

**FERDINANDO OLIVEIRA CARVALHO**

**EFEITO DE OITO SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS E  
SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL  
TOTAL E REGIONAL**

**Londrina  
2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FERDINANDO OLIVEIRA CARVALHO

EFEITO DE OITO SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS E  
SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL  
TOTAL E REGIONAL

Dissertação de mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação  
Associado em Educação Física -  
UEM/UEL, como requisito à obtenção  
do Título de Mestre em Educação  
Física.

Orientador: Prof. Dr. Edílson Serpeloni  
Cyrino.

Londrina  
2007

FERDINANDO OLIVEIRA CARVALHO

**EFEITO DE OITO SEMANAS DE TREINAMENTO COM PESOS E  
SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL  
TOTAL E REGIONAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Edílson Serpeloni Cyrino

Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dra. Maria Fátima Glaner

Universidade Católica de Brasília

---

Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura

Universidade Estadual de Londrina

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

## DEDICATÓRIA

A Deus, e a minha avó (Luiza Francisca) que tanto rezava pelos meus sonhos. QUE DEUS O TENHA!!!

Aos meus pais Azarias e Maria Luiza, meus irmãos Frederico e Augusto, e a minha esposa Rafaele. Além disso, minha segunda família, meu sogro Antônio Carlos e minha sogra Raquel e cunhado Diogo, que sempre me apoiaram, incentivaram e confiaram em meu potencial. Obrigado por tudo e amo todos vocês.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS por tudo que tem proporcionado na minha vida com muito amor, fé, paciência e carinho. Obrigado por cada dia me motivar com suas orações, conduzindo-me da melhor maneira possível nas minhas atitudes e ações.

A meus pais Azarias e Maria Luiza, que sempre confiaram no meu trabalho, dando as melhores condições possíveis, sem medir esforços e da melhor forma que se possa imaginar, ensinando tudo com muito amor, carinho, respeito, honestidade, sobretudo, com humildade. MUITO OBRIGADO!!! Somente DEUS pode pagar pelo que fizeram por mim até hoje. Em especial aos meus irmãos Frederico e Augusto por sempre acreditar no meu trabalho, OBRIGADO.

A minha grande companheira Rafaele Cardoso por sua dedicação, companheirismo, amor incondicional, compreensão, apoio nos momentos difíceis, incentivo, conselhos sempre oportunos, pela confiança e por agüentar as minhas manias e costumes. Só eu sei o quanto você foi e será importante na minha vida e obrigado por ser uma pessoal tão ESPECIAL.

A minha segunda família Antônio Carlos Cardoso e Raquel Cardoso e meu cunhado Diogo pela confiança, incentivo, apoio, dedicação, respeito, amizade e o amor que tens comigo. OBRIGADO POR TUDO.

Agradeço, também, meu grande amigo e orientador professor doutor Edilson Serpeloni Cyrino. Obrigado pela confiança nos últimos anos, pela dedicação, respeito e amizade. Saiba que você mudou a minha vida desde o momento que te conheci. A sua entrega aos alunos, e principalmente aos orientados são excepcionais. Tudo o que aprendi, conquistei, almejei é sempre devido aos seus sempre braços abertos, obrigado pela oportunidade. A minha lembrança desses momentos serão sucessivamente as melhores possíveis. À

você todo meu respeito. E a Márcia, Letícia e Felipinho por me receberem sempre da melhor forma possível como se eu fosse da família.

Aos professores doutores Maria Fátima Glaner e Fábio Yuzo Nakamura por aceitarem o convite à avaliação do meu trabalho, pela leitura do material, conselhos e dicas; Aos professores doutores Sebastião Gobbi e Jefferson Rosa Cardoso pelo respeito ao trabalho e sugestões. A todos vocês o meu muito obrigado pela dedicação e por fazerem parte da minha formação acadêmica.

Ao grande amigo e colega Luis Alberto Gobbo, pela sua dedicação e ter contribuído desde o início de toda a jornada. Sucesso e felicidade.

Ao grande amigo e parceiro Ademar Avelar, desde que nos conhecemos identificamos ao ponto de nos tornarmos grandes irmãos. A amiga e confidente Michele Trindade pelo seu apoio e carinho. Ao grande colega Leandro Altimari e sua esposa Juliana Altimari pelo incentivo e sonhos.

Aos professores amigos e colegas, Enio Ronque, Hélio Serassuelo, Jeane Soriano, Dalberto, Inara, Mathias, Felipe os meus sinceros agradecimentos por todo apoio.

Ao GEPEMENE todo o meu carinho a esse grupo que me deu suporte acadêmico, ânimo, confiança e muitas amizades sinceras, que são elas: Denilson Porto, Silvio Fonseca, Marcelo Romanzini, Claudinei Ferreira, Alexandre Okano, Soraya Doderó, Renata Borges, Aline Gerage, Débora Guariglia, Marina Paccini, Gustavo Neri, Lúcio Flávio, Fábio Cheche, Raphael Dias, Emanuel, Márcio Yuge, Douglas Dias, David Ohara, Igor, Claudinho, Gabriel, Juliano.

Aos colegas de mestrado Nilo, Daniel, Lulo, Rômulo, Márcio, Cynthia, Viviane, Patrícia Gaion, Priscila, obrigado por fazerem parte dessa etapa da minha vida.

Aos ex-colegas de república Fábio Resende, Edsmar, Fábio Martins, Wildes, Bruno, Vitor, Gilberto, Tito, Rodrigo (Zé) e amigos de Londrina Heter, Haline, Flávio e Letícia.

E aos familiares espalhados em Mineiros-Go, Goiânia-Go, em especial minha madrinha Ieda e Gilberto e aos filhos Bruno, César e André. Ao colega de infância Hudson e sua namorada Renata.

A todos os indivíduos que participaram do estudo o meu profundo agradecimento e respeito. Vocês foram essenciais e fundamentais para a conquista desse sonho.

A empresa Integralmédica, pelo fornecimento das substâncias utilizadas na presente investigação.

Aos órgãos de fomento CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por financiar parte desse projeto. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) por financiar na minha formação na graduação. Aos funcionários do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina pelos serviços prestados.



CARVALHO, Ferdinando Oliveira. **Efeito de oito semanas de treinamento com pesos e suplementação de creatina sobre a composição corporal total e regional.** 2007. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. p. 84.

## RESUMO

O treinamento com pesos (TP) tem sido um dos exercícios físicos mais empregados nos últimos anos, sobretudo para a melhoria dos componentes da composição corporal, de forma isolada ou combinada a utilização de suplementos nutricionais como a creatina. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o impacto de oito semanas de TP e da suplementação de creatina sobre a composição corporal total e regional determinada por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). Para tanto, 56 indivíduos saudáveis, do sexo masculino, após serem acompanhados por 19 semanas, foram divididos em quatro grupos, dos quais dois foram submetidos à prática regular de treinamento com pesos por oito semanas (duas programações, quatro sessões semanais, nove exercícios/sessão, quatro séries de 6-12 RM), associada à suplementação de creatina (CRT,  $n = 14$ , idade =  $22,4 \pm 2,8$  anos) ou placebo (PLT,  $n = 14$ , idade =  $23,2 \pm 2,3$  anos). O restante dos sujeitos compôs o grupo controle que se manteve sem qualquer envolvimento com programas regulares de exercícios físicos, contudo, consumindo creatina (CRC,  $n = 14$ , idade =  $23,9 \pm 2,5$  anos) ou placebo (PLC,  $n = 14$ , idade =  $24,1 \pm 3,0$  anos). A suplementação de creatina ou placebo (maltodextrina) foi consumida em quatro doses de 5 g/dia durante os cinco primeiros dias (20 g/dia). A partir daí, uma única dose de 3 g/dia foi ingerida nos 51 dias subseqüentes. A composição corporal total e regional foi determinada por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), com a água corporal total (ACT) sendo estimada por bioimpedância. A massa muscular (MM) foi calculada pela equação de Kim et al. (2004). Registros alimentares de sete dias foram aplicados para o controle dos hábitos nutricionais. ANOVA e ANCOVA para medidas repetidas, seguidas pelo teste *post hoc* de Scheffé, quando  $P < 0,05$ , foram utilizadas para o tratamento dos dados. Aumentos estatisticamente significantes foram encontrados na massa corporal, IMC, ACT, MM e tecido magro nos grupos CRT, PLT e CRC ( $P < 0,01$ ). Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos em nenhum dos momentos do estudo nas variáveis conteúdo mineral ósseo e gordura corporal relativa ( $P > 0,05$ ). Tanto o TP quanto a suplementação de creatina não resultaram em diferentes comportamentos na composição corporal regional ( $P > 0,05$ ). Os resultados indicam que a suplementação de creatina, isolada ou associada ao TP, pode aumentar a quantidade de ACT e de massa muscular. Além disso, parece haver um efeito adicional da suplementação de creatina quando associada ao TP no que tange a hipertrofia muscular.

**Palavras-chave:** treinamento com pesos, suplementação de creatina, composição corporal, massa muscular, DEXA.

CARVALHO, Ferdinando Oliveira. **Effect of eight weeks of resistance training and supplementation creatina on the total and regional body composition.** 2007. Thesis of Master in Sciences – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. p. 84.

### ABSTRACT

The resistance training (RT) were one of the used physical exercises more in recent years, over all for the improvement of the components of the body composition, of form isolated or combined the use of nutrition supplements as the creatine. Therefore, the objective of the present study was to verify the impact of eight weeks of RT and the supplementation of creatine on the total and regional body composition determined by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). For in such a way, 56 healthful individuals, of the masculine sex, after to be followed per 19 weeks, were divided in four groups, of which two had been submitted to practical the regular one of resistance training per eight weeks (two programmings, four sessions weekly, nine exercises/session, four bouts of 6-12 RM), associated to the supplementation of creatine (CRT, n = 14, age =  $22,4 \pm 2,8$  years) or placebo (PLT, n = 14,  $23,2$  age =  $\pm 2,3$  years). The remain of the individuals composed the group control that if kept without any involvement with regular programs of physical exercises, however, consuming creatina (CRC, n = 14, age =  $23,9 \pm 2,5$  years) ou placebo (PLC, n = 14, age =  $24,1 \pm 3,0$  years). The supplementation of creatine or placebo (maltodextrina) was consumed in four 5 load of g/day during the five first days (20 g/day). From then on, an only dose of 3 g/dia was ingested in the 51 subsequent days. The total and regional body composition was determined by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA), with the total body water (TBW) being esteem for bioimpedância. The muscle mass (MM) was calculated by the equation of Kim et al. (2004). Alimentary registers of seven days were applied for the control of the nutrition habits. ANOVA and ANCOVA for repeated measures, followed for the post hoc of Scheffé test, when  $P < 0,05$ , were used for the treatment of the data. Statistical significant increases were found in the body mass, IMC, mass lean, TBW e MM in groups CRT, PLT and CRC ( $P < 0,01$ ). Significant differences between the groups in none of the moments of the study in the variable had not been found bone mineral content and relative corporal fat ( $P > 0,05$ ). As much the RT how much the supplementation of creatina had not resulted in different behaviors in the regional body composition ( $P > 0,05$ ). The results indicate that the supplementation of creatine, isolated or associated to the RT, can increase the amount of TBW and muscle mass. Moreover, it seems to have an additional effect of the supplementation of creatine when associated to the RT in what it refers to the muscle hypertrophy.

**Key-words:** resistance training, supplementation of creatine, body composition, muscle mass, DEXA.

**LISTA DE ANEXOS**

	Páginas
Anexo 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	74
Anexo 2 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos	78
Anexo 3 - Ficha de anamnese alimentar	79
Anexo 4 - Ficha de treinamento com pesos (Etapa 1)	81
Anexo 5 - Ficha de treinamento com pesos (Etapa 2)	82
Anexo 6 - Ficha de treinamento com pesos A (Etapa 3)	83
Anexo 7 - Ficha de treinamento com pesos B (Etapa 3)	84

**LISTA DE FIGURAS**

	Páginas
Figura 1 - Delineamento experimental	38
Figura 2 - Valores médios ( $\pm$ DP) do consumo energético e de carboidratos antes e após oito semanas de intervenção.	43
Figura 3 - Valores médios ( $\pm$ DP) do consumo de proteínas e lipídios antes e após oito semanas de intervenção.	44
Figura 4 - Tecido magro do braço e da perna do hemicorpo direito e esquerdo, antes e após oito semanas de intervenção nos quatro grupos investigados.	50
Figura 5 - Tecido magro do tronco e total, do hemicorpo direito e esquerdo, antes e após oito semanas de intervenção nos quatro grupos investigados.	51
Figura 6 - Comportamento da água corporal total em cada grupo (CRT, CRC, PLT e PLC) antes da suplementação, cinco dias após o início da suplementação ( <i>Loading</i> ) e ao final do experimento.	56

**LISTA DE QUADROS**

	Páginas
Quadro 1 - Principais equações de conversão da densidade corporal em gordura corporal relativa	6
Quadro 2 - Concentrações de creatina em diferentes alimentos	15

**LISTA DE TABELAS**

	Páginas
Tabela 1 - Efeitos da suplementação de creatina monoidratada sobre a composição corporal.	21
Tabela 2 - Valores médios ( $\pm$ DP) da massa corporal, estatura e IMC dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.	41
Tabela 3 - Valores médios ( $\pm$ DP) da massa muscular de membros superiores e tronco (MMSS), membros inferiores (MMII) e total (MMTotal) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.	46
Tabela 4 - Valores médios ( $\pm$ DP) do Tecido Magro do Braço (TMG Br), de Pernas (TMG Per), do Tronco (TMG Tro) e Total (TMG Total) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.	48
Tabela 5 - Valores médios ( $\pm$ DP) do Conteúdo Mineral Ósseo do Braço (CMO Br), de Pernas (CMO Per), do Tronco (CMO Tro) e Total (CMO Total) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.	53
Tabela 6 - Valores médios ( $\pm$ DP) do Percentual de Gordura do Braço (%G Br), de Pernas (%G Per), do Tronco (%G Tro) e Total (%G Total) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.	54
Tabela 7 - Valores médios ( $\pm$ DP) da quantidade de água corporal total (ACT) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.	55

**LISTA DE SIGLAS**

TP	Treinamento com pesos
ACSM	American College of Sports Medicine
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EDC	Espessura de dobras cutâneas
ATP	Adenosinatrifosfato
PCr	Fosfato de creatina
MCM	Massa corporal magra
MG	Massa gorda
Dc	Densidade corporal
%G	Gordura corporal relativa
PH	Pesagem hidrostática
CMO	Conteúdo mineral ósseo
MLGO	Massa livre de gordura e osso
Mrem	Millirem
EPE	Erro padrão de estimativa
TMA	Tecido magro apendicular
MM	Massa muscular
CR	Suplementação de creatina
PL	Suplementação de placebo
GT	Grupo treinamento
GC	Grupo controle
CRT	Grupo treinamento + creatina
PLT	Grupo treinamento + placebo
CRC	Grupo controle + creatina
PLC	Grupo controle + placebo
1 RM	Uma repetição máxima
CrT	Creatina total
AGAT	Glicina transaminase

**LISTA DE SIGLAS (cont.)**

GAMT	Guanidoacetato n-metil transferase
CK	Creatinaquinase
Na <sup>+</sup>	Sódio
MLG	Massa livre de gordura
ACT	Água corporal total
SPA	Absortometria de fótons únicos
DPA	Absortometria de fótons duplos
E	Estatura
IMC	Índice de Massa Corporal
MMSS	Massa muscular de membros superiores e troco
MMII	Massa muscular de membros inferiores
CrL	Creatina livre



## SUMÁRIO

Páginas

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo Geral.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
3.1 Avaliação da Composição Corporal.....	5
3.1.1 Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA).....	7
3.2 Creatina.....	10
3.2.1 Histórico.....	10
3.2.2 Síntese e excreção.....	12
3.2.3 Quantidade de creatina muscular e as principais fontes.....	14
3.2.4 Métodos de suplementação.....	16
3.2.4.1 Suplementação aguda.....	16
3.2.4.2 Suplementação crônica.....	17
3.2.5 Efeitos colaterais.....	18
3.2.6 Impacto da creatina sobre a composição corporal.....	20
3.3 Treinamento com pesos.....	25
3.3.1 Treinamento com pesos e a composição corporal.....	25
3.3.2 Adaptações neurais e hipertrofia.....	27
4 METODOLOGIA.....	29
4.1 Amostra.....	29
4.2 Antropometria.....	30
4.3 Bioimpedância.....	30
4.4 Absortometria radiológica de dupla energia.....	31
4.5 Controle dos hábitos nutricionais.....	33
4.6 Suplementação de creatina monoidratada.....	33
4.7 Treinamento com pesos.....	34
4.7.1 Protocolo de treinamento com pesos pré-suplementação.....	34
4.7.2 Protocolo de treinamento com pesos durante o período de suplementação.....	36

4.8 Delineamento experimental.....	37
4.9 Análise Estatística.....	39
5 RESULTADOS.....	40
6 DISCUSSÃO.....	57
7 CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	74

## 1 INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP) tem sido uma prática de exercícios físicos bastante freqüente entre indivíduos de ambos os sexos, em diversas faixas etárias e que apresentam diferentes níveis de aptidão física<sup>(1)</sup>.

Esse fato é plenamente justificável com base nas inúmeras informações positivas relacionadas a esse tipo de exercício físico que vêm sendo disponibilizadas pela literatura ao longo dos últimos anos, tais como: redução dos fatores de risco associados às doenças cardiovasculares e ao diabetes mellitus não-insulino-dependente; prevenção à osteoporose; redução ou manutenção da massa corporal; aumento da massa muscular; manutenção ou aumento da massa óssea; melhoria da estabilidade dinâmica e preservação da capacidade funcional, entre outros<sup>(2-5)</sup>.

Portanto, os benefícios decorrentes dessa prática incluem desde importantes modificações morfológicas, neuromusculares e fisiológicas, até alterações sociais e comportamentais<sup>(2-5)</sup>.

Considerando as possíveis modificações na composição corporal acarretadas pela prática regular de exercícios físicos, o TP parece ser aquele de maior impacto, sobretudo, para os tecidos muscular e ósseo, associado ou não ao uso de suplementos nutricionais<sup>(6-8)</sup>.

Nesse sentido, acredita-se que o uso de determinados suplementos nutricionais, de forma combinada ao TP, possa auxiliar nas modificações da composição corporal, retardar o aparecimento da fadiga e aumentar o poder contrátil

do músculo esquelético e/ou cardíaco, aprimorando a capacidade de realizar trabalho físico e, conseqüentemente, o desempenho físico<sup>(9)</sup>.

Um dos suplementos nutricionais que aparentemente pode ter um impacto positivo sobre a composição corporal quando associado ao TP parece ser a creatina, uma vez que estudos têm indicado que o uso dessa substância pode favorecer o aumento da massa magra e, provavelmente, da massa muscular, mediante o incremento do influxo de água intracelular e, possivelmente, da síntese protéica<sup>(10-12)</sup>.

A forma como se processam as modificações na composição corporal acarretadas pelo TP e/ou pela suplementação de creatina ainda não está bem estabelecida pela literatura e, portanto, tem sido alvo de muitas controvérsias, visto que a maioria dos estudos publicados até o presente momento tem apresentado diversas limitações importantes, tais como: falta de grupo controle; delineamento não-aleatorizado; falta de controle nutricional e tratamento estatístico inadequado.

Adicionalmente, quando o objetivo é o monitoramento das modificações na composição corporal ao longo do tempo o método escolhido, o tipo de equipamento a ser utilizado, bem como a qualidade das medidas produzidas (experiência do avaliador ou do técnico, rigor metodológico para obtenção das informações, entre outros fatores) pode favorecer ou dificultar uma análise mais criteriosa dos resultados encontrados.

Vale ressaltar, que as adaptações morfológicas associadas ao TP são dependentes do estímulo (alta, moderada e baixa intensidade) e da duração (curta ou prolongada)<sup>(13-16)</sup>. Além disso, as respostas parecem não ser uniformes, em virtude do tamanho e da composição de fibras dos diferentes grupos musculares.

Portanto, estudos sobre o TP que proporcionem informações sobre a composição corporal de forma regionalizada podem favorecer sobremaneira a análise da efetividade ou não da estratégia de treinamento utilizada, não somente de maneira geral, bem como por segmento.

Nesse sentido, acredita-se que no presente estudo o uso da suplementação de creatina associada ao TP possa contribuir para a melhoria do perfil da composição corporal, mediante aumento da retenção hídrica intracelular, da massa corporal magra (MCM) e da hipertrofia muscular.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Verificar o impacto de oito semanas de treinamento com pesos e da suplementação de creatina sobre a composição corporal total e regional por meio da absorptometria radiológica de dupla energia em adultos jovens do sexo masculino.

### **2.2 Objetivos Específicos**

a) Analisar se as possíveis modificações na composição corporal total e regional possam ser atreladas ao treinamento com pesos e/ou pela suplementação de creatina;

b) Comparar a magnitude das respostas dos diferentes componentes da composição corporal entre os diferentes segmentos corporais.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Avaliação da Composição Corporal

O fracionamento do corpo em vários componentes, tais como músculos, gordura, ossos e resíduos é compreendida no meio científico como composição corporal. Nesse sentido, vários métodos têm sido propostos nas últimas décadas para a determinação da composição corporal empregando procedimentos de determinação direta, indireta ou duplamente indireta.

Os procedimentos de determinação direta propiciam suporte teórico às técnicas indiretas, contudo, seu uso fica limitado aos laboratórios, em estudos com cadáveres, uma vez que existe a necessidade de incisões corporais.

Os procedimentos indiretos, por sua vez, permitem a estimativa da massa gorda (MG) e da MCM mediante o envolvimento de pressupostos biológicos, a partir de informações referentes às variáveis de domínio físico e químico.

Finalmente, os procedimentos duplamente indiretos, utilizam-se de modelos matemáticos produzidos por meio de análises de regressão simples ou multivariada para a predição de variáveis associadas aos procedimentos indiretos.

Na década de 1960, Brozek, Grande & Anderson<sup>(17)</sup> e Siri<sup>(18)</sup> demonstraram que a determinação da densidade corporal permite a determinação de diferentes componentes da composição corporal. Desse modo, o fracionamento da massa corporal em MG e MCM é possível por meio de informações produzidas pelo método densitométrico.

Portanto, por meio de densitometria, é possível determinar a densidade corporal ( $D_c$ ) e, a partir daí, mediante o uso de equações de regressão, estimar os valores de gordura corporal relativa (%G) e os componentes MG e MCM (Quadro 1). Embora atualmente existam dois métodos utilizados para essa finalidade (hidrodensitometria e pletismografia) o mais conhecido ainda é a pesagem hidrostática (PH).

$$\%G = [ ( 4,95 / D_c ) - 4,50 ] \times 100 \text{ (SIRI, 1961)}$$

$$\%G = [ ( 4,57 / D_c ) - 4,142 ] \times 100 \text{ (BROZEK et al., 1963)}$$

Quadro 1 – Principais equações de conversão da densidade corporal em gordura corporal relativa.

Apesar da análise da composição corporal por meio de métodos bicompartimentais ainda estar muito presente no ambiente profissional e de pesquisa, não há como negar as diversas limitações que cercam tais métodos<sup>(19-20)</sup>.

Assim, uma abordagem tri, tetra ou multicompartimental vem sendo sugerida em detrimento a tradicional análise da composição corporal a partir da utilização de modelos de dois compartimentos (MG e MCM), uma vez que o uso de diferentes métodos, de forma combinada, pode proporcionar informações mais consistentes sobre diferentes componentes, tais como: água corporal total e suas frações (intra e extracelular), conteúdo mineral ósseo, proteínas corporais, entre outros<sup>(21-22)</sup>.



Nesse sentido, a utilização da absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) para avaliação da composição corporal tem sido defendida por pesquisadores que a consideram inclusive um método “padrão-ouro” para avaliação da composição corporal<sup>(23-26)</sup>. A seguir, serão apresentados mais detalhes sobre a DEXA.

### **3.1.1 Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)**

A DEXA é um método que foi originalmente desenvolvido para análise do conteúdo mineral ósseo, particularmente em estudos clínicos para avaliação da massa óssea. Todavia, posteriormente esse método se tornou uma alternativa bastante atraente para estudos da composição corporal, visto que por meio de exames de DEXA é possível estimar valores relativos ao conteúdo mineral ósseo (CMO), MG, massa Livre de gordura (MLG), massa livre de gordura e osso (MLGO).

Os primeiros estudos com absorptometria ocorreram na década de 1960. Naquela época o equipamento utilizava de absorptometria de fótons únicos (SPA). Posteriormente, esse tipo de avaliação passou a ser realizado por meio da absorptometria de fótons duplos (DPA), com a fonte de radioatividade sendo substituída por um tubo de raio-x com um filtro de conversão do feixe policromático, em picos de baixa e alta energia<sup>(27)</sup>. As modificações mais acentuadas de uma técnica para outra seria a melhoria da nitidez dos feixes e uma menor exposição à radiação<sup>(28-29)</sup>.

As principais vantagens da DEXA para avaliação da composição corporal são: segurança, rapidez no processamento das informações e necessidade mínima de cooperação por parte dos avaliados. Adicionalmente, a DEXA considera a variabilidade individual do conteúdo mineral ósseo<sup>(30)</sup> e permite a avaliação dos diferentes componentes regionalmente<sup>(31)</sup>.

O pressuposto da DEXA é que a atenuação do *photon in vivo* depende da composição de cada tecido. Desse modo, a DEXA assume que existe no corpo três componentes que são distintos, de acordo com suas propriedades de atenuação de raio-X (gordura, osso e tecido livre de gordura), e que portanto apresentam diferenças na densidade e na composição química<sup>(32)</sup>.

Com a vantagem de expor o avaliado a uma baixa quantidade de radiação, inofensiva à saúde, a DEXA consiste basicamente de um equipamento com um braço mecânico com *scanner*, onde se encontra o tubo de raio-x, uma mesa para posicionamento do avaliado, um detector de energia abaixo da mesa e o software que processará a leitura da avaliação.

Assim, o avaliado se manterá deitado sobre a mesa de avaliação na posição supinada, onde seu corpo será subdividido por feixes emitidos pelo scanner. Em seguida, o software analisará as informações obtidas mediante a atenuação do *photon* mensurada em duas diferentes energias<sup>(33)</sup>.

Dessa maneira, os componentes existentes dentro do feixe fazem à separação dos tecidos moles (ricos em água e compostos orgânicos) dos tecidos duros (ossos). Assim, é mais fácil destacar os *pixels* contendo osso quando comparados aqueles sem presença de osso<sup>(34-35)</sup>.

Por outro lado, nas áreas onde não existe osso, a calibração adequada permite que frações gordas e magras sejam separadas do tecido mole. A composição destas áreas de tecido mole é extrapolada ao tecido mole localizado sob o osso, para que sejam produzidas informações sobre a gordura corporal total e o tecido magro. Os algoritmos para completar essas extrapolações variam entre os equipamentos produzidos pelos diferentes fabricantes e não estão disponibilizadas publicamente<sup>(33)</sup>. Vale destacar que, na atualidade, existem três fabricantes de equipamentos para exames de DEXA (Hologic QDR, Lunar DPX e Norland XR), o que faz com que existam diferentes configurações de *hardware* e *software*.

Considerando que o exame de DEXA expõe o avaliado a uma baixa radiação, a sua aplicação é viável em diferentes populações. A radiação emitida em um exame de corpo inteiro, por exemplo, varia entre 0,05 millirem (mrem) e 1,5 mrem, dependendo da velocidade de escaneamento e do instrumento utilizado. Essa exposição à radiação é bem menor do que a encontrada nos exames convencionais de raios-X (25 a 270 mrem); contudo, mesmo sendo baixa, a radiação emitida pela DEXA não é recomendada para gestantes<sup>(36-37)</sup>.

Atualmente, vários pesquisadores vêm utilizando a DEXA como referencial para validação de métodos como a pletismografia<sup>(38)</sup>, bioimpedância, entre outros<sup>(21,39-45)</sup>, ou, simplesmente, para a caracterização de diferentes grupos populacionais, tendo em vista a segurança, a facilidade para aplicação e obtenção dos resultados e, principalmente, a possibilidade de analisar a composição corporal de forma regionalizada, sendo possível quantificar de forma absoluta e/ou relativa o CMO, a gordura corporal e a MLG de membros inferiores, superiores e tronco dos hemisferos direito e esquerdo.

Por outro lado, a DEXA apresenta algumas limitações importantes que não devem ser desprezadas, tais como: elevado custo operacional, quando comparado a outros métodos de avaliação da composição corporal, tais como a PH, espessura de dobras cutâneas (EDC), bioimpedância; além de possíveis diferenças de predição a partir do uso de equipamentos e softwares produzidos por diferentes fabricantes<sup>(27)</sup>.

Adicionalmente, a DEXA assume que os valores de hidratação corporal são constantes, uma vez que os fluídos corporais são reconhecidos pela varredura como tecido magro. Neste sentido, alterações nos níveis de hidratação de um indivíduo em até 5%, é refletido na gordura corporal relativa estimada pela DEXA em 1% a 2,5%<sup>(46)</sup>. Além disso, o excesso de gordura corporal faz com que os feixes emitidos pela DEXA percam força e as análises possam ser prejudicadas. Uma outra limitação importante seria que a DEXA não proporciona uma análise precisa da gordura intramuscular<sup>(47)</sup>, visto que a DEXA é um método bidimensional ao passo que a composição da gordura profunda é tridimensional.

## **3.2 Creatina**

### **3.2.1 Histórico**

A creatina é uma substância orgânica, geralmente extraída da carne, que foi identificada em 1832, por Michel Chevreul<sup>(48,50-51)</sup>. Todavia, somente 15 anos após sua descoberta é que Justus Von Liebig foi capaz de confirmar a presença de creatina como um constituinte regular da carne animal<sup>(48-51)</sup>. Além disso, o

pesquisador observou também que a carne de raposas selvagens continha 10 vezes mais creatina do que foi observado em raposas mantidas em cativeiro e menos ativas<sup>(52)</sup>.

A partir daí pesquisadores tentaram a obtenção de creatina por meio de síntese química, uma vez que o custo para extração de carnes frescas era extremamente elevado. Entretanto, somente no início do século XX os estudos com creatina passaram a ganhar destaque em virtude de novas descobertas, sobretudo, a identificação da creatina fosfato (PCr) como um dos componentes da creatina e que possuía importante relação com a produção de energia em esforços de alta intensidade<sup>(52-53)</sup>.

Nesse sentido, o primeiro método a ser utilizado para a mensuração da degradação e ressíntese da PCr, com o objetivo de estudar a influência da creatina no metabolismo muscular foi a biópsia muscular<sup>(54)</sup>. Esse método possibilitou que outros métodos mais sofisticados fossem desenvolvidos, de modo que, atualmente, a ressonância magnética nuclear é considerado o método mais avançado para a análise do metabolismo da PCr no músculo esquelético<sup>(53,55-56)</sup>.

Pelo fato da creatina não constar na lista de substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), o seu uso foi popularizado a partir dos Jogos Olímpicos de 1992, com o intuito de melhorar o desempenho físico em atletas envolvidos em atividades de alta intensidade e curta duração. Acredita-se que 80% dos atletas participantes dos Jogos Olímpicos de Atlanta, realizado em 1996, possam ter utilizado a creatina com finalidade ergogênica<sup>(56)</sup>.

Em conseqüência disso, inúmeros pesquisadores foram atraídos a investigar os possíveis efeitos ergogênicos da suplementação de creatina em atletas

e não atletas, não somente na perspectiva do desempenho atlético, mas também da saúde.

### 3.2.2 Síntese e excreção

A síntese da creatina é realizada endogenamente pelo fígado, rins e pâncreas, tendo como precursores três aminoácidos: arginina, glicina e metionina<sup>(48-49,57-58)</sup>. O processo de síntese tem início a partir da arginina, mediante a transaminação do seu grupo amidino para a glicina formando guanidinoacetato e ornitina, por meio de uma reação reversível mediada pela enzima glicina transaminase (AGAT).

Posteriormente, o guanidinoacetato é metilado no fígado pela S-adenosil-metionina, mediante ação irreversível da enzima guanidinoacetato N-metil transferase (GAMT), formando, finalmente, a creatina. As enzimas utilizadas para esse processo estão localizadas nos próprios órgãos relatados anteriormente e os aminoácidos necessários são fornecidos naturalmente pela alimentação cotidiana<sup>(53)</sup>.

A quantidade de creatina produzida endogenamente, principalmente pelo fígado, pâncreas e rins, é de aproximadamente um a 2 g/dia e essa mesma quantidade de creatina pode ser obtida facilmente por meio da alimentação diária, em indivíduos onívoros<sup>(48,59)</sup>.

A biossíntese da creatina pode ser modificada por inúmeros fatores, dentre os quais o aumento na síntese em situações em que a oferta de creatina exógena não é suficiente para manter as concentrações plasmáticas necessárias, como é o caso de indivíduos vegetarianos<sup>(60)</sup>.

Em contrapartida, a biossíntese da creatina poderá ser suprimida pelo consumo de uma quantidade elevada dessa substância ou em períodos de inanição, onde existe redução da massa muscular<sup>(52,61)</sup>.

Vale ressaltar que em indivíduos onívoros e saudáveis, a concentração plasmática de creatina é na ordem de aproximadamente 50 a 100  $\mu\text{mol/L}$ , ao passo que em vegetarianos de nove a 11  $\mu\text{mol/L}$ <sup>(53,60)</sup>.

Pelo fato de ser altamente biodisponível, a creatina é absorvida quase que totalmente pelo lúmen intestinal sendo inalterada pelo ácido digestivo ou secreções enzimáticas<sup>(62)</sup>. Após a absorção, a creatina é transportada na corrente sanguínea por meio da CreaT e distribuída para diversos órgãos, principalmente para o músculo esquelético, onde é estocada em maiores quantidades<sup>(48-55,57)</sup>. Vale destacar que, aproximadamente 95% da creatina é armazenada no músculo, sendo deste total cerca de 40% na forma de creatina livre (CrL) e 60% de PCr.

Acredita-se que o aumento da CrL e da PCr, induzidos pela suplementação de creatina monoidratada, possa aumentar a disponibilidade de PCr e, conseqüentemente, acelerar a taxa ressíntese de ATP durante exercícios de alta intensidade e curta duração, favorecendo a melhoria do desempenho físico nesse tipo de exercício<sup>(9-10)</sup>. Vale destacar que em virtude da creatina ser uma substância osmoticamente ativa, o seu influxo é acompanhado pelo aumento da quantidade de água intracelular<sup>(57,63)</sup>.

No músculo parte da creatina total é fosforilada por meio de uma reação reversível mediada pela enzima creatinaquinase (CK)<sup>(64)</sup>. Contudo, a concentração celular de creatina é determinada pela habilidade da célula em assimilar o nutriente a partir do plasma. Uma vez convertida em PCr ou ligada com

outros componentes intracelulares a creatina é retida de modo que a PCr não poderá deixar a célula<sup>(65)</sup>.

A creatina, tanto na forma livre quanto fosforilada, tem como produto final da sua degradação a formação de creatinina, por meio de uma reação não enzimática e irreversível que ocorre no interior do próprio músculo. Após sua síntese, a creatinina é transportada para a circulação por difusão simples e é filtrada, por meio de um processo não dependente de energia, pelos glomérulos, sendo posteriormente excretada pela urina<sup>(61)</sup>.

A excreção renal diária de creatinina em um ser humano aproxima-se de 2 g, embora essa quantidade possa variar de acordo com a massa muscular total. Além disso, indivíduos que são vegetarianos ou, ainda, que possuem baixa ingestão de creatina dietética, apresentam uma redução na taxa de excreção de creatinina urinária. Vale ressaltar que devido ao catabolismo muscular, as concentrações de creatinina podem sofrer um aumento moderado com a prática de exercícios físicos em indivíduos saudáveis<sup>(52,61,66)</sup>.

### **3.2.3 Quantidade de creatina muscular e as principais fontes**

A concentração de creatina total (CrT) encontrada na musculatura esquelética humana é de 120-125 mmol por kg de peso seco, o equivalente a 4 g ou 30 mmol por kg de peso úmido<sup>(48-49,57,59)</sup>. Acredita-se que o músculo humano possa apresentar um limite máximo de acúmulo de creatina entre 150-160 mmol por kg de peso seco<sup>(49)</sup>.



Vale ressaltar, que o termo peso seco é utilizado como unidade de medida da concentração muscular de creatina devido aos procedimentos utilizados para a dosagem deste tecido, ou seja, a determinação da creatina por kg de peso seco é resultado de amostras coletadas por biópsia muscular, congelada em nitrogênio líquido e, logo em seguida, sendo secas e maceradas<sup>(56)</sup>.

Na ausência da creatina exógena, a taxa de *turnover* diário da creatina em creatinina é de aproximadamente 1,6%. Assim, em um homem de 70 kg com uma quantidade de CrT em torno de 120 g, a taxa de *turnover* diário é próxima a 2 g. Esse valor pode ser repostado por fontes endógenas e exógenas. Acredita-se que a ingestão dietética de aproximadamente 1 g creatina/dia, obtida pela alimentação onívora, possa exercer controle da síntese endógena, mediante um mecanismo de retroalimentação negativa, ou de *feed-back*<sup>(48,53)</sup>.

As principais fontes dietéticas de creatina são apresentadas a seguir (Quadro 2).

<b>Alimento</b>	<b>Creatina (g/kg)</b>
<u><i>Pescados</i></u>	
Camarão	Traços
Bacalhau	3,0
Arenque	6,5-10,0
Linguado	2,0
Salmão	4,5
Atum	4,0
<u><i>Carnes</i></u>	
Bovina	4,5
Suína	5,0
<u><i>Outros</i></u>	
Leite	0,1
Frutas vermelhas	0,02

Quadro 2 - Concentrações de creatina em diferentes alimentos<sup>(49)</sup>.

### **3.2.4 Métodos de suplementação**

A suplementação de creatina tem sido utilizada na forma de pó, cápsulas, gel, líquido, barras ou até de goma de mascar por períodos de tempo curtos (até 14 dias) ou prolongados (acima de 14 dias), de acordo com a finalidade almejada. Embora em ambas as situações a preferência seja a utilização da suplementação em duas fases, a primeira envolvendo uma sobrecarga elevada durante quatro a sete dias, de forma fracionada, denominada de fase de loading, seguida de uma única dosagem diária, relativamente baixa, para manutenção das concentrações de creatina obtidas durante o período de loading, o emprego de dosagens relativamente baixas, em uma única dose diária, durante um período igual ou superior a 28 dias, parece apresentar efetividade semelhante.

A seguir, serão discutidas mais detalhadamente cada uma dessas estratégias.

#### **3.2.4.1 Suplementação aguda**

A utilização de uma dosagem de creatina na ordem de 20 a 30 g/dia ou 0,3 g por kg de massa corporal/dia, subdividida em quatro ou cinco doses iguais, durante quatro a sete dias, é a estratégia mais documentada pela literatura historicamente.

Nesse período de suplementação é esperado que ocorra uma elevação nas concentrações de creatina total no músculo de aproximadamente 15 a 30%. Isso corresponde a um aumento cerca de 22 mmol/kg de massa corporal ou de

20 a 27 mmol/kg de peso seco. Com isso pode ser observado uma elevação nas concentrações de creatina muscular de aproximadamente 120 para 140-160 mmol/Kg de peso seco, sendo que cerca de um terço dessa quantidade é armazenada na forma fosforilada<sup>(48-49,59,62)</sup>.

Vale ressaltar que o fracionamento da suplementação de creatina em quatro a seis doses diárias de 5g, intervaladas a cada três a quatro horas, proporciona a manutenção das concentrações elevadas de creatina na corrente sanguínea por um período mais prolongado durante o dia o que parece favorecer a entrada de creatina no compartimento intracelular nos primeiros dias de suplementação<sup>(62)</sup>.

Nesse sentido, estudos relatam importantes modificações na composição corporal, sobretudo aumento na MC, ACT e MCM, após a utilização de dosagens de 20 a 30 g/dia por apenas quatro a sete dias<sup>(12,48,60)</sup>. Essas modificações têm sido associadas frequentemente ao aumento da retenção hídrica intracelular<sup>(67)</sup>.

Entretanto, tais modificações não têm sido observadas em todos os usuários, o que indica que existem indivíduos que parecem, por algum motivo ainda desconhecido, não serem responsivos a suplementação de creatina<sup>(68)</sup>.

#### **3.2.4.2 Suplementação crônica**

O uso crônico da suplementação de creatina remete a duas situações, a primeira que combina um período de loading (quatro a sete dias, 20 a 30 g/dia, em quatro a seis doses de 5 g) seguida por um período de manutenção (uma única dose diária de 2 a 5 g por alguns dias ou algumas semanas) ou, ainda,

uma segunda situação na qual tem sido utilizada uma única dose diária de 2 a 5 g por períodos iguais ou superiores a 28 dias.

Nesse sentido, um dos primeiros estudos envolvendo essa estratégia de suplementação indicou que uma baixa dose de creatina por um longo período (3 g/dia durante 28 dias) foi suficiente para aumentar as concentrações de CrT (+20%) nos músculos, de forma gradual<sup>(69)</sup>. Vale ressaltar que a magnitude do aumento observado foi semelhante aquela relatada em estudos que adotaram a estratégia de loading<sup>(60)</sup>.

Um aspecto que merece ser destacado é que as concentrações de CrT e PCr parecem atingir um platô durante o período loading, não sofrendo incrementos adicionais após esse período nem mesmo com o uso contínuo de baixas doses nos dias e semanas subseqüentes<sup>(70)</sup>. Portanto, a adoção de baixas doses de creatina após o período de loading tem simplesmente a finalidade de manutenção das concentrações musculares de creatina atingida nesse período.

### **3.2.5 Efeitos colaterais**

Considerando a ampla utilização da suplementação de creatina e a sua intensa comercialização, alguns pesquisadores têm buscado analisar os possíveis efeitos colaterais do uso dessa substância, tais como: redução da síntese endógena quando utilizada por longos períodos, câimbras musculares e/ou lesões durante o treinamento, distúrbios gastrointestinais, alterações no estado hidroeletrólítico, danos hepáticos e renais e elevação da pressão arterial. Entretanto, estudos de revisão têm indicado que nenhum efeito colateral tem sido relatado em

estudos bem controlados, durante ou após o uso da suplementação de creatina, em indivíduos saudáveis<sup>(48-49,71-73)</sup>.

Nesse sentido, Bembem & Lamont<sup>(48)</sup> não constataram nenhuma alteração gastrointestinal, em indivíduos do sexo masculino de 40 a 60 anos de idade, após a ingestão concomitante de 5 g de creatina, 35 g de proteína e 250 ml de bebida carboidratada durante cinco dias. De forma semelhante câimbras parecem associadas a outras causas, como a intensidade do exercício ou mudança nas concentrações intramusculares de eletrólitos<sup>(48)</sup> e não em virtude da ingestão da creatina<sup>(59)</sup>. Embora o aparecimento de câimbras em alguns sujeitos durante a fase de *loading* de suplementação de creatina já tenha sido relatado<sup>(57)</sup>, não parece que esse fato possa ser atribuído ao uso dessa substância<sup>(49)</sup>.

O estudo mais polêmico sobre possíveis efeitos colaterais do uso de suplementação de creatina foi um estudo de caso com um paciente com problemas renais crônicos<sup>(74)</sup>. Verificou-se um agravamento da disfunção renal, durante a administração de suplementação de creatina, que foi restabelecida a situação inicial após a interrupção do uso da suplementação.

Para finalizar, não existem pesquisas até o presente momento demonstrando modificações nos níveis de enzimas hepáticas plasmáticas e alterações na pressão arterial tanto sistólica quanto diastólica durante e após o uso de suplementação de creatina<sup>(75-76)</sup>.

### 3.2.6 Impacto da creatina sobre a composição corporal

Muitos estudos têm relatado importantes modificações na composição corporal durante e imediatamente após diferentes períodos de suplementação com creatina. A maioria dessas investigações tem encontrado um aumento bastante variável de 0,5-4,0 kg na massa corporal, freqüentemente acompanhado pela elevação da massa corporal magra ou massa livre de gordura. Por outro lado, poucas pesquisas têm encontrado alterações no componente adiposo. Uma síntese dos principais achados da literatura sobre o impacto da suplementação de creatina sobre indicadores da composição corporal nos últimos cinco anos é apresentada na Tabela 1.

O possível mecanismo responsável pelo ganho de massa corporal durante o uso de suplementação de creatina em curto prazo (< 14 dias) parece ser o aumento da retenção hídrica no espaço intramuscular, produto do transporte celular de creatina com  $\text{Na}^{+}$ <sup>(69)</sup>.

**TABELA 1.** Efeitos da suplementação de creatina monoidratada sobre a composição corporal.

Investigadores	Amostra	n/sexo	Idade (anos)	Duração (dias)	Dose de creatina (g/dia)	Técnica	MC (kg)	MCM (kg)	MG (kg)	ACT (L)
BALL et al. <sup>(77)</sup> (2004)	Atletas recreacional ativos	10/M	18-40	4 + 17	20 + 2	ADP EDC	+1,5	+2,0	NS	-
BURKE et al. <sup>(60)</sup> (2003)	Atletas recreacional ativos	7M 5F	33,0 ± 2,6	7 + 49	0,25/kg de MLG 0,0625/kg de MLG	DEXA BIA	S ( <i>p</i> <0,05)	+1,9	-	+1,6
BRILLA et al. <sup>(78)</sup> (2003)	Fisicamente ativos	35/M	22,8 ± 4,3	14	20	BIA	+0,7	-	-	NS
CRIBB et al. <sup>(10)</sup> (2007)	Treinados em exercícios com pesos	33/M	25,0 ± 4,0	7 + 70	0,3/kg de MC + 0,1/kg de MC	DEXA	+4,0	+4,3	NS	-
CYRINO <sup>(79)</sup> (2002)	Treinados em exercícios com pesos	56/M	24,0 ± 2,7	5 + 51	20 + 3	DEXA EDC BIA 2C	+4,0	+4,3	NS	+1,3
DAWSON et al. <sup>(80)</sup> (2002)	Nadadores	10M 10F	16,1 ± 1,4	5 + 22	20 + 5	EDC	NS	-	NS	-
ECKERSON et al. <sup>(81)</sup> (2005)	Fisicamente ativos	31/M	21,0 ± 2,0	6	20	MC	+1,2	-	-	-
IZQUIERDO et al. <sup>(82)</sup> (2002)	Jogadores de handebol	9/M	20,8 ± 5,0	5	20	EDC	+0,6	NS	NS	-
KILDUFF et al. <sup>(83)</sup> (2003)	Sedentários Aparentemente saudáveis	19/M	20,0 ± 3,0	7 + 21	20 + 5	BIA 2C	+2,0	-	-	+1,4
KUTZ & GUNTER <sup>(57)</sup> (2003)	Universitários fisicamente ativos	17/M	22,9 ± 4,9	15 + 15	30 + 15	PH BIA 2C	+1,7	-	NS	+3,4

*Nota:* Os estudos apresentados referem-se ao período 2002-2007. n = número de indivíduos suplementados com creatina; M = masculino; F = feminino; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; ADP = Pletismografia por deslocamento de ar; DOD = Diluição de óxido de deutério; EDC = espessura de dobras cutâneas; PH = pesagem hidrostática; BIA 1C = bioimpedância para um compartimento; BIA 2C = bioimpedância por dois compartimentos; MC = massa corporal; MCM = massa corporal magra; ACT = água corporal total; NS = não-significante; S = significante.

**TABELA 1.** Efeitos da suplementação de creatina monoidratada sobre a composição corporal (continuação).

Investigadores	Amostra	n/sexo	Idade (anos)	Duração (dias)	Dose de creatina (g/dia)	Técnica	MC (kg)	MCM (kg)	MG (kg)	ACT (L)
LEHMKUHL et al. <sup>(84)</sup> (2003)	Atletas velocistas e saltadores	17M 12F	19,4 ± 0,3	7 + 49	0,3/kg de MC + 0,03/kg de MC	PH EDC	+1,7	+2,2	NS	-
MENDES et al. <sup>(85)</sup> (2004)	Nadadores	12M 6F	19,4 ± 2,6	8	20	DEXA EDC BIA 2C	+1,3	+1,5	-	+1,4
POWERS et al. <sup>(12)</sup> (2003)	Treinados em exercícios com pesos	16M 16M	22,8 ± 3,0	7 + 21	25 + 5	ADP DOD BIA 2C	+1,3	-	-	+2,0
ROGERS et al. <sup>(86)</sup> (2006)	Idosos saudáveis e moderadamente ativos	21M 23F	55-84	7 + 30	20 + 2 a 5	DEXA	+2,0	+1,7	NS	-
VAN LOON et al. <sup>(87)</sup> (2003)	Sedentários	20M	20,6 ± 0,3	5 + 37	20 + 2	PH	+1,1	NS	NS	-
VOLEK et al. <sup>(88)</sup> (2004)	Treinados em exercícios com pesos	17M	20,7 ± 1,9	7 + 21	0,3/kg de MC + 0,05/kg de MC	BIA 1C DEXA	+2,6	+3,4	NS	NS

*Nota:* Os estudos apresentados referem-se ao período 2002-2007. n = número de indivíduos suplementados com creatina; M = masculino; F = feminino; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; ADP = Pletismografia por deslocamento de ar; DOD = Diluição de óxido de deutério; EDC = espessura de dobras cutâneas; PH = pesagem hidrostática; BIA 1C = bioimpedância para um compartimento; BIA 2C = bioimpedância por dois compartimentos; MC = massa corporal; MCM = massa corporal magra; ACT = água corporal total; NS = não-significante; S = significante.



Considerando que a creatina é uma substância osmoticamente ativa, com potencial para induzir aumento no influxo de água do meio extracelular para o meio intracelular, um aporte elevado de creatina exógena pode desencadear um processo de hipertrofia sarcoplasmática, em razão do aumento da hidratação no compartimento intracelular<sup>(63)</sup>. Resta saber o possível impacto da hiperhidratação para o processo de hipertrofia muscular em períodos mais longos.

Por outro lado, em um estudo mais recente, Powers *et al.*<sup>(12)</sup> estudou 16 homens e 16 mulheres, utilizando métodos considerados “padrão-ouro” para análise da água corporal total (diluição de deutério) e do volume de água extracelular e intracelular (diluição de bromio-sódio). No grupo creatina houve aumentos significativos tanto na fase de *loading* (7 dias) quanto na fase manutenção (28 dias) na água corporal total em relação o período pré-suplementação, porém diferenças significativas não foram identificadas no conteúdo de água intracelular. Vale ressaltar que infelizmente não houve controle de variáveis importantes tais como o treinamento pré-suplementação e os aspectos nutricionais, o que dificulta uma análise mais criteriosa dos resultados.

Analisando as informações apresentadas na tabela 1 observa-se um consenso sobre o aumento da massa corporal provocado pelo uso da suplementação de creatina, independentemente da dosagem utilizada e do período de duração da suplementação. Somente um estudo<sup>(80)</sup> realizado com adolescentes não encontrou modificações na massa corporal, todavia não houve controle nutricional e o método da composição corporal utilizado não parece ser o mais adequado para esse tipo de análise. Adicionalmente, a amostra investigada não foi separada de acordo com o sexo.

Assim, dos 10 estudos apresentados que analisaram a MCM apenas dois não relataram aumento nesse componente após o uso de suplementação de creatina<sup>(82,87)</sup>. Nos demais estudos o aumento foi de 1,5 a 4,3 kg. Vale ressaltar que nenhum desses estudos identificou aumentos na MG que pudessem ser atribuídos a suplementação de creatina.

Vale ressaltar que as maiores dificuldades para a interpretação dos resultados de diferentes estudos que relataram modificações induzidas pela suplementação de creatina, nos diferentes componentes da composição corporal, têm sido<sup>(79)</sup>: diferentes técnicas de medida empregadas (espessura de dobras cutâneas, pesagem hidrostática, absorptometria radiológica de dupla energia ou bioimpedância); falta de controle dos hábitos nutricionais dos sujeitos investigados; tratamento estatístico inadequado; grupo amostral reduzido; além da grande variabilidade de delineamentos utilizados, com relação às doses de creatina empregadas, aos períodos de duração da suplementação, aos protocolos de exercícios físicos adotados, aos níveis de aptidão física dos sujeitos envolvidos; bem como a falta de controle do treinamento pré-suplementação.

Todas essas variáveis, de forma isolada ou associada, podem comprometer os resultados encontrados. Portanto, sugere-se que as informações sejam analisadas com certa cautela.

### **3.3 Treinamento com pesos**

O TP vem sendo utilizado por diversas populações para o desenvolvimento e/ou manutenção de vários componentes morfológicos, fisiológicos e neuromotores. Adicionalmente, a prática regular de exercícios com pesos, de forma sistematizada, pode trazer uma série de benefícios à saúde, tais como: redução dos fatores de risco associados às doenças cardiovasculares e ao diabetes mellitus não-insulino dependente; prevenção à osteoporose; redução ou manutenção da massa corporal; melhoria da estabilidade dinâmica e preservação da capacidade funcional<sup>(3)</sup>.

Considerando a grande dificuldade de interpretação dos resultados de estudos envolvendo o treinamento com pesos, devido a sua complexibilidade na estruturação quanto a volume (número de exercícios, séries e repetições, frequência semanal) e à intensidade (carga, velocidade de execução dos movimentos, intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios), parece fundamental abordar alguns desses aspectos de maneira mais detalhada.

#### **3.3.1 Treinamento com pesos e a composição corporal**

O TP pode contribuir favoravelmente para o controle ponderal, para a redução ou manutenção dos depósitos de gordura e para o aumento ou preservação da massa muscular, em indivíduos de ambos os sexos, em diferentes faixas etárias, com níveis de aptidão física variados<sup>(6-8,79,88-89)</sup>. Adicionalmente,

alguns estudos têm indicado que o TP pode auxiliar, também, na preservação ou aumento da densidade e do conteúdo mineral ósseo<sup>(90-92)</sup>.

As modificações induzidas nos diferentes componentes da composição corporal pelo TP parecem estar atreladas à intensidade e ao volume do programa de treinamento. Assim, programas com intensidade moderadamente elevada (70-85% de 1-RM) e de alto volume (4-6 séries, 6-12 RM, 4-6 dias na semana, rotinas parceladas) parecem ser mais indicados para hipertrofia muscular em indivíduos moderadamente treinados (> quatro meses) ou muito treinados (> dois anos), ao passo que indivíduos não-treinados respondem positivamente até mesmo a intensidades e volumes menores (1-3 séries, 8-12 RM, 60-70% de 1-RM, 2-3 dias na semana)<sup>(3)</sup>.

Alguns pesquisadores acreditam que uma suposta redução nos depósitos de gordura, induzida pelo TP, possa ocorrer em maior magnitude mediante a execução de programas de treinamento estruturados em forma de circuito<sup>(93-94)</sup>.

Dessa forma, o primeiro estudo<sup>(95)</sup> que verificou a eficiência do TP, em forma de circuito, para a redução dos depósitos de gordura corporal encontrou uma redução estatisticamente significativa na massa gorda de 1,3 kg (~6%), após 20 semanas de intervenção. Contudo, esse e muitos outros estudos que têm indicado redução nos depósitos de gordura corporal, durante e após o TP, têm sido alvo de muitas críticas, sobretudo, pela falta de controle de variáveis importantes, como os hábitos nutricionais dos participantes.

A magnitude das modificações na composição corporal aparentemente depende de muitos fatores, direta ou indiretamente, relacionados ao treinamento físico. Assim, muitas das diferenças observadas na comparação entre

os estudos disponíveis na literatura que têm investigado a prática de exercícios com pesos podem estar atreladas ao período de duração do estudo, aos diferentes protocolos de treinamento empregados, à intensidade e ao volume aplicados, aos grupos amostrais utilizados, ao sexo e à faixa etária estudada, à existência ou não de controle nutricional, entre outros.

### **3.3.2 Adaptações neurais e hipertrofia**

A hipertrofia muscular nada mais é do que o produto do acúmulo de proteínas, provocado pelo aumento na síntese e/ou redução da degradação protéica. Alguns estudos têm demonstrado elevação na síntese protéica após 2-3 horas do encerramento de uma sessão de treinamento com pesos de alta intensidade. A partir daí, a síntese protéica permanece elevada até cerca de 36-48 horas pós-esforço, sendo os valores de pico alcançados em aproximadamente 24 horas<sup>(96-99)</sup>.

Conjuntamente com as adaptações neurais, tais como aumento do recrutamento de unidades motoras de alto limiar, melhoria da coordenação dos grupos musculares antagonistas, aumento da frequência de estimulação e melhoria na sincronização das unidades motoras estimuladas, a hipertrofia muscular é o principal processo modulador dos níveis de força muscular<sup>(99)</sup>.

O treinamento com pesos pode desencadear hipertrofia muscular tanto nas fibras de contração lenta (tipo I) quanto nas fibras de contração rápida (tipo II). A intensidade e o volume do treinamento são os principais parâmetros moduladores desse processo.

Dessa forma, o grau da lesão muscular depende da duração e intensidade do exercício. Quando realizados de forma exaustiva, ambos provocam danos celulares, rompimento das fibras musculares ocorrendo um processo inflamatório e a degeneração ocorre segundo níveis crescentes, a partir das miofibrilas ou miofibrilas e sarcoplasma e segue para sarcolema, atinge células miosatélites, chegando ao endomísio e capilares<sup>(100)</sup>.

Porém, as adaptações no sistema nervoso são fatores determinantes para o desenvolvimento da hipertrofia muscular, em indivíduos de diversas faixas etárias, de ambos os sexos e com níveis de aptidão física individual diferenciados<sup>(99)</sup>.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Amostra**

Oitenta e três indivíduos jovens, universitários, na faixa etária de 18 a 30 anos, do sexo masculino, foram selecionados voluntariamente para participar deste estudo. Como critérios iniciais de inclusão, os sujeitos deveriam ser sedentários ou moderadamente ativos (atividade física regular < 2X por semana) e não ter participado regularmente de nenhum programa de treinamento com pesos ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do experimento. Além disso, nenhum dos participantes deveria ser usuário de esteróides anabólicos ou ter feito o uso de suplementação de creatina. Vinte e sete desses sujeitos acabaram não concluindo o experimento por diversos motivos, incluindo abandono voluntário, não-cumprimento de procedimentos estabelecidos previamente ao início do estudo, problemas de saúde, não relacionados ao protocolo experimental, ou problemas particulares. Assim, 56 indivíduos compuseram a amostra investigada. Nenhum dos sujeitos era fumante, etilista ou vegetariano.

Todos os sujeitos, após serem convenientemente esclarecidos sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram consentimento livre e esclarecido (Anexo I).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (Anexo II).

## 4.2 Antropometria

A massa corporal foi medida em uma balança de plataforma, digital, marca Urano, modelo PS 180A, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al.<sup>(101)</sup>. Todos os indivíduos foram medidos e pesados descalços, vestindo apenas uma sunga.

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pelo quociente peso corporal/estatura<sup>2</sup>, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

## 4.3 Bioimpedância

Medidas de bioimpedância (Biodynamic Body Composition Analyzer, modelo 310, Biodynamics Corporation, Seattle, USA) foram utilizadas para a determinação da quantidade de água corporal total. Os indivíduos foram medidos na posição de decúbito dorsal, em uma maca isolada de condutores elétricos, na posição supinada com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, quatro eletrodos foram colocados na superfície da mão e do pé direito, de acordo com os procedimentos descritos por Sardinha *et al.*<sup>(38)</sup>.

Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, os sujeitos foram orientados para urinarem cerca de quatro horas antes da realização das medidas, absterem-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitem a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 horas,



absterem-se do consumo de álcool e bebidas cafeinadas por no mínimo 48 horas, evitem o uso de diuréticos ao longo dos últimos sete dias.

Antes do início do estudo duas medidas foram realizadas, em horários semelhantes, com cerca de 20 sujeitos, em um intervalo de 48 horas, para a determinação da reprodutibilidade do instrumento.

Vale ressaltar que todas as medidas a serem utilizadas no presente estudo foram coletadas no mesmo dia da avaliação em cada um dos momentos do estudo.

#### **4.4 Absortometria Radiológica de Dupla Energia**

A DEXA foi utilizada como método de referência, para a análise da composição corporal total e regional. Para tanto, os exames foram realizados em equipamento da marca Lunar, modelo DPX-IQ (Lunar Radiation Corporation, Madison, WI, EUA) e *software* versão 4.7e.

A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante. Tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório, com experiência nesse tipo de avaliação.

Os sujeitos durante a avaliação estavam vestindo apenas shorts e camiseta, descalços e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. Os avaliados permaneceram deitados em decúbito dorsal, com pés unidos e braços levemente afastados do tronco, à lateral do corpo e mantiveram-se completamente imóveis, até a finalização do exame. As avaliações duraram entre 15 e 25 minutos, conforme as dimensões corporais de cada avaliado.

Após a varredura completa, o *software* forneceu a massa gorda, massa óssea e o tecido magro, para o corpo todo e regiões específicas (tronco e membros superiores e inferiores). No *software*, os membros foram separados do tronco e da cabeça por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento. Essas linhas foram ajustadas pelo mesmo técnico, por meio de pontos anatômicos específicos, determinados pelo fabricante. Dessa forma, foi calculada a massa do tecido magro apendicular (TMA) por meio da somatória do tecido magro de membros superiores e inferiores, nos hemisférios direito e esquerdo. O valor de TMA foi utilizado para a estimativa da massa muscular (MM) de acordo com uma equação desenvolvida e validada em amostra similar a utilizada neste estudo<sup>(24)</sup> e descrita a seguir:

$$MM \text{ (kg)} = 1,19.TMA - 1,65$$

*Nota:*  $R^2 = 0,962$ ; EPE = 1,46 kg (desenvolvimento);  $R^2 = 0,98$  (validação).

Para análise de reprodutibilidade das medidas, 12 sujeitos passaram por uma avaliação por meio de DEXA. Os resultados indicaram altos valores de correlação ( $r > 0,98$ ) e correlação intra-classe ( $r = 0,99$ ), e baixos valores de erro padrão de estimativa (EPE  $< 1,05$  kg), diferença médias ( $< 0,16$ ) e coeficiente de variação (CV  $< 4,5\%$ ), para as variáveis gordura corporal relativa, TMA e MM, indicando uma boa reprodutibilidade deste equipamento para avaliação da MM e gordura corporal relativa.

#### **4.5 Controle dos hábitos nutricionais**

Os participantes foram orientados por uma equipe de nutricionistas treinadas previamente, para o preenchimento de registros alimentares de sete dias (Anexo 3) durante as diferentes etapas do estudo. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total, a quantidade e as proporções de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Virtual Nutri, versão 1.0.

Os sujeitos foram orientados, também, para manterem seus hábitos alimentares ao longo do estudo. Contudo, no período de suplementação com Cr ou PL foi recomendado que os indivíduos evitem o uso de bebidas cafeinadas. A ingestão de água foi ad libitum.

#### **4.6 Suplementação de creatina monoidratada**

Os participantes foram separados aleatoriamente por meio de um delineamento duplo cego para receberem creatina monoidratada ou placebo (maltodextrina). Os suplementos foram oferecidos em forma de cápsulas com cor e textura semelhantes. Durante os primeiros cinco dias da fase de suplementação os sujeitos ingeriram 20 g/dia de creatina ou placebo em quatro doses iguais de 5 g, separadas a cada 3-4 horas. Nos 51 dias subseqüentes uma única dose de 3 g foi consumida. Os sujeitos foram orientados para associarem 250 ml de bebidas carboidratadas a cada dose de suplementação.

## **4.7 Treinamento com pesos**

Os protocolos de TP foram executados na sala de musculação do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, com supervisão direta de uma equipe de estudantes do curso de Educação Física, previamente treinados.

### **4.7.1 Protocolo de treinamento pré-suplementação**

O protocolo de treinamento pré-suplementação foi dividido em duas etapas, cada qual com duração de oito semanas consecutivas, intercaladas por uma semana de intervalo, sem qualquer tipo de treinamento, para que fossem realizadas as reavaliações e reestruturações dos programas de treinamento.

Tanto a primeira quanto a segunda etapa tiveram como finalidade a equiparação dos níveis de condicionamento muscular dos participantes e o processo de hipertrofia muscular.

O protocolo de treinamento nessas duas primeiras etapas envolveu somente uma única programação de treinamento com pesos (Anexos 4 e 5) que foi executada em três sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras ou terças, quintas e sábados). A diferença entre essas etapas foi determinada pela forma de estruturação dos programas de treinamento (escolha e ordenação dos exercícios), bem como pelo número total de exercícios executados, sendo utilizada uma montagem alternada por segmento, na primeira etapa, e uma

montagem localizada por articulação, na segunda. Esse procedimento tende a gerar uma sobrecarga progressiva além de uma quebra da homeostase do treinamento.

O programa de treinamento na primeira etapa foi composto por 10 exercícios, ao passo que na segunda etapa foram utilizados 12 exercícios. Vale ressaltar que em ambos os programas foram empregados exercícios para os diferentes grupamentos musculares. Cada exercício foi executado em três séries de 8 a 12 repetições máximas (RM) com cargas fixas. Nessas duas programações as únicas exceções foram os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15 a 20-RM) e abdômen (30 a 50-RM).

As cargas utilizadas foram compatíveis com o número de repetições máximas estipuladas para cada exercício, o que teoricamente correspondeu à cerca de 60-85% de 1-RM. Os indivíduos receberam orientação para que as cargas de treinamento fossem reajustadas sempre que o número máximo de repetições preestabelecidas para cada exercício fosse atingido em todas as séries, na tentativa de que a intensidade inicial pudesse ser preservada.

Tanto as cargas iniciais quanto os reajustes periódicos nas cargas utilizadas nos diferentes exercícios foram estabelecidos com base nos resultados obtidos mediante a aplicação de testes de peso por repetições máximas<sup>(102)</sup>. Vale ressaltar que, em ambas as etapas, o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries, durante cada exercício, foi de sessenta a noventa segundos, e entre os exercícios de dois a três minutos.

Os sujeitos foram orientados, ainda, para não realizarem nenhum outro tipo de atividade física regular sistematizada durante o período de duração do estudo, de modo que o impacto do treinamento com pesos pudesse ser avaliado de forma isolada.

#### **4.7.2 Protocolo de treinamento durante o período de suplementação**

O protocolo de treinamento com pesos durante a etapa de suplementação com creatina ou placebo foi dividido em duas programações (A e B). As duas programações foram executadas de forma alternada, em quatro sessões semanais (segundas, terças, quintas e sextas-feira). Todas as quartas-feiras, bem como sábados e domingos foram utilizadas como períodos de recuperação, visando a otimização dos efeitos do treinamento.

O programa de treinamento A foi composto por exercícios para os grupamentos musculares do peitoral, ombros, tríceps e abdômen, ao passo que o programa B envolveu exercícios para os grupamentos musculares das costas, bíceps, antebraços, coxas e panturrilhas.

Ambos os programas foram estruturados de acordo com uma montagem localizada por articulação. Cada programa foi composto por nove exercícios que foram executados em quatro séries. O número de repetições utilizadas em cada uma dessas séries foi 12/10/8/6 RM, respectivamente, sendo utilizado assim o sistema de treinamento com cargas variáveis<sup>(102)</sup>. Nessas duas programações as únicas exceções foram os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15 a 20-RM), antebraço (12 a 15-RM) e abdômen (150 a 300-RM).

Tanto a forma de reajuste periódico das cargas de treinamento quanto os intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios para um mesmo grupamento muscular seguiram a padronização adotada nas duas fases de treinamento pré-experimento descritas anteriormente.

#### **4.8 Delineamento Experimental**

Os sujeitos selecionados para participarem deste estudo foram, inicialmente, separados, aleatoriamente, em dois grupos (treinamento e controle). Nas primeiras duas etapas do experimento, os indivíduos foram avaliados nas semanas 1, 10 e 19 por meio de medidas antropométricas de massa corporal e estatura.

Ao longo dessas duas etapas o grupo treinamento foi submetido a treinamento padronizado com pesos durante 16 semanas (2-9 e 11-18). No final desse período, os indivíduos foram novamente subdivididos, agora dentro do próprio grupo (treinamento e controle), por sorteio, para receberem suplementação de creatina ou placebo. Desse modo foram formados quatro novos grupos para a terceira etapa do experimento, denominados de CRT (treinamento com pesos + suplementação de creatina), CRC (controle + suplementação de creatina), PLT (treinamento com pesos + suplementação com placebo) e PLC (controle + suplementação com placebo).

A terceira etapa do experimento foi iniciada na semana 19 e durou até a semana 28. Tanto a semana inicial (19) quanto à semana final (28) dessa etapa foram destinadas para os processos de avaliação. Medidas antropométricas foram coletadas nessas duas semanas, de forma semelhante ao relatado nas etapas anteriores do estudo. Todavia, medidas de absorptometria radiológica de dupla energia e bioimpedância foram adicionadas para a avaliação dos componentes da composição corporal.





#### 4.9 Análise Estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para análise da distribuição dos dados. Estatística descritiva foi utilizada para caracterização da amostra. Com a normalidade dos dados confirmada, foi utilizado o teste “t” de Student para as comparações entre os grupos (Grupo Treinamento e Grupo Controle) no momento inicial. As comparações da semana um, nove e 19 foram realizadas por ANOVA one-way para medidas repetidas, onde foi aplicado o teste de esfericidade de Mauchly W. para a homogeneidade das variâncias e, quando este for violado, correções técnicas foram realizadas utilizando-se o teste de Greenhouse-Geisser. Quando o teste F for significativo, complementarmente a análise por meio do teste de comparações múltiplas de Bonferroni.

Para comparar os quatro grupos (CRT, PLT, CRC e PLC) no momento inicial da suplementação (semana 19) para o final (semana 28) foi aplicada ANOVA two-way. Após a aplicação do teste de homogeneidade das variâncias foi analisado o teste F e quando este foi significativo utilizou o *post hoc* de Tukey. Nas variáveis em que as condições iniciais dos grupos se diferirem estatisticamente, análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada, com as medidas da linha de base sendo adotadas como covariáveis.

A significância estatística adotada foi de  $P < 0,05$ . Os dados foram processados no pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 13.0, para Windows.

## 5 RESULTADOS

As características físicas dos grupos creatina treinamento (CRT), placebo treinamento (PLT), creatina controle (CRC) e placebo controle (PLC) são apresentadas na tabela 2. Os valores iniciais dos quatro grupos no conjunto de variáveis analisadas são relativamente semelhantes o que indica a homogeneidade na distribuição da amostra.

Um aumento significativo ( $P < 0,01$ ) da massa corporal foi identificado nos grupos CRT (3,8%), PLT (2,3%) e CRC (3,0%) após oito semanas de intervenção. Um comportamento similar foi verificado com relação aos valores de IMC nos grupos CRT (4,0%), PLT (2,5%) e CRC (2,8%).

Por outro lado, no grupo PLC as modificações tanto da massa corporal quanto do IMC não foram estatisticamente significantes ( $P > 0,05$ ). Vale destacar que os incrementos de maior magnitude foram verificados nos dois grupos suplementados com creatina. Interações grupo x tempo e suplementação x tempo foram encontradas na massa corporal e no IMC ( $P < 0,01$ ).

**TABELA 2** – Valores médios ( $\pm$  DP) da massa corporal, estatura e IMC dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.

Grupos	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
CRT (n = 14)			
Pré	76,1 $\pm$ 10,5	179,2 $\pm$ 5,5	23,6 $\pm$ 3,0
Pós	79,1 $\pm$ 10,8*	179,3 $\pm$ 5,5	24,6 $\pm$ 3,0*
$\Delta$	+ 3,0	+ 0,1	+ 1,0
PLT (n = 14)			
Pré	74,9 $\pm$ 8,1	179,4 $\pm$ 4,9	23,2 $\pm$ 2,3
Pós	76,7 $\pm$ 8,1*	179,4 $\pm$ 4,8	23,8 $\pm$ 2,4*
$\Delta$	+ 1,8	0,0	+ 0,6
CRC (n = 14)			
Pré	72,8 $\pm$ 8,2	175,6 $\pm$ 6,7	23,6 $\pm$ 2,4
Pós	75,1 $\pm$ 8,0*	175,8 $\pm$ 6,9	24,3 $\pm$ 2,4*
$\Delta$	+ 2,3	+ 0,2	+ 0,7
PLC (n = 14)			
Pré	73,7 $\pm$ 13,4	177,3 $\pm$ 7,4	23,3 $\pm$ 2,9
Pós	74,1 $\pm$ 13,7	177,3 $\pm$ 7,6	23,4 $\pm$ 3,0
$\Delta$	+ 0,4	0,0	+ 0,1
GR	NS	NS	NS
SUPL	NS	NS	NS
T	272,67*	NS	267,48*
GR X SUPL	NS	NS	NS
GR X T	23,12*	NS	19,39*
SUPL X T	47,50*	NS	47,97*
GR X T X SUPL	NS	NS	NS

*Nota.* Todos os dados foram tratados com ANOVA (\* $P < 0,01$ ). CRT = creatina treinamento; PLT = placebo treinamento; CRC = creatina controle; PLC = placebo controle; GR = grupo; SUPL = suplementação; T = tempo.

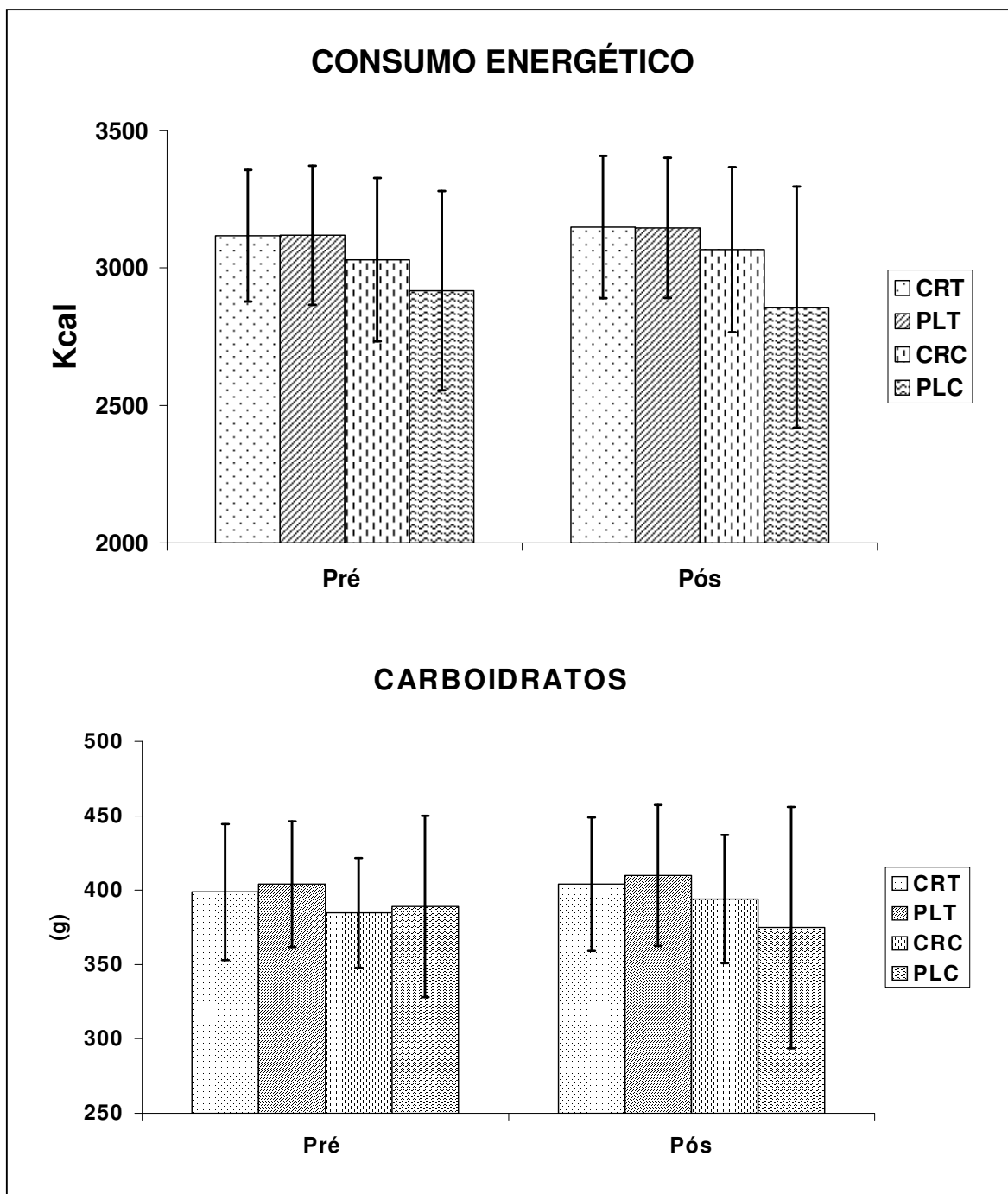
NS = não-significante ( $P > 0,05$ ).

Nas figuras 2 e 3 são apresentados os valores médios ( $\pm$  DP) do consumo energético (kcal) e de macronutrientes (g) após oito semanas de intervenção. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na comparação entre os grupos ( $P > 0,05$ ), tanto antes quanto após o período de suplementação.

A ausência de diferenças nas comparações intra e inter-grupos indica que os grupos além de apresentarem um comportamento relativamente semelhante tiveram seus hábitos alimentares preservados durante o período experimental.

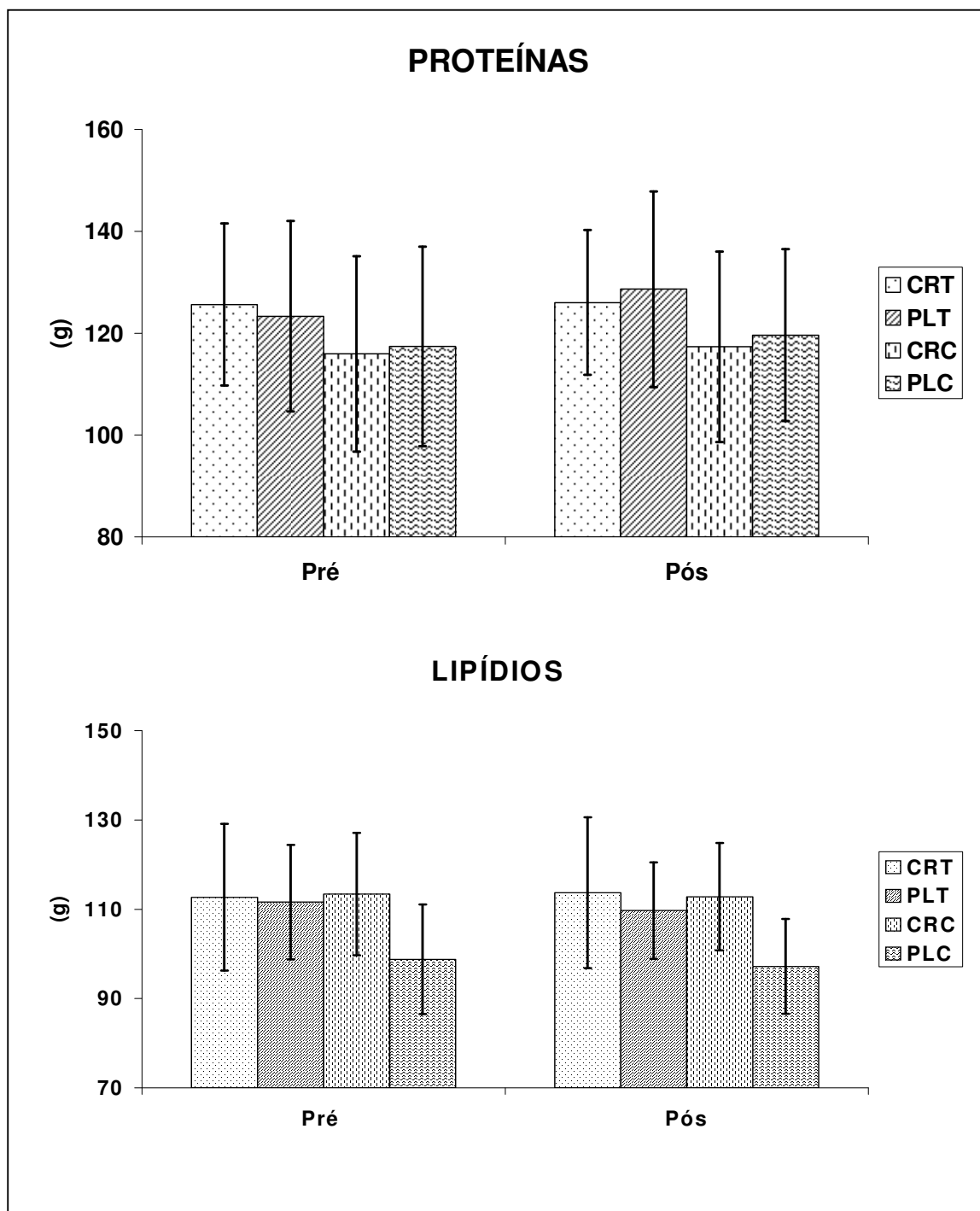
A ingestão energética entre os grupos variou de 40,0 a 41,8 kcal/kg de massa corporal no momento inicial e de 38,9 a 41,1kcal/kg de massa corporal no momento final, sendo os maiores e os menores valores em termos absolutos sendo registrados nos grupos PLT e PLC, respectivamente.

Por outro lado, a ingestão média de carboidratos, proteínas e lipídios foram de 50,4%, 16,1% e 33,3%, respectivamente, no momento inicial e de 50,4%, 16,5% e 33,0%, respectivamente, no momento final. Os maiores valores de ingestão de carboidratos foram verificados no grupo CRT no momento inicial e no grupo PLT no momento final, ao passo que o menor aporte deste nutriente foi identificado nos grupos PLC e PLC, nos momentos inicial e final, respectivamente.



**FIGURA 2** – Valores médios ( $\pm$  DP) do consumo energético e de carboidratos antes e após oito semanas de intervenção.

*Nota.* Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada nas comparações intra e inter-grupos ( $P > 0,05$ ).



**FIGURA 3** – Valores médios ( $\pm$  DP) do consumo de proteínas e lipídios antes e após oito semanas de intervenção.

*Nota.* Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada nas comparações intra e inter-grupos ( $P > 0,05$ ).

A tabela 3 apresenta informações referentes a massa muscular dos membros superiores e tronco (MMSS), de membros inferiores (MMII) e o total (MMTotal), pré e pós oito semanas de intervenção.

Verificou-se um aumento significativo ( $P < 0,001$ ) na MMSS ao longo do período experimental em todos os grupos, exceto no grupo PLC, sendo que os incrementos ocorreram na seguinte ordem: CRT (5,7%), CRC (4,7%) e PLT (2,4%).

Por outro lado, um aumento significativo na MMII foi encontrado nos grupos CRT, PLT e CRC ( $P < 0,001$ ). No grupo PLC não houve modificações ao longo do período investigado.

Com relação a MMTotal constatou-se comportamento semelhante ao identificado na MMSS com acréscimos na ordem de 4,7% (CRT), 4,3% (CRC) e 2,4% (PLT) no final do período de intervenção.

Nas comparações entre os grupos, ANCOVA identificou interações ( $P < 0,001$ ) entre suplementação x tempo, grupo x tempo, grupo x tempo x suplementação, na MMSS, na MMII bem como na MMTotal.

Vale destacar que os maiores ganhos relativos de massa muscular foram verificados na MMSS.

**TABELA 3** - Valores médios ( $\pm$  DP) da massa muscular de membros superiores e tronco (MMSS), membros inferiores (MMII) e total (MMTotal) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.

Grupos	MMSS (kg)	MMII (kg)	MMTotal (kg)
<b>CRT (n = 14)</b>			
Pré	17,5 $\pm$ 1,9	16,2 $\pm$ 1,2	33,8 $\pm$ 3,1
Pós	18,5 $\pm$ 1,9 **	16,9 $\pm$ 1,1 **	35,4 $\pm$ 3,0 **
$\Delta$ (kg)	+ 1,0	+ 0,7	+ 1,6
<b>PLT (n = 14)</b>			
Pré	16,7 $\pm$ 0,9	16,2 $\pm$ 0,9	32,9 $\pm$ 1,9
Pós	17,1 $\pm$ 0,9 **	16,5 $\pm$ 0,9 *	33,7 $\pm$ 1,8 **
$\Delta$ (kg)	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,8
<b>CRC (n = 14)</b>			
Pré	14,9 $\pm$ 0,9	14,6 $\pm$ 0,8	29,6 $\pm$ 1,6
Pós	15,6 $\pm$ 0,7 **	15,2 $\pm$ 0,7 *	30,9 $\pm$ 1,4 **
$\Delta$ (kg)	+ 0,7	+ 0,6	+ 1,3
<b>PLC (n = 14)</b>			
Pré	15,3 $\pm$ 1,3	15,3 $\pm$ 1,4	30,6 $\pm$ 2,7
Pós	15,4 $\pm$ 1,7	15,3 $\pm$ 1,5	30,7 $\pm$ 3,2
$\Delta$ (kg)	+ 0,1	0,0	+ 0,1
GR	4,18*	8,35**	6,41*
SUPL	29,48**	34,63**	38,47**
T	104,56**	105,96**	126,07**
GR X SUPL	NS	NS	NS
GR X T	6,37*	7,68**	8,24**
SUPL X T	30,15**	36,91**	39,24**
GR X T X SUPL	NS	NS	NS

*Nota.* Todos os dados foram tratados com ANCOVA (\*0,001  $\leq$   $P$  < 0,01 ou \*\* $P$  < 0,001); GR = Grupo; SUPL = Suplementação; T = Tempo. Os valores expressos na tabela estão em média ( $\pm$  DP). NS = não-significante ( $P$  > 0,05).



O comportamento do tecido magro dos braços (TMG Br), das pernas (TMG Per), do tronco (TMG Tro) e Total (TMG Total), antes e após oito semanas de intervenção, é apresentado na tabela 4.

Um aumento significativo foi constatado no TMG Br em todos os grupos investigados ( $P < 0,001$ ), exceto no PLC. Comportamento semelhante foi observado no TMG Per, contudo com valores absolutos superiores ao TMG Br, exceto no grupo PLC que apresentou comportamento divergente dos demais.

No TMG Tro houve incremento significativo somente nos grupos que receberam a suplementação de creatina (CRT = 3,0% e CRC = 2,6%). No TMG Total houve acréscimo significativo em todos os grupos (CRT = 3,9; PLT = 1,3%; CRC = 3,5%), exceto no grupo PLC. Por outro lado, uma redução não significativa no TMG Tro foi observada no grupo PLC.

**TABELA 4** - Valores médios ( $\pm$  DP) do Tecido Magro do Braço (TMG Br), de Pernas (TMG Per), do Tronco (TMG Tro) e Total (TMG Total) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.

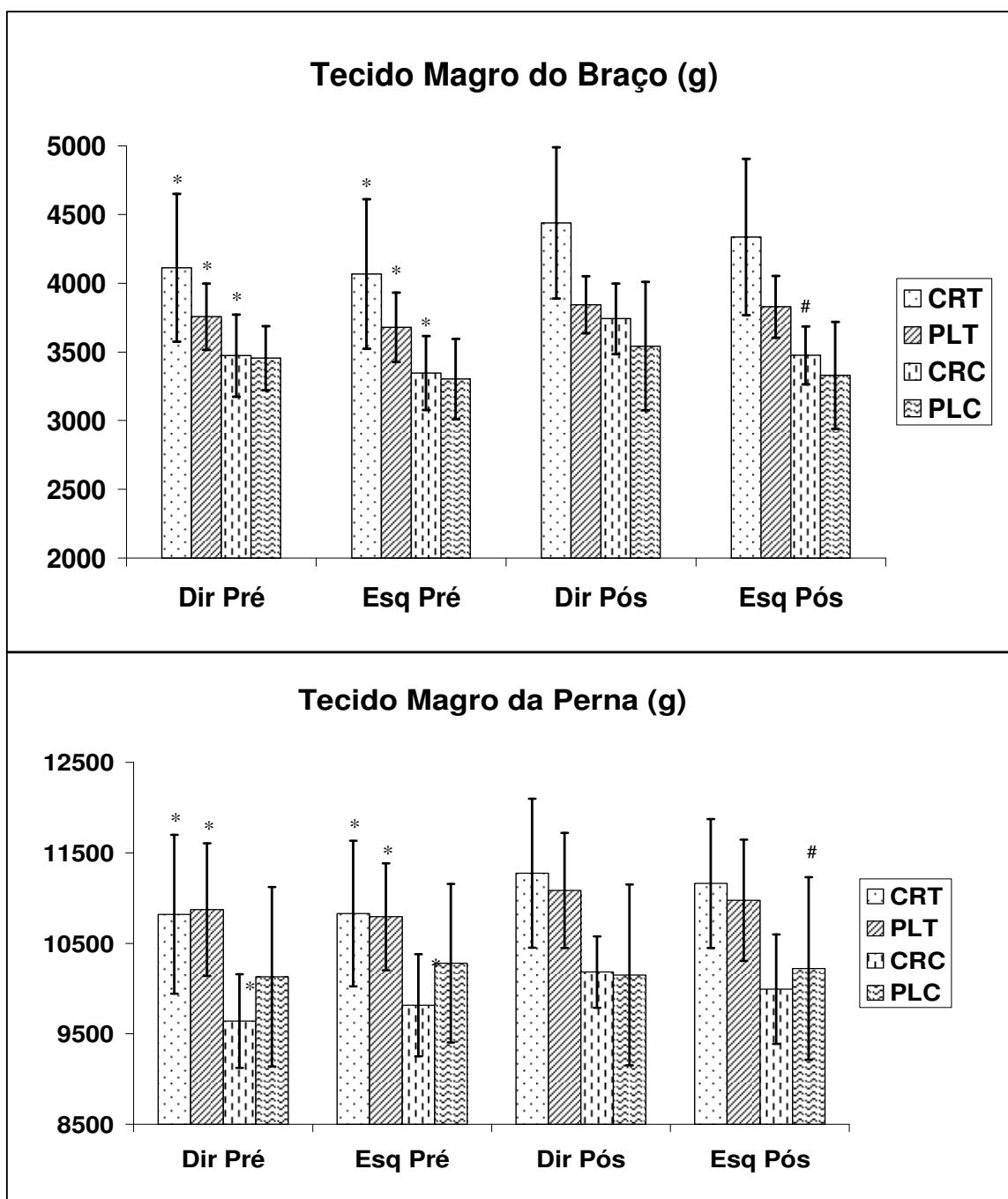
Grupos	TMG Br (g)	TMG Per (g)	TMG Tro (g)	TMG Total (g)
<b>CRT (n = 14)</b>				
Pré	8178,3 $\pm$ 1063,7	21649,5 $\pm$ 1656,2	28884,5 $\pm$ 2597,2	63140,0 $\pm$ 5171,6
Pós	8775,4 $\pm$ 1075,1 **	22438,3 $\pm$ 1511,3 **	29767,8 $\pm$ 2740,6 **	65703,0 $\pm$ 5275,4 **
$\Delta$ (g)	+ 597,1	+ 788,8	+ 883,3	+ 2563,0
<b>PLT (n = 14)</b>				
Pré	7435,1 $\pm$ 476,6	21664,6 $\pm$ 1308,8	27874,6 $\pm$ 1588,4	61732,0 $\pm$ 3283,9
Pós	7672,3 $\pm$ 405,0 **	22060,6 $\pm$ 1297,6 **	28112,6 $\pm$ 1277,5	62608,4 $\pm$ 2883,0 *
$\Delta$ (g)	+ 237,2	+ 396,0	+ 238,0	+ 876,4
<b>CRC (n = 14)</b>				
Pré	6819,0 $\pm$ 552,2	19456,3 $\pm$ 1072,4	26417,3 $\pm$ 1333,4	57190,6 $\pm$ 2782,8
Pós	7216,6 $\pm$ 460,1 **	20181,2 $\pm$ 980,3 **	27117,8 $\pm$ 1006,5 **	59312,1 $\pm$ 2156,4 **
$\Delta$ (g)	+ 397,6	+ 724,9	+ 700,5	+ 2121,5
<b>PLC (n = 14)</b>				
Pré	6757,2 $\pm$ 516,1	20410,5 $\pm$ 1846,4	26860,8 $\pm$ 2878,5	58323,1 $\pm$ 5327,0
Pós	6880,3 $\pm$ 835,6	20350,3 $\pm$ 1997,6	26713,0 $\pm$ 3253,4	58523,3 $\pm$ 5892,6
$\Delta$ (g)	+ 123,1	- 60,2	- 147,8	+ 200,2
GR	NS	7,54*	NS	4,43*
SUPL	15,66**	30,77**	24,42**	51,03**
T	77,87**	82,82**	31,52**	132,14**
GR X SUPL	NS	NS	NS	NS
GR X T	4,17*	6,55*	NS	4,97*
SUPL X T	17,06**	33,58**	25,09**	51,82**
GR X T X SUPL	NS	NS	NS	NS

*Nota.* Todos os dados foram tratados com ANCOVA (\* $0,001 \leq P < 0,01$  ou \*\* $P < 0,001$ ). GR = Grupo; SUPL = Suplementação; T = Tempo. Os valores expressos na tabela estão em média ( $\pm$  DP). NS = não-significante ( $P > 0,05$ ).

Nas figuras 4 e 5 é apresentado o comportamento do tecido magro subdividido em hemisfério direito e esquerdo para os braços, as pernas, o tronco e total. No momento inicial não houve diferenças significativas entre os hemisférios, tanto para TMG braços, pernas, tronco quanto para TMG total.

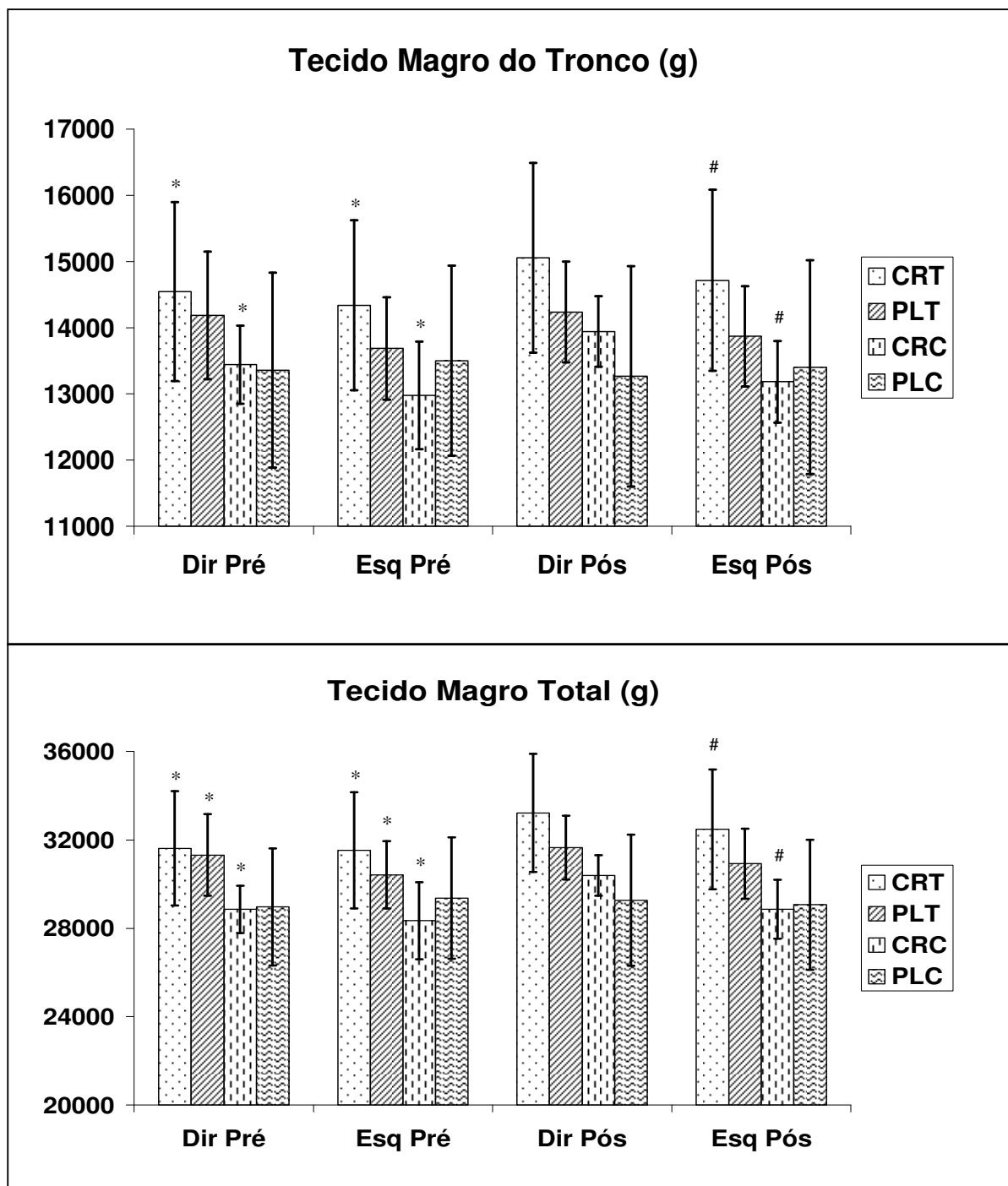
Foi observado um aumento significativo no tecido magro do braço direito (CRT = 328,0g; PLT = 87,0g; CRC = 268,5g) e esquerdo (CRT 269,0g; PLT = 149,0g; CRC = 129,0g) após oito semanas de intervenção em todos os grupos, exceto no PLC. Quando comparados os hemisférios direito e esquerdo do braço observou-se diferenças significativas somente no grupo CRC ( $P < 0,001$ ) após o treinamento.

Por outro lado, nos membros inferiores constatou-se um acréscimo significativo tanto no hemisfério direito (CRT = 454,0g; PLT = 213,0g; CRC = 541,5g) quanto no hemisfério esquerdo (CRT = 334,0g; PLT = 182,0g; CRC = 178,0g), após o período de intervenção em todos os grupos, exceto no PLC. Diferenças significativas foram encontradas entre o hemisfério direito e esquerdo somente no CRC ( $P = 0,028$ ).



**FIGURA 4** – Tecido magro do braço e da perna do hemicorpo direito e esquerdo, antes e após oito semanas de intervenção nos quatro grupos investigados.

*Nota:* \* Diferenças entre pré e pós-suplementação ( $P < 0,01$ ); # Diferença entre hemicorpo direito e esquerdo ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 5** – Tecido magro do tronco e total, do hemicorpo direito e esquerdo, antes e após oito semanas de intervenção nos quatro grupos investigados.

*Nota:* \* Diferenças entre pré e pós-suplementação ( $P < 0,01$ ); # Diferença entre hemicorpo direito e esquerdo ( $P < 0,05$ ).

Entretanto, na região do tronco verificou-se um comportamento diferenciado das outras localidades anatômicas. Houve modificações positivas e significativas após o período de treinamento, tanto no hemicorpo direito (CRT = 509,0g; CRC = 501,0g) quanto no esquerdo (CRT = 377,0g; CRC = 204,0g), somente nos grupos que suplementaram creatina. Diferenças estatisticamente significantes entre os hemicorpos direito e esquerdo foram identificadas também apenas nos grupos CRT ( $P = 0,043$ ) e CRC ( $P = 0,001$ ).

Assim, de uma forma geral o tecido magro total sofreu acréscimos significativos no hemicorpo direito (CRT = 1608,0g; CRC = 1532,0g) e esquerdo (CRT = 956,0g; CRC = 517,0g) nos grupos que suplementaram com creatina. Entre o hemicorpo houve diferenças significativas após o treinamento CRT ( $P = 0,022$ ) e CRC ( $P = 0,001$ ).

Na tabela 5 é apresentado o comportamento do conteúdo mineral ósseo do braço (CMO Bra), pernas (CMO Per), tronco (CMO Tro) e total (CMO Total) nos quatro grupos investigados.

Nenhuma modificação significativa foi encontrada no CMO Bra, CMO Per e CMO Total, em nenhum dos grupos. Todavia, uma redução no CMO Tro foi constatada no grupo PLC. Vale ressaltar que uma interação significativa grupo x tempo, bem como o efeito isolado do tempo foi identificado somente no CMO Tro.

**TABELA 5** - Valores médios ( $\pm$  DP) do Conteúdo Mineral Ósseo do Braço (CMO Br), de Pernas (CMO Per), do Tronco (CMO Tro) e Total (CMO Total) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.

Grupos	CMO Br (g)	CMO Per (g)	CMO Tro (g)	CMO Total (g)
<b>CRT (n = 14)</b>				
Pré	479,1 $\pm$ 81,7	1301,9 $\pm$ 118,2	1129,1 $\pm$ 103,5	3430,6 $\pm$ 309,4
Pós	478,9 $\pm$ 58,4	1304,7 $\pm$ 127,7	1128,4 $\pm$ 106,2	3464,0 $\pm$ 322,0
$\Delta$ (g)	- 0,2	+ 2,8	- 0,7	+ 33,4
<b>PLT (n = 14)</b>				
Pré	434,8 $\pm$ 48,0	1350,8 $\pm$ 136,7	1080,0 $\pm$ 98,0	3402,1 $\pm$ 289,1
Pós	435,9 $\pm$ 46,3	1346,5 $\pm$ 133,2	1072,1 $\pm$ 98,3	3390,8 $\pm$ 279,8
$\Delta$ (g)	+ 1,1	- 4,3	- 7,9	- 11,3
<b>CRC (n = 14)</b>				
Pré	427,3 $\pm$ 36,0	1209,3 $\pm$ 98,1	988,6 $\pm$ 56,5	3152,1 $\pm$ 158,1
Pós	431,4 $\pm$ 36,3	1199,6 $\pm$ 91,6	971,5 $\pm$ 64,7	3135,1 $\pm$ 151,8
$\Delta$ (g)	+ 4,1	- 9,7	- 17,1	- 17,0
<b>PLC (n = 14)</b>				
Pré	426,0 $\pm$ 17,4	1262,2 $\pm$ 173,1	1058,4 $\pm$ 112,7	3272,4 $\pm$ 312,5
Pós	437,0 $\pm$ 18,3	1277,5 $\pm$ 159,6	1028,5 $\pm$ 132,8 *	3278,4 $\pm$ 344,6
$\Delta$ (g)	+ 11,0	+ 15,3	- 29,9	+ 6,0
GR	NS	NS	NS	NS
SUPL	NS	NS	NS	NS
T	NS	NS	14,80**	NS
GR X SUPL	NS	NS	NS	NS
GR X T	NS	NS	7,09*	NS
SUPL X T	NS	NS	NS	NS
GR X T X SUPL	NS	NS	NS	NS

*Nota.* Todos os dados foram tratados com ANCOVA ( $*0,001 \leq P < 0,01$  ou  $**P < 0,001$ ). GR = Grupo; SUPL = Suplementação; T = Tempo. Os valores expressos na tabela estão em média ( $\pm$  DP).

NS = não-significante ( $P > 0,05$ ).

Nenhuma modificação significativa foi observada no percentual de gordura do braço (%G Br), pernas (%G Per), tronco (%G Tro) e total (%G Total) em nenhum dos grupos investigados ao longo de oito semanas de intervenção (TABELA 6).

**TABELA 6** - Valores médios ( $\pm$  DP) do Percentual de Gordura do Braço (%G Br), de Pernas (%G Per), do Tronco (%G Tro) e Total (%G Total) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.

Grupos	%G Br	%G Per	%G Tro	%G Total
<b>CRT (n = 14)</b>				
Pré	7,9 $\pm$ 4,6	12,7 $\pm$ 5,9	12,9 $\pm$ 7,5	11,6 $\pm$ 6,3
Pós	8,2 $\pm$ 4,7	13,0 $\pm$ 5,9	13,0 $\pm$ 7,0	11,9 $\pm$ 6,0
$\Delta$	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,3
<b>PLT (n = 14)</b>				
Pré	9,5 $\pm$ 3,6	13,8 $\pm$ 3,8	14,6 $\pm$ 4,7	13,0 $\pm$ 4,1
Pós	10,3 $\pm$ 4,0	14,5 $\pm$ 3,7	15,8 $\pm$ 4,5	13,9 $\pm$ 4,0
$\Delta$	+ 0,8	+ 0,7	+ 1,2	+ 0,9
<b>CRC (n = 14)</b>				
Pré	10,2 $\pm$ 2,3	15,0 $\pm$ 2,6	15,1 $\pm$ 3,2	13,8 $\pm$ 2,6
Pós	10,3 $\pm$ 3,0	14,3 $\pm$ 3,1	15,1 $\pm$ 3,6	13,5 $\pm$ 3,2
$\Delta$	+ 0,1	- 0,7	0,0	- 0,3
<b>PLC (n = 14)</b>				
Pré	10,7 $\pm$ 2,7	14,9 $\pm$ 2,6	15,4 $\pm$ 3,6	14,3 $\pm$ 2,9
Pós	10,7 $\pm$ 2,3	14,9 $\pm$ 2,6	15,9 $\pm$ 3,3	14,2 $\pm$ 2,7
$\Delta$	0,0	0,0	+ 0,5	- 0,1
GR	NS	NS	NS	NS
SUPL	NS	NS	NS	NS
T	NS	NS	NS	NS
GR X SUPL	NS	NS	NS	NS
GR X T	NS	NS	NS	NS
SUPL X T	NS	NS	NS	NS
GR X T X SUPL	NS	NS	NS	NS

NS = não-significante ( $P > 0,05$ ).



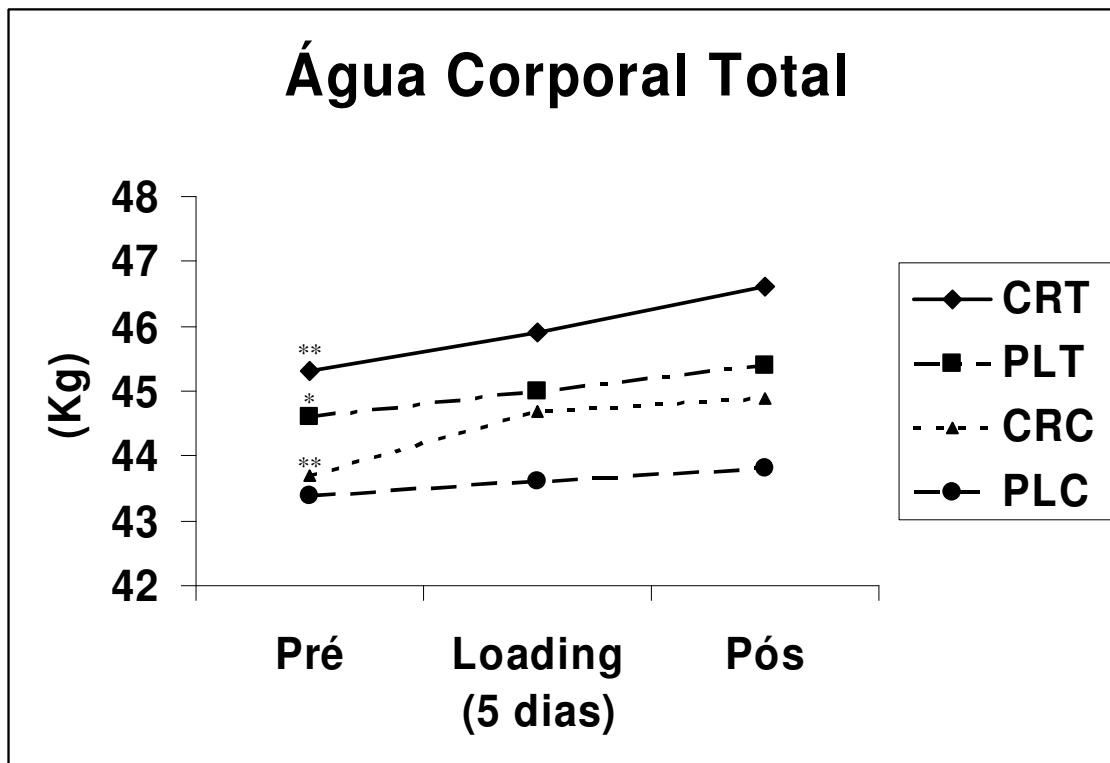
Na tabela 7 é apresentado o comportamento da ACT pré e pós-suplementação em todos os grupos. Um aumento significativo na ACT foi identificado nos grupos CRT (2,8%), PLT (1,8%) e CRC (2,7%) após o período de 56 dias de intervenção.

**TABELA 7** – Valores médios ( $\pm$  DP) da quantidade de água corporal total (ACT) dos quatro grupos investigados antes e após oito semanas de intervenção.

	CRT (n = 14)	PLT (n = 14)	CRC (n = 14)	PLC (n = 14)
Pré	45,3 $\pm$ 6,0	44,6 $\pm$ 6,0	43,7 $\pm$ 4,9	43,4 $\pm$ 7,0
Pós	46,6 $\pm$ 5,7*	45,4 $\pm$ 6,0*	44,9 $\pm$ 4,8*	43,8 $\pm$ 7,1
$\Delta$ (kg)	1,3	0,8	1,2	0,4

*Nota:* \* Diferenças entre Pré e Pós ( $P < 0,001$ ).

Na figura 6 é apresentado o comportamento da ACT nos períodos pré-suplementação, após cinco dias (*loading*) e após 56 dias de suplementação. Vale destacar que houve um acréscimo significativo na ACT já no final do período de *loading* nos grupos CRT (+0,6 kg), PLT (+0,4 kg) e CRC (+1,0 kg).



**FIGURA 6** - Comportamento da água corporal total em cada grupo (CRT, CRC, PLT e PLC) antes da suplementação, cinco dias após o início da suplementação (*Loading*) e ao final do experimento. Os valores estão expressos em média ( $\pm$  DP).

*Nota:* \* Diferença entre Pré para o *Loading* ( $p < 0,05$ ); \*\* Diferença entre Pré para o *Loading* ( $p < 0,001$ );

## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal verificar o impacto de oito semanas de TP e da suplementação de creatina sobre a composição corporal total e regional, em adultos jovens do sexo masculino. Com base nas informações disponíveis na literatura até o presente momento, este parece ser o primeiro estudo associando TP e suplementação de creatina que procurou analisar o comportamento dos componentes da composição corporal de forma total e segmentada, incluindo a avaliação do componente muscular.

Nesse sentido, estudos anteriores têm relatado um aumento de 0,5-4,0 kg na massa corporal<sup>(79,81-87)</sup> após o uso de suplementação de creatina. Embora esses incrementos estejam freqüentemente acompanhados pela elevação da massa corporal magra, ainda não se observam informações relativas ao comportamento da massa muscular.

Nesta investigação, importantes informações foram produzidas com relação a massa corporal, ao IMC, a ACT, ao tecido magro, a massa muscular, ao componente adiposo e ao CMO. Vale ressaltar que os hábitos nutricionais dos sujeitos foram acompanhados na tentativa de minimizar o possível impacto desta variável sobre as respostas advindas tanto do TP quanto da suplementação de creatina. Nesse sentido, os sujeitos foram orientados a manterem seus hábitos alimentares ao longo do período experimental, o que foi confirmado pelas informações disponibilizadas nos registros alimentares preenchidos nos períodos pré e pós-suplementação.

O ganho de massa corporal induzido pela suplementação de creatina, em curto prazo, tem sido creditado em grande parte ao aumento da ACT, produto do influxo no transporte celular de creatina com  $\text{Na}^+$ <sup>(69)</sup>.

Essa hipótese parece ter sido confirmada no presente estudo, uma vez que nos primeiros cinco dias de suplementação de creatina com uma dosagem elevada (20 g/dia), verificaram-se acréscimos significativos de ACT nos grupos CRT e CRC ( $P < 0,001$ ). Vale ressaltar que a falta de medidas do componente hídrico intracelular limitam uma análise mais consistente desses achados. Todavia, em estudo anterior com o uso do método de bioimpedância multifrequencial, Kilduff et al.<sup>(83)</sup> apresentaram informações nessa direção.

Em contrapartida, Powers et al.<sup>(12)</sup>, após identificarem um aumento na ACT de jovens, de ambos os sexos, submetidos a sete dias de suplementação de creatina (25 g/dia), não encontraram alterações significantes, no volume de água intracelular.

Por outro lado, Ziegenfuss et al.<sup>(63)</sup> relataram aumento de 2% na ACT e 3% na água intracelular, sem alterações na água extracelular, após um curto período de suplementação com creatina, indicando que o aumento na massa corporal dos indivíduos nesse período estava associado à retenção hídrica, sobretudo no compartimento intracelular.

Acredita-se que o incremento do volume hídrico intracelular possa favorecer o aumento da síntese protéica e a hipertrofia muscular em médio ou longo prazo, sobretudo em indivíduos submetidos ao TP<sup>(79)</sup>.

Essa hipótese parece ser fortalecida na medida em que os ganhos de massa muscular observados no presente estudo no grupo CRT (+1,6 kg) foram

muito superiores àqueles encontrados no grupo PLT (+0,8 kg), após oito semanas de intervenção.

O que parece incontestável é que o aumento da massa corporal induzido pela suplementação de creatina está relacionado à retenção de água ou à síntese protéica muscular aumentada, uma vez que há uma redução urinária de até 0,6 l nos primeiros dias de suplementação<sup>(69)</sup>.

Neste sentido, Cribb et al.<sup>(10)</sup> relataram hipertrofia muscular após 11 semanas de TP e suplementação de creatina + carboidrato e creatina + whey protein ao analisarem, por meio de biópsia, as fibras musculares de homens jovens.

No presente estudo, observou-se um aumento na MMSS de maior magnitude quando comparado a MMII em todos os grupos. Desse modo, não se pode atribuir ao TP um maior estímulo hipertrófico para ganhos diferenciados.

Os maiores ganhos de MMTotal nos grupos suplementados com creatina e, sobretudo, no grupo CRT indica um possível efeito adicional da suplementação de creatina quando associada ao TP. Vale ressaltar que o grupo CRC apresentou ganhos de MMtotal superiores ao grupo PLT, o que pode ser considerado um achado extremamente interessante, sobretudo, no tratamento de disfunções agravadas por sarcopenia.

Um comportamento similar foi verificado mediante a análise do comportamento do tecido magro. As respostas encontradas foram de magnitude relativamente semelhante quando comparados o TMG Per e o TMG Tro, nos grupos CRT, PLT e CRC. Novamente as respostas encontradas nos grupos suplementados com creatina foram superiores aos grupos que receberam placebo, inclusive o grupo PLT.

Vale destacar que nenhum dos sujeitos envolvidos neste estudo era vegetariano, o que reduz o possível impacto do fator nutricional sobre os resultados encontrados. O fato dos sujeitos serem vegetarianos ou não, poderia comprometer pelo menos em parte as análises, uma vez que os vegetarianos são mais responsivos a creatina por apresentarem menores concentrações de creatina intramuscular<sup>(60)</sup>.

Uma limitação importante do estudo que não pode ser desprezada foi a falta de controle das concentrações de creatina dos sujeitos investigados, visto que indivíduos responsivos a creatina aparentemente apresentam melhores respostas na MCM, no tipo de fibra II e na área de secção transversa do músculo quando comparados aos não responsivos<sup>(68)</sup>. Assim, se alguns dos sujeitos investigados apresentassem altas concentrações de creatina pré-experimento o impacto do uso da suplementação poderia ser atenuado, bem como o inverso também poderia afetar pelo menos em parte os achados. A grande dificuldade para o controle dessa variável é a necessidade da aplicação de métodos sofisticados e de elevado custo operacional como a biópsia muscular ou ressonância magnética de fósforo.

Analisando o tecido magro do hemicorpo direito e esquerdo, uma das hipóteses iniciais era a de que houvessem diferenças em todas as partes do corpo (braços, pernas, tronco e total) do pré para o pós-treinamento, exceto no grupo que não treinou e também não fez uso da suplementação (PLC). Todavia, na região do tronco essa hipótese não foi confirmada no grupo que apenas treinou (PLT), muito provavelmente devido a composição de fibras musculares nos grupamentos musculares localizados nessa região do corpo.

Considerando que no momento inicial não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nas comparações entre os hemisferