vez que sua depleção resulta na incapacidade de se ressintetizar ATP nas quantidades necessárias, o que caracterizaria o início da fadiga. (Williams e Branch, 1998; Greenhaff, 1995; Brannon et al, 1997). Em contrapartida, a contribuição energética da glicólise anaeróbia para este tipo de atividade é pouco significativa, e conseqüentemente, não são observadas

alterações musculares de pH capazes de provocar a fadiga *per se*. Portanto, a suplementação de creatina não exerceria influências significativas sobre a formação de ácido láctico em exercícios de supramáximo devido ao fato da glicólise anaeróbia não ser relevante fonte de energia nesse tipo de atividade.

Diversos estudos disponíveis na literatura atual também têm demonstrado resultados semelhantes, os quais não demonstram alterações das concentrações sanguíneas de lactato após o período de suplementação com creatina em exercícios de curta duração (Edwards et al, 2000; Aaserud et al, 1998; Mujika et al, 1996; Febraio et al, 1995; Dawson et al, 1994; Greenhaff et al, 1993).

Em contrapartida, as médias de duração das provas de 100 metros obtidas neste estudo variaram entre 67 e 69 segundos em ambos os grupos e períodos. Atividades de alta intensidade, com durações de 30 a 150 segundos, também intituladas como "exercícios de resistência anaeróbia" têm como principal fonte de energia o sistema denominado glicólise anaeróbia (McArdle, 1998).

Já as séries repetitivas tiveram como média de duração marcas entre 94 e 101 segundos, com intervalos curtos. Esse tipo de intervalo também é descrito como incompleto, pois não seriam capazes de ressintetizar ATP suficiente para alcançar concentrações semelhantes às encontradas antes do início do exercício. Desta forma, a glicólise anaeróbia passaria a exercer relevante função no que diz respeito ao fornecimento de energia para esse tipo de exercício.

Segundo Williams e Branch (1998), a diminuição do lactato sanguíneo, observada em alguns estudos de suplementação de creatina, pode ser conseqüente de uma necessidade diminuída da glicólise anaeróbia, em função de uma maior concentração de fosfocreatina muscular. Ou seja, maiores estoques de fosfocreatina no meio intramuscular poderiam agir como fator poupador do sistema de energia denominado glicólise anaeróbia.

De acordo com Kirksey et al (1999), altas concentrações de creatina fosfato no músculo aceleram a taxa de produção de ATP através da reação mediada pela enzima creatina quinase, otimizando o sistema ATP-CP. Essa otimização, por sua vez, diminuiria a demanda de ATP originado do sistema glicolítico, diminuindo a produção de ácido láctico no meio intramuscular.

Sabe-se que altas taxas de glicólise levam a um acúmulo de ácido láctico na célula muscular, associado a um aumento da concentração dos íons H^+ (excedendo 300 a 400 mmol/L), reduzindo o pH do meio intracelular a valores inferiores a 6.5. Essa acidez, por sua vez, ocasionaria a inativação de enzimas como a fosfofrutoquinase e a fosforilase, as quais são consideradas críticas para regulação da glicólise e ressíntese de ATP. Desta forma, se desencadearia um dos mecanismos responsáveis pela fadiga periférica, pois, a falta de ATP se torna um fator limitante para a contração muscular (Kowalchuck e Scheuermann, 1995; Horswill, 1995).

Além de prejudicar a ativação de enzimas como as fosforilases e a fosfofrutoquinase, a redução de pH também diminui a capacidade de ligação do cálcio com a troponina, necessária para a formação do complexo actina-miosina no processo de contração muscular (Kowalchuck e Scheuermann, 1995; Horswill, 1995). Portanto, uma demanda diminuída da glicólise anaeróbia, seguida de uma menor formação de ácido láctico, proporcionaria uma menor acidez no meio intramuscular, o que minimizaria os efeitos citados acima, postergando o aparecimento da fadiga periférica.

Williams et al (2000), relatam que, teoricamente, o aumento da concentração muscular de creatina fosfato pode otimizar o desempenho de tarefas de resistência anaeróbia através da redução da dependência da glicólise anaeróbia (com conseqüente diminuição da formação de ácido láctico) e do maior tamponamento da acidez. Essa maior capacidade de tamponamento conferida pela suplementação de creatina seria conseqüência da retirada de íons H^+ do meio intracelular durante a reação mediada pela enzima creatinaquinase, onde a fosfocreatina fornece íons fosfato para o ADP, ressintetizando moléculas de ATP (Figura 4). Ou seja, além de "poupar" a glicólise anaeróbia, diminuindo a formação de ácido láctico, a suplementação de creatina minimizaria os efeitos deletérios do ácido láctico, através da capacidade de tamponamento da creatina, o que resultaria em aumento do desempenho. Desta forma, um possível aumento da capacidade do sistema tampão, ou seja, o aumento da concentração intramuscular de creatina

poderia proteger o organismo contra a acidose metabólica e retardar a fadiga durante exercícios de resistência anaeróbia (Linderman e Gosselink, 1994).

Estima-se que a suplementação aguda de creatina, nas dosagens clássicas (cerca de 20,0 gramas. d^{-1}), provoque um aumento de aproximadamente 7% na capacidade de tamponamento do músculo (Greenhaff et al, 1993).

Diante da hipótese de que, neste estudo, supostamente o grupo suplementado com creatina tenha “poupado” a via glicolítica anaeróbia na prova de 100 metros e na série repetitiva, e aumentado sua capacidade de tamponamento, evitando um maior acúmulo de ácido láctico observado no período pós-suplementação, esperar-se-ia um melhor resultado com relação às marcas obtidas. Porém, como já foi descrito anteriormente, não houve diferenças significativas entre os grupos no que diz respeito a essa variável. Apesar desses resultados sugerirem um efeito poupador da glicólise anaeróbia na prova de 100 metros e na série de 50 metros em função de um maior aporte de creatina intramuscular, novamente constata-se a existência de um fator que impediria um melhor desempenho dos atletas, como por exemplo, o aumento de peso.

C. Avaliação dietética

A ingestão calórica e a distribuição de macronutrientes não apresentaram alterações significativas durante o período de experimento em ambos os grupos, o que indica que a padronização alimentar proposta pelo estudo foi alcançada satisfatoriamente.

Apesar da suplementação de creatina ter sido acompanhada pela suplementação de carboidratos (20g creatina misturados em 80 g de carboidrato / dia), não houve diferenças significativas no que diz respeito à ingestão desse macronutriente entre os períodos pré e pós suplementação.

Acredita-se que não tenha ocorrido um aumento no consumo de carboidratos pelos atletas devido aos horários de suplementação. Ou seja, de acordo com os registros alimentares realizados no período pré suplementação, foi observado o hábito de consumir alimentos ricos em carboidratos logo após o treinamento da tarde, em grande parte dos atletas. Porém, durante o período de

suplementação, os atletas foram orientados a consumir uma dose de creatina com carboidrato nesse mesmo horário. Consequentemente, apesar dos atletas terem sido orientados a não alterar sua dieta durante o experimento, foi observada uma espécie de "substituição" dessa refeição pós-treino pela suplementação em grande parte dos registros alimentares. Portanto, nossos resultados sugerem que a suplementação provocou uma redução na ingestão de carboidratos via alimentação, o que foi responsável pelo equilíbrio do consumo desse macronutriente durante o período de experimento.

D. Composição corporal

Após o período de suplementação, o grupo creatina apresentou um aumento estatisticamente significativo da massa corporal total, da massa magra (BIA e DEXA) e da água corporal (BIA), porém, determinando-se a diferenciação da massa magra através do uso da bioimpedância, pode-se observar que não houve diferenças significativas no que diz respeito à massa óssea e muscular.

Com relação a somatória de dobras cutâneas, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os períodos pré e pós-suplementação em ambos os grupos experimentais. Desta forma, sabendo-se que houve um ganho de peso significativo no grupo creatina, sem que tenha havido um aumento significativo dos valores da somatória das dobras cutâneas neste mesmo grupo, nossos resultados indicam que este aumento de peso se deve a um ganho de massa magra, o que condiz com os resultados observados nos dois outros métodos de avaliação da composição corporal (BIA e DEXA). Consequentemente, ao se aplicar esses valores de somatória das dobras cutâneas, semelhantes nos períodos pré e pós suplementação, à equação de cálculo de porcentagem de gordura corporal proposta por Falkner, obtiveram-se valores também semelhantes, ou seja, sem diferença estatisticamente significativa.

Considerando-se os resultados obtidos através do uso da bioimpedância e da densitometria óssea no grupo creatina, onde se observou aumento significativo de massa magra sem diferença significativa com relação à gordura corporal,

esperava-se uma manutenção da somatória das dobras, acompanhada de uma diminuição da porcentagem de gordura calculada a partir da equação assinalada, uma vez que a porcentagem de massa magra foi aumentada significativamente. Porém, como a equação de Falkner não considera o peso corporal total, e sim os valores absolutos das dobras cutâneas, acredita-se que este método não seja adequado para se detectar variações de massa magra, e mais especificamente, de água corporal. Essa sugestão pode ser reforçada pela hipótese de pesquisadores como Volek et al, (1997^a), Volek et al, (1997b) e Ziegenfuss et al, 1998), que acreditam que o acúmulo hídrico provocado pela suplementação de creatina seja localizado no meio intramuscular.

É importante ressaltar que a ingestão calórica e a distribuição dos macronutrientes do grupo creatina não sofreram alterações significativas no período de suplementação, descartando uma possível influência desse fator sobre o ganho de peso corporal desses atletas.

O ganho de massa corpórea e massa magra tem sido constantemente observado em diversos estudos envolvendo suplementação de creatina (Kreider et al 1999; Francaux e Poortmans 1999; Stone et al 1999; Volek et al, 1999; Rawon et al 1999; Urbanski et al 1999; Oopik et al, 1999). Porém, existe uma controvérsia com relação ao verdadeiro responsável por este aumento da massa magra, uma vez que alguns estudos sugerem a retenção hídrica como responsável por este fenômeno, e outros consideram a hipótese de que o ganho de massa muscular seria o responsável pelo aumento da massa magra.

Acredita-se que tal controvérsia seja resultado de um único fator, ou seja, diferentes durações do período de suplementação, uma vez que os estudos que sugerem um aumento da massa muscular como consequência da suplementação são aqueles que apresentam protocolos de suplementação crônica, ao passo que estudos envolvendo suplementação aguda sugerem a hipótese de retenção hídrica.

O ganho médio de massa corporal freqüentemente observado após a suplementação aguda de creatina é de 0,7 a 2,0 Kg. De acordo com Febraio et al (1995), tem sido demonstrado que o tempo requerido para eliminação da creatina

captada pelo músculo durante a suplementação clássica é de aproximadamente 28 dias. Este período não seria suficiente para provocar aumentos significativos de massa muscular, considerando-se que o processo de hipertrofia seja relativamente lento.

O presente estudo demonstra que a suplementação aguda de creatina provoca um aumento da água corporal, sem aumentar a massa muscular, reforçando a hipótese da retenção hídrica.

Diversos autores sugerem que o aumento do conteúdo intramuscular de creatina, um composto osmoticamente ativo, possa induzir um influxo de água para o meio intracelular, aumentar a água neste meio, e consequentemente, aumentar a massa corporal (Volek et al, 1997a; Volek et al, 1997b; Ziegenfuss et al, 1998).

É importante ressaltar que a hidratação celular tem demonstrado desempenhar relevante papel no balanço nitrogenado (Parise et al, 2001), devendo modular a síntese protéica em alguns tecidos (Millar et al, 1997).

Berneis et al (1999) submeteram indivíduos do sexo masculino à uma infusão de solução hipoosmolar, induzindo-os a uma maior hidratação celular. Como consequência, foram observadas reduções significativas no fluxo e oxidação de leucina. Em 2001, Parise et al submeteram indivíduos jovens, de ambos os sexos, à suplementação aguda de creatina e observaram resultados semelhantes aos de Berneis (1999), reduzindo a taxa de oxidação de leucina na mesma magnitude. Os autores consideram que a similaridade das alterações da cinética do metabolismo da leucina observadas nesses dois estudos sugira que a creatina atenua o balanço hídrico celular e reduza a proteólise. Portanto, em longo prazo, o aumento da hidratação celular poderia estimular a síntese ou diminuir a degradação protéica, possivelmente aumentando a massa muscular (Clark, 1997; Volek e Kraemer, 1996; Volek et al 1997 a; Volek et al, 1997b; Berneis et al, 1999).

Desta forma, sugere-se que, se a maior hidratação observada neste estudo pudesse ser mantida através da continuidade da suplementação, em menores

doses, poder-se-ia observar alterações de massa muscular a longo prazo. Porém, é apenas uma hipótese a ser avaliada em novos estudos.

7. Considerações finais

Considerando-se a hipótese de que o rápido ganho de peso observado neste estudo tenha sido o responsável pela falha em se obter melhores marcas nas provas, considera-se que uma modificação no esquema de suplementação de creatina para nadadores poderia representar uma possível solução. Ou seja, se a sobrecarga de creatina provoca um ganho de peso corporal abrupto, talvez uma suplementação com doses menores por períodos mais prolongados pudesse provocar aumentos gradativos nos estoques intramusculares de creatina, e consequentemente, alterações de massa corporal também gradativas, o que proporcionaria ao nadador condições mais adequadas de adaptação ao novo peso corpóreo e menor perda de hidrodinâmica.

Desta forma, mais estudos devem ser realizados com o objetivo de se avaliar a relação entre ganho de peso e desempenho de nadadores submetidos a esse tipo de suplementação.

8. Conclusões

Os resultados obtidos nesse estudo demonstraram que, em nossas condições experimentais:

✓ A suplementação aguda de creatina, mantida por 8 dias, não foi capaz de otimizar o desempenho dos nadadores competitivos em prova de curta duração e alta intensidade;

✓ Essa mesma suplementação não foi eficiente em melhorar o desempenho dos atletas frente a prova de resistência anaeróbia;

✓ O esquema de suplementação proposto não provocou aumento de desempenho dos nadadores nos exercícios intermitentes;

✓ A suplementação aguda de creatina foi capaz de provocar um aumento do volume total de água corpórea, causando conseqüentes aumentos da massa magra e do peso corporal total, sem, entretanto, causar diferenças na massa muscular dos nadadores.

9. Referências Bibliográficas

- AASERUD, P; GRAMVIK P; OLSEN, SR; JENSEN, J. "Creatine supplementation delays onset of fatigue during repeated bouts of sprint running." *Scand J Med Sci Sports*; v.8: p.247-251, 1998.
- ALMADA A; MITCHELL, T; EARNEST, C. " Impact of chronic creatine supplementation on serum enzyme concentrations." *FASEB J*; v.10, p. A791, 1996.
- ALMADA, A. Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. *Int J Sport Nutr*; v.7, p.330-346, 1997.
- BALSOM, PD.; EKBLOM B; SODERLUND K; SJODIN B; HULTMAN E; "Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise." *Scand J Med Sci Sports*; v.3, p.143-149, 1993.
- BALSOM, PD.; SODERLUND K; SJODIN B; HULTMAN E. "Skeletal muscle metabolism during short duration high intensity exercise: influence of creatine supplementation". *Acta Physiol Scand*, v.154, p.303-310, 1994.
- BALSOM, PD. SODERLUND,K; EKBLOM,B "Creatine in humans with special reference to creatine supplementation" *Sports Med*; v.18, p.268-280, 1994.
- BARBANTI, V. Teoria e prática do treinamento desportivo. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.
- BECQUE. MD; LOCHMAN, JD; MELROSE, DR. "Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition". *Med Sci Sports*; v.32, p.654-58, 2000.
- BERNEIS, k; NINNIS, R; HAUSSINGER, D; KELLER, U. "Effects of hyper and hypoosmolality on whole body protein and glucose kinetics in humans. *Am J Physiol*, v.276, p.E188-195, 1999.
- BEYER, C; HOENDERERDOS, A; MAIUHURU, WM. Evaluative and comparative study of an enzymatic method using creatine kinase for determination of urinary creatine. *Clin Chim Acta*, v.136, p.263-270, 1984.
- BORGSMANN, A. " Effect of oral creatine supplementation on muscle (PCr) and short-term maximum power output." *Med. Sci. Sports Exerc*; v.29, p.216-219, 1997.
- BOSCO, C; TRANQUILLI, C; TIHANYI, J; COLLI, R; D'ÓTAVIO; VIRU, A. "Influence of oral supplementation with creatine monohydrate on physical capacity evaluated in laboratory and field tests". *Medicina-dello-sport*; v.48, p.391-397, 1995.
- BRANNON, TA; ADAMS, GR; CONNIFF, CL; BALDWIN, KM. " Effects of creatine loading and training on running performance and biochemical properties of rat skeletal muscle . *Med. Sci. Sports Exerc*; v.29, p.489-495, 1997.

BURKE, L; PYNE, LD; TELFORD, R. Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers. *Int J Sport Nutr*; v.6, p.222-233, 1996.

CASEY, A; CONSTANTIN-TEODOSIU; HOWELL, S; HULTMAN, E; GREENHAFF, PL. "Creatine ingestion favorably effects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am J Physiol*; v.271, p.E31-E37, 1996.

CHATARD, J; LAVOIRE, C; LACOUR, JR. Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *Eur J Appl Physiol*, v.61, p.88-92, 1990.

CLARK, JF. "Creatine and phosphocreatine: a review of their use in exercise and sport." *J Athletic Training*; v.32, p.45-51, 1997.

COOKE, WH; BARNES, WS; "The influence of recovery duration on high-intensity exercise performance after oral creatine supplementation". *Can J Physiol*, v.22, p.454-467, 1997.

DAWSON, B; CUTLER, M; MOODY, A; LAWRENCE, S; GOODMAN, C; RANDALL, N. Effects of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. *Aust J Sci Med Sport*, v.27, p.56-61, 1995.

DEMANT, TW; RHODES, EC; Effects of creatine supplementation on exercise performance. *Sports Med*; v.28, p.49-60, 1999.

DEUTEKOM, M; BELTMAN, JG; RUITER, CJ; KONING, JJ; HAAN, A. "No acute effects of short term creatine supplementation on muscle properties and sprint performance". *Eur J Appl Physiol*; v.82, p.223-29, 2000.

EARNEST, CP; ALMADA, AL; MITCHELL, TL "Influence of chronic creatine supplementation on hepatorenal function." *FASEB J*; v.10, p.A790, 1996.

EARNEST, CP; ALMADA, A.L; MITCHELL, T.L. "Effects of creatine monohydrate ingestion on intermediate duration anaerobic treadmill running to exhaustion." *J Streng Cond Res*; v.11, p.234-238, 1997.

EDWARDS, M; RHODES, E; McKENZIE, D; BELCASTRO, A. The effect of creatine supplementation on anaerobic performance in moderately men. *J Strength Cond Res*; v.14, p.75-79, 2000.

ENGELHARDT, M; NEUMANN G; BERBALK A; REUTER I. "Creatine supplementation in endurance sports". *Med. Sci. Sports Exercise*; v.30, p.1123-1129, 1998.

FEBBRAIO, M. A.; FLANAGAN, T. R.; SNOW, R.; ZHAO, S; CAREY, MF. "Effect of creatine supplementation on intramuscular TCr, metabolism, and performance during intermittent supramaximal exercise in humans. *Acta Physiol Scand*; v.155, p.387-395, 1995.

FELDMAN, E. B. "Creatine: a dietary supplement and ergogenic aid." *Nutr Rev*; v.57, p.45-50, 1999.

FLISINSKA BOJANOWSKA, A. " Effects of oral creatine administration on skeletal muscle protein and creatine levels." *Biol Sport*; v.13, p.39-46, 1996.

FORSBERG, AM; NILSSON, E; WERNEMAN, J; BERGSTROM, J; HULTMAN,E. Muscle composition in relation to age and sex. *Clin Sci*; v.81, p.249-256, 1991.

FRANCAUX, M; DEMEURE, R; GOUDEMANT, JF; POORTMANS, JR. Effect of exogenous creatine supplementation on muscle PCr metabolism. *Int J Sports Med*; v.21, p.139-45, 2000.

FRY, D. M.; MORALES, M. " A reexamination of the effects of creatine on muscle protein synthesis in tissue culture. *Acta Physiol Scand*; v.153, p.207-209, 1995.

GODLY, A; YATES, JW. Effects of creatine supplementation on endurance cyclin combined with short, high-intensity bouts. *Med Sci Sport Exerc*, v.29, p.s251, 1997.

GREEN, AL, SIMPSON, E.; LITTLEWOOD, J.; MacDONALD, I.; GREENHAFF, P.L. "Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in man. *Am J Physiol*; v.271, p.E821-E826, 1996.

GREENHAFF, PL; CASEY, A; SHORT, RC; HARRIS, K; SODERLUND K; HULTMAN,E. Influence of oral creatine supplementation on muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin Sci*, v.84, p.565-71, 1993.

GREENHAF, PL.; BODIN K.; SODERLUND K; HULTMAN. " Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis." *Am J Physiol*; v.266, p.E725-30, 1994.

GREENHAF, PL; "Creatine and Its application as an ergogenic aid." *Int J Sports Nut*; v.5, p.S101-S110, 1995.

GREENHAFF, PL. Creatine supplementation: recent developments. *Br J Sports Med*; v.30, p.276-281, 1996.

GREENHAFF, PL. The nutritional biochemistry of creatine. *Nut Biochem*; v.8, p.610-618, 1997.

GREENHAFF, PL; CASEY, A; HULTMAN,E. The effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle ATP degradation during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *J Physiol*, v.476, p.84, 1994.

GRINDSTAFF, PD; KREIDER, R; BISHOP, R; WILSON M; WOOD; ALEXANDER, C; ALMADA,A. Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. *Int J Sport Nutr*; v.7, p.330-346, 1997.

GUYTON, A. "Tratado de Fisiologia Médica". Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1992, p.740-770.

HAFF, GG; KIRKSEY, B; STONE, M; PROULX, C. The effect of creatine monohydrate supplementation on dynamic rate of force development. *J Strength Cond Res*; v.14, p.426-33, 2000.

HARRIS, RC; SODERLUND, K.; HULTMAN,E. "Elevation of creatine in resting and excised muscle of normal subjects by creatine supplementation." Clin Sci; v.83, p.367-374, 1992.

HORSWILL, CA. Effects of bicarbonate, citrate and phosphate loading on performance. Int J Sports Nutr, v.5 (suppl), S111-119, 1995.

HULTMAN, E; SODERLUND, K; TIMMONS, J; CEDERBLAD, G; GREENHAF, P.L. "Muscle creatine loading in men". J Appl Physiol; v.81, p.232-237, 1996.

JACOBS,I; BLEUE,S; GOODMAN, J. " Creatine ingestion increases anaerobic capacity and maximum accumulated oxygen deficit." Can J Appl Physiol; v.22, p.231-243, 1997.

KAPLAN, L.A; PESCE, A.J. Clinical chemistry – theory, analysis and correlation. The C.V Mosby Company, 2^a ed, 1989.

KIRSEY, K; WARREN, BJ; STONE, MH; JOHNSON, RL. The effects of six weeks of creatine monohydrate supplementation in male and female track athletes. Med Sci sports Exerc, v.29, p.S145, 1997.

KOWALCHUCK, JM & SCHEUERMANN, B.W. Acid-base balance: origin of plasma [H⁺] during exercise. Can J Appl Physiol, v.20, p.341-356, 1995.

KREIS, R; KAMBER, M; KOSTER, M; FELBLINGER, J; SLOTBOOM, J; HOPPELER, H; BOESCH, C. Creatine supplementation – Part II: in vivo magnetic resonance spectroscopy. Med Sci Sport Exerc, v.31, p.1770-1777, 1999.

KREIDER, R; RANSON, J; RASMUNSEN, C; HUNT; MELTON, C; STROUD, T; CANTLER, E; MILNOR, P. Creatine supplementation during pre-season football training does not affect markers of renal function. FASEB J, (Suppl) Part I, A543, 1999.

LEENDERS, N; SHERMAN, M; LAMB, D; NELSON, T. Creatine supplementation and swimming performance. Int J Sport Nutr; v.9, p.251-262, 1999.

LINDERMAN J.K & GOSSELINK, K.L. The effects of sodium bicarbonate ingestion on exercise performance. Sports Med, v.18, p. 75-80, 1994.

MAGANARIS, CN; MAUGHAN, RJ. Creatine supplementation enhances maximum voluntary isometric force and endurance capacity in resistance trained man. Acta Physiol Scand; v.163, p.279-287, 1998.

MAUGHAN, R.J. "Creatine Supplementation and Exercise Performance". Int. J. Sports Nutr; v.5, p.94-101, 1995.

MAUGHAN, RJ. Nutritional ergogenic aids and exercise performance. Nut Res Rev; v.12, p.255-280, 1999.

McARDLE; KATCH; KATCH. "Exercise physiology". Lea & Febiger, 1998, p.345-370.

MENDES, M; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre exercício físico, creatina e nutrição. Rev Bra Cien Farm; v.35, p.195-209, 1999.

MENDES, M; GOMES, MR; ROSSI, L; TIRAPEGUI, J. Suplementos ergogênicos e atividade física. In: Nutrição: Fundamentos e aspectos atuais. Julio Tirapegui ed, São Paulo, Ed Atheneu, p.161-178, 2000.

MIHIC, S; MacDONALD, J; McKENZIE, S; TARNOPOLSKY, M. Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatinina or CK activity in men and women. Med Sci Sports Exerc; v.32, p. 291-96, 2000.

MILLAR, ID; BARBER, MC; LOMAX, MA; TRAVERS, MT; SHENNAN. Mammary protein synthesis is acutely regulated by cellular hydration state. Biochem Biophys Res Commun, v.230, p.351-355, 1997.

MILLER, O. Laboratório para o clínico, São Paulo, 1989.

MUJIK, I.; CHATARD J.C.; LACOSTE, L; BARALE,F; GEYSSANT,A. "Creatine supplementation does not improve sprint performance in competitive swimmers." Med. Sci. Sports Exercise; v.28: p.1435-1440, 1996.

MUJIK,I; PADILLA,S. "Creatine supplementation as an ergogenic aid for sports performance in highly trained athletes: A critical review". Int. J. Sports Nutr; v.18, p.491-496, 1997.

MUJIK,I; PADILLA, S; IBANEZ, J; IZQUIERDO, M; GOROSTIAGA, E. "Creatine supplementation and sprint performance in soccer players". Med Sci Sports Med; v.32, p.518-25, 2000.

ODLAND,L.M; MACDOUGALL,J.D; TARNOPOLSKY,M.A; ELORRIAGA,A; "Effect of oral creatine supplementation on muscle (PCr) and short-term maximum power output". Med Sci Sports Exerc; v.29, p.216-19, 1997.

ODOOM, J E. et al "The regulation of total content in a myoblast cell line. Mol Cell Biochem; v.158, p.179-188, 1996.

ONTIVEROS, M L.; WALLIMANN, T. "Creatine supplementation in health and disease. Effects of chronic creatine ingestion in vivo: Down-regulation of the expression of creatine transporter isoforms in skeletal muscle." Mol Cell Biochem; v.184, p.427-437, 1998.

PARISE, G; MIHIC, S; MacLENNAN, D; YARASHESKI, KE; TARNOPOLSKY, MA. Effects of acute creatine monohydrate supplementation on leucine kinetics and mixed-muscle protein synthesis. J Appl Physiol, v.91: p.1041-1047, 2001.

PEYREBRUNE, MC; NEVILL, ME; DONALDSON, FJ; COSFORD, DJ. "The effects of oral creatine supplementation on performance in single and repeated sprint swimming." J. Sports Sci; v.16, p.271-279, 1998.

PHILIPP ST, LATTERZA AR, CRUZ ATR, RIBEIRO LC. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. Rev Nutr, v.12, p.56-71, 1999.

POORTMANS, J.R; FRANCAUX, W. Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction? *Sports Med*, v.30, p.155-70, 2000.

PREVOST, M.C; NELSON, A.G; MORRIS,G.S . "Creatine supplementation enhances intermittent work performance." *Res Quart Exerc Sport*; v.68, p.233-240, 1997.

PRITCHARD, N R, KAIRA, P A "Renal dysfunction accompanying oral creatine supplements." *The Lancet*; v.351, p.1252-1253, 1998.

RADDA, GK. Effects of creatine on aerobic and anaerobic metabolism in skeletal muscle in swimmers. *Br J Sports Med*, v.30, p.222-225, 1996.

RATLIF; HALL. *Selected method for small clinical chemistry laboratory*, 1982, v.9, p.85.

ROSSOUW, F; KRUGER, PE; ROSSOUW, j. The effect of creatine monohydrate loading on maximal intermittent exercise and sport specific strength in well trained power lifters. *Nutr Res*; v.20, p.505-14, 2000.

RUSSEL, L.B. "Interstitial Nephritis in a Patient Taking Creatine." *New Engl J Med*; v.340: p. 14-815, 1999.

SANZ-RICO; MARCO, MTM. Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc*; v.32, p.379-85, 2000.

SMITH, AS; MONTAIN, SJ; MATTOT, RP; ZIENTARA, GP; JOLESZ, FA; FIELDING, RA. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *J Appl Physiol*; v.85, p.1349-1356, 1998.

SMITH, JC; STHEPHENS, DP; HALL, EL; JACKSON, AW; EARNEST, CP. Effect of oral creatine ingestion on parameters of the work rate-time relationship and time to exhaustion in high-intensity cyclin. *Eur J Appl Physiol*; v.77, p.300-365, 1998.

SMITH, AS; MONTAIN, SJ; MATTOT, RP. Creatine supplementation on parameters of the work rate-time relationship and time to exaustation in high intensity cyclin. *Eur J Appl Physiol*, v.77, p.300-365, 1999.

SNOW, RJ; McKENNA, MJ; SELIG, SE; KEMP, J; STATHIS, CG; ZHAO. S. Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. *J Appl Physiol*; v.84, p.1667-1673, 1998.

STATON, R; ABT, G. Creatine monohydrate among elite Australian power lifters. *J Strength Cond Res*; v.14, p. 322-327, 2000.

STEENGE, G.R; LAMBOURNE, J; CASEY, A; MACDONALD, I.A; GREENHAFF, P.L. Stimulatory effect of insulin on creatine accumulation in human skeletal muscle. *Am J Physiol*, v.275, p.E974-979, 1998.

STOUT, J; ECKERSON, J; NOONAN, D; MOORE, G; CULLEN,D. Effect of 8 weeks os creatine supplementation on exercise performance and fat free weight in football players during training. *Nut Res*; v.19, p.217-225, 1999.

TERJUNG, RL; CLARKSON; EICHNER, ER; GREENHAFF, PL; HESPEL, PJ; ISRAEL, RG; KRAEMER, WJ; MEYER, RA; SPRIET, LL; TARNOPOLSKY, MA; WAGENMAKERS, AJ; WILLIAMS, MH. The American college of sports medicine roundtable on the physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc*; v. 32, p.706-17, 2000.

THEODOROU, A; COOKE, B; KING, FGK; DENINSON, T; WAINWRIGHT, B; HAVENETIDIS, K. the effect of longer-term creatine supplementation on elite swimming performance after an acute creatine loading. *J Sports Sci*, v.17, p.853-59, 1999.

THOMPSON, CH; KEMP, GJ; SANDERSON, AL; DIXON, RM; STYLES, P; TAYLOR, DJ; RADDA, GK. Effect of creatine on aerobic and anaerobic metabolism in skeletal muscle in swimmers. *Br J Sports Med*; v.30, p.222-225, 1996.

VANDERBERGHE, K; GORIS,M; VAN-HECKE,P; VAN-LEEMPUTTE,M; VANGERVERN,L; HESPEL,P. "Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training ." *J. Appl. Physiol*; v.83, p.2055-2063, 1997.

VANDERBERGHE, K; VAN HECKE, P; LEEMPUTTE, M.V; VANTAPEL, F.; HESPEL, P. Phosphocreatine resynthesis is not affected by creatine loading. *Med Sci Sport Exerc*; v.31, p.236-242, 1999.

VOLEK, J. S; KRAEMER, W .J; BUSH, J.A; BOETES,M; INCLEDON,T; CLARK,K. L; LYNCH,J.M " Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise." *J. Am. Dietetic Assoc*; v.97, p.765-770, 1997.

VOLEK, J.S; BOETES, M; BUSH, JA; PUTUKIAN, M; SEBASTIANELLI, WJ; KRAEMER, WJ. Response of testosterone and cortisol concentrations to high-intensity resistance exercise following creatine supplementation. *J Strength and Conditioning Res*, v.11, p.182-187, 1997a.

VOLEK, JS; KRAEMER, WJ; BOETES, M; BUSH, JA; CLARK, K; LYNCH, JM. Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Am Diet Assoc*, 97:765-70, 1997b.

WILLIAMS M. H, BRANCH JD." Creatine supplementation and exercise performance : an update." *J Am Coll Nutr*; v.17, p.216-34, 1998.

WILLIAMS, M. H " Ergogenic and ergolitic substances. *Med Sci Sports Exerc*; v.24, p.S 344 - S 348, 1992.

WILLIAMS, M. H "Nutritional ergogenics in athletics." *J. Sports Sci*; v.13 (Special Issue): p.S63-S74, 1995.

WILLIAMS M. H; KREIDER, R; BRANCH JD."Creatina". São Paulo, Ed Manole ,p.13-28, 2000.

ZIEGENFUSS, T.N; LOWERY, LM; LEMON, P. Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. J Exerc Physiol, v.1, p.1-9, 1998.

10. Anexos

Anexo 1. QUESTIONÁRIO PARA INTERESSADOS EM PARTICIPAR DA PESQUISA “Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho esportivo e a composição corporal de nadadores competitivos”.

Anexo 2. Informações direcionadas ao treinador, aos atletas e seus responsáveis.

Anexo 3. Registro das explicações do pesquisador ao sujeito da pesquisa ou seu representante legal, consignando:

Anexo 4. Termo de Consentimento.

Anexo 5. Material informativo sobre Grupos Alimentares.

Anexo 6. Cartilha diária oferecida aos atletas.

Anexo 7. Quadro para registro alimentar.

Anexo 1. QUESTIONÁRIO PARA INTERESSADOS EM PARTICIPAR DA PESQUISA “Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho esportivo e a composição corporal de nadadores competitivos”.

1. Nome: _____
2. Data de nascimento: __/__/____
3. Telefone: _____ 4. E-mail: _____
5. Peso atual: _____
6. Altura atual: _____
7. Horário de treinamento: _____
8. Existe alguma alteração do seu horário de treinamento em algum dia da semana? () Não () Sim. Por que? _____
9. Há quanto tempo treina natação com objetivo de competição?

10. Pratica outra modalidade esportiva além da natação? () Não () Sim.
Qual? Em que horário? _____
11. Você já tomou ou toma algum suplemento nutricional? () Não () Sim.
Qual? Quando? Quem prescreveu? _____
12. Costuma ingerir carnes (branca, vermelha, etc) frequentemente ou possui restrições, do tipo hábito vegetariano, ovolactovegetariano, naturalista, etc? _____
13. Costuma ingerir café diariamente? Qual a quantidade? _____
14. Você está fazendo uso de algum medicamento atualmente? () Não () Sim
Qual? Quem prescreveu? _____
15. Você tem ou já teve alguma alteração renal ou hepática? _____

16. Existe ou existiu alguém em sua família com doenças como hipertensão, diabetes, problemas cardíacos, renais ou hepáticos?

Renata Rebello Mendes
Nutricionista – CRN 8647

Anexo 2. Informações direcionadas ao treinador, aos atletas e seus responsáveis.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
EXPERIMENTAL
Laboratório Bioquímica da Nutrição
Av. Prof. Lineu Prestes, 580 - Bloco 14 - Cidade
Universitária
05508-900 - São Paulo - SP
Fone (011) 818.3309 - Fax 815.4410
e-mail: tirapegu@usp.br / remendes@usp.br

Projeto para dissertação de Tese de Mestrado:

“Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho esportivo e composição corporal de nadadores competitivos.”

Renata Rebello Mendes – Laboratório de Nutrição/FCF/Universidade de São Paulo (USP)

A realização deste projeto é segura? Sim. Este projeto foi avaliado e aprovado por dois dos maiores e mais responsáveis órgãos de pesquisa do país: a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) e o Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP.

Definição de creatina: é um composto naturalmente encontrado nas carnes, seja de peixe, bovina, suína, etc; depois de consumido, este composto é levado até a corrente sanguínea e através da circulação, é absorvido pelo músculo. Nas células musculares, é responsável pelo armazenamento da energia utilizada em atividades físicas de curta duração e alta intensidade.

Por que consumir suplementos de creatina? Porque estudos realizados em laboratórios do mundo todo indicam que apenas a quantidade ingerida através das carnes não seria capaz de melhorar o desempenho de exercícios físicos. Para que

algum efeito benéfico fosse observado seria necessário que se ingerisse no mínimo 10 Kg de carne por dia, o que seria impossível e prejudicial à saúde devido aos outros componentes da carne.

Os efeitos benéficos da creatina já estão comprovados? Depende. Quando se suplementa indivíduos sedentários ou pouco treinados, o benefício é bastante frequente. Em contrapartida, quando se tratam de atletas, alguns apresentam bons resultados, outros permanecem no mesmo ponto de partida. É por isso que existe a proposta deste projeto, que tem como objetivo verificar se entre nadadores competitivos e bem treinados este efeito existe ou não.

Existem efeitos colaterais? Há mais de 20 anos vem se estudando os efeitos da creatina no mundo todo. Nenhum desses estudos científicos conseguiu demonstrar a existência de efeitos colaterais em função da ingestão de creatina, na dose em que iremos utilizar (20.0 gramas/dia durante 8 dias).

A creatina engorda? Não. Inicialmente, devemos entender a diferença entre engordar e aumentar de peso. Engordar significa aumentar a % de gordura corporal. Ganhar peso significa ficar mais pesado, seja em função de um aumento de massa gordurosa ou em função de um ganho de massa muscular. A creatina pode provocar um aumento de peso. Quando isso acontece, já está claro que não é um ganho de gordura, e sim um ganho de massa magra. No nosso projeto, iremos avaliar detalhadamente a composição corporal de cada atleta, para observar se esse ganho de músculo e força realmente existe.

Quais as vantagens dos nadadores em se submeter a este tipo de suplementação?

Além da vantagem científica, através da qual os atletas saberão se a creatina tem efeitos sobre seu desempenho, existem as vantagens práticas:

1. Avaliação gratuita dos seguintes parâmetros:

- A. Composição corporal: Os atletas serão avaliados pelo método mais completo de avaliação corporal: associação entre peso, altura, exames de bioimpedância e densitometria óssea.
 - B. Desempenho e condicionamento físico: Os atletas realizarão exames de ácido láctico, entre outros, com a finalidade de se avaliar seu desempenho antes e após a suplementação.
 - C. Alimentação: Através de recordatórios alimentares (descrição do que se come durante 24 horas), o consumo alimentar de cada atleta poderá ser avaliado e, posteriormente, corrigido.
2. Suplementação de creatina: a suplementação, assim como os outros fatores citados acima, também será gratuita.

Quais são as desvantagens do atleta?

Para que todas as análises sejam realizadas, os atletas terão que se submeter a alguns procedimentos como:

- A. Coletas de sangue para os testes de lactato, através da orelha, e para as outras análises (taxas de creatina, amônia e creatinina no sangue), no antebraço. O volume sanguíneo colhido será o mínimo necessário.
- B. Em dois dias do experimento, os atletas terão de colher, em recipientes cedidos pelo nosso laboratório, toda a urina excretada durante as 24 horas.

Quem será responsável pelas coletas de sangue?

Para tanto, serão levados até o local de coleta indivíduos treinados e especializados nesta tarefa (enfermeiros).

Anexo 3. Registro das explicações do pesquisador ao sujeito da pesquisa ou seu representante legal, consignando:

1. Justificativa: O uso da suplementação de creatina entre atletas vem crescendo de maneira acentuada nos últimos 5 anos, devido à hipótese de que tal substância exerça importante função na regulação da contração muscular. Os efeitos deste tipo de suplementação sobre indivíduos sedentários, ou seja, não treinados, que praticam atividades de curta duração e alta intensidade têm se demonstrado bastante favoráveis. Porém, entre atletas, os efeitos ainda permanecem controversos. Apesar de não apresentar nenhum efeito colateral comprovado. É importante que se determine a existência de efeitos benéficos da suplementação de creatina sobre a performance de indivíduos treinados ou não. Desta forma, poder-se-ia realizar uma orientação nutricional mais específica para tais indivíduos.

2. Objetivos: Avaliar os efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho esportivo e a composição corporal de nadadores competitivos.

3. Avaliações a serem realizadas :

3.1.Composição corporal:

Peso, altura, dobras cutâneas, bioimpedância e densitometria óssea.

3.1.Bioquímica

Coletas de sangue e urina, para determinação dos seguintes parâmetros bioquímicos:

- **Nível de creatina na urina;**
- **Nível de creatinina no sangue e na urina;**
- **Acúmulo de lactato durante os testes na piscina;**
- **Acúmulo de amônia durante os testes na piscina;**

4. Desconfortos e riscos esperados : a pesquisa não oferece riscos. Os desconfortos esperados serão passíveis de ocorrer dor na coleta de sangue e sensação de leve beliscão na mensuração de dobras cutâneas.

5. Benefícios que poderão ser obtidos :

5.1. Avaliação gratuita dos seguintes parâmetros:

- D. Composição corporal: Os atletas serão avaliados pelo método mais completo de avaliação corporal: associação entre peso, altura, exames de bioimpedância e densitometria óssea.
- E. Desempenho e condicionamento físico: Os atletas realizarão exames de ácido láctico, entre outros, com a finalidade de se avaliar seu desempenho antes e após a suplementação.
- F. Alimentação: Através de recordatórios alimentares (descrição do que se come durante 24 horas), o consumo alimentar de cada atleta poderá ser avaliado e, posteriormente, corrigido.

5.2. Suplementação de creatina: a suplementação, assim como os outros fatores citados acima, também será gratuita.

Anexo 4. Termo de Consentimento.

Universidade de São Paulo
Faculdade de Ciências Farmacêuticas

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU LEGAL RESPONSÁVEL

1. Nome do Paciente:

.....

Documento de Identidade Nº : Sexo: ()M ()F

Data de Nascimento:...../...../.....

Endereço:.....Nº:.....Apto:.....

Bairro:.....Cidade:.....

CEP:.....Telefone:.....

2. Responsável Legal:.....

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.):.....

Documento de Identidade Nº:.....Sexo: ()M ()F

Data de Nascimento:...../...../.....

Endereço:.....Nº:.....Apto:.....

Bairro:.....Cidade:.....CEP:.....Tel:.....

II – DADOS SOBRE A PESQUISA

1. Título do Protocolo de Pesquisa: "Efeitos da creatina sobre o desempenho e a composição corporal de nadadores competitivos".

2.

2. Pesquisador: Renata Rebello Mendes

Cargo/Função: Nutricionista.

Inscrição Conselho Regional No 8647

Departamento da FCF/USP: Alimentos e Nutrição Experimental.

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA

Sem Risco (x) Risco Mínimo () Risco Médio ()
Risco Baixo () Risco Maior ()

(Probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo. Nos projetos com coleta de sangue, incluir detalhadamente, como observação as possíveis reações decorrentes desse procedimento.)

Duração da Pesquisa: Fevereiro de 2000 a Dezembro de 2001.

**ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO
SUJEITO DA PESQUISA**

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.
2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.
3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.
4. Da indenização por parte do Patrocinador por eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa.

CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

São Paulo, _____ de _____ de _____.

Assinatura do sujeito de pesquisa
ou responsável legal

Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

**INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO TERMO DE CONSENTIMENTO
PÓS-INFORMAÇÃO**

1. Este termo conterá o registro das informações que o pesquisador fornecerá ao sujeito da pesquisa, em linguagem clara e acessível, evitando-se vocábulos técnicos não compatíveis com o grau de conhecimento do interlocutor.
2. A avaliação do grau de risco deve ser minuciosa, levando em conta qualquer possibilidade de intervenção e de dano à integridade física do sujeito da pesquisa.
3. O formulário poderá ser em letra de forma legível, datilografia ou meios eletrônicos.
4. A vida do Termo de Consentimento Pós-Informação submetida à análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-FCF) deverá ser idêntica aquela que será fornecida ao sujeito da pesquisa.

Anexo 5. Material informativo sobre grupo dos alimentos.

Legenda: (naturalmente presente ou adicionada)
 Gordura
 Açúcar

Orientação Nutricional

Grupos Alimentares - Pirâmide Alimentar

Alimentos Energéticos: como já indica o nome, são os alimentos responsáveis pelo fornecimento de energia para o trabalho orgânico, ou seja, energia para a realização das atividades diárias de um indivíduo. São eles :

- * Cereais : Arroz (integral ou polido), milho, aveia, "sucrilhos", Nutry[®], etc.
- * Tubérculos : Batata, mandioca, batata doce, etc.
- * Farinhas e derivados : Pães, bolos, massas (macarrão, lasanha, nhoque), farofas, etc.
- * Margarinas, manteigas, azeitonas, etc.

Alimentos reguladores: são responsáveis pela regulação das reações químicas que ocorrem no nosso organismo; é como se fossem "sinalizadores" de trânsito. Sem eles, as reações importantes deixam de ser realizadas, ou ocorrem de forma desordenada. Além disso, são os únicos alimentos capazes de fornecer um tipo de substância denominada "fibra alimentar", responsável pelo bom funcionamento intestinal, pela manutenção do colesterol sanguíneo e até pela manutenção ou redução do peso corpóreo. São eles:

- * Verduras : alface, agrião, repolho, rúcula, brócoli, couve, espinafre, acelga....
- * Legumes : cenoura, beterraba, berinjela, tomate, abóbora, abobrinha...
- * Frutas : mamão, banana, maçã, ameixa, pêra, abacaxi, melancia, jabuticaba, melão, laranja, limão, acerola, tangerina, maracujá, goiaba,

Alimentos construtores: são responsáveis pela "construção" das estruturas do nosso corpo, como por exemplo, tecido muscular, cabelo, pele, além da regeneração de tecidos lesados, como ferimentos na pele, lesões musculares ou tendões, etc. Os alimentos do quadro n.4, além de realizarem todas essas funções, também fornecem grandes quantidades de ferro, o que é importantíssimo na prevenção de anemias. Já os do quadro n.2, são ricos em cálcio, que exercem importante papel na manutenção dos ossos e dentes. São eles:

- * Carnes : Carne de vaca, frango, peixe e porco.
- * Leite e derivados, como, queijos, iogurtes, coalhadas, etc.
- * Ovos e derivados.
- * Leguminosas : Feijão, lentilha, grão de bico, etc.

Alimentos energéticos extras: são aqueles alimentos que não oferecem praticamente nenhum nutriente essencial, apenas fornecendo calorias em excesso. A ingestão exagerada destes tipos de alimentos pode acarretar um ganho de peso indesejável, sem que a saúde do indivíduo seja garantida. Por isso é que se posiciona na ponta da pirâmide, o que significa que quanto menos, melhor. São eles :

- * Confeitos doces, como : balas, chicletes, tortas com chantilly, suspiro, etc.
- * Chocolates, amendoins, salgadinhos de saquinho (batatinha, Fandangos®, etc.), frituras (coxinha, risoles, etc...).
- * Refrigerantes.

Atenção : Para se obter uma dieta equilibrada, deve-se ingerir no mínimo um alimento de cada grupo nas grandes refeições, com exceção do Grupo dos Energéticos Extras, que devem ser evitados.

Renata Rebello Mendes
Nutricionista - CRN 8647

Anexo 6. Cartilha diária oferecida aos atletas.

Dia 11/09/2000

- * Recordatório alimentar de 24 horas:

Dia 12/09/2000

- * Coleta de urina de 24 horas :

Coletar toda a urina, desde o momento que acordar até a hora de dormir.

Armazenar, aos poucos, nos potinhos que serão distribuídos. No final do dia, reuna o volume dos potinhos na garrafa maior, que será distribuída também.

- * Coleta de sangue na piscina: 8:30.

Dia 13/09/2000

- * Densitometria óssea para metade do grupo:

Local: Laboratório Delboni - Av. Ricardo Jaffet, nº 1500. (Altura Pão de Açúcar).

Encontro: Piscina de São Caetano.

- * Treinamento: 10:00

Dia 14/09/2000

- * Densitometria óssea para o restante.

- * Medidas de peso, altura, dobras cutâneas e bioimpedância.

Local: Piscina de São Caetano.

Horário: 9:30 AM.

Duração: 30 minutos.

- * Treinamento: 10:00

Obs: Os atletas que já fizeram os exames ontem devem apenas treinar, às 10:00.

Dia 15/09/2000

Teste 1:

Local: Piscina "antiga" São Caetano – onde vocês treinavam até o semestre passado.

Horário: 8:30 às 18:00.

Dia 17/09/2000

- * Recordatório alimentar de 24 horas.
- * Coleta de sangue na piscina
- * Coleta de urina de 24 horas.

Dia 19/09/2000

Apenas treinamento e suplementação (seguir esquema de horários).

Dia 20/09/2000

- Suplementação (seguir esquema de horários).
- Recordatório alimentar de 24 horas.

Dia 21/09/2000

Apenas treinamento e suplementação (seguir esquema de horários).

Dia 22/09/2000

Apenas treinamento e suplementação (seguir esquema de horários).

Dia 23/09/2000

- * Recordatório alimentar de 24 horas.
- * Treinamento.
- * Suplementação (seguir esquema de horários).

Atenção: Véspera de teste: procure descansar e se alimentar da mesma forma que no dia 14/09 (véspera do 10 teste).

Dia 24/09/2000

* Último dia de suplementação.

* Teste 2:

Local: Piscina “antiga” São Caetano – onde vocês treinavam até o semestre passado.

Horário: 8:30 às 18:00.

Dia 25/09/2000

* Densitometria óssea (para metade do grupo):

Local: Laboratório Delboni - Av. Ricardo Jaffet, nº 1500. (Altura Pão de Açúcar).

Encontro: Piscina de São Caetano.

* Medidas de peso, altura, dobras cutâneas e bioimpedância.

Local: Piscina de São Caetano.

Horário: 9:50 AM.

Duração: 30 minutos.

* Treinamento: 10:00

Obs: Os demais atletas (que não estão na tabela) devem apenas treinar, pois os exames serão feitos no dia 26/09.

Dia 26/09/2000

* Densitometria óssea para o restante.

Obs: Os atletas que já fizeram os exames ontem devem apenas treinar, às 10:00.

Final da pesquisa!!!

Agradeço a todos pela participação!

Um grande abraço,

Renata Rebello Mendes.

Anexo 7. Quadro para Registro Alimentar.

[illegible]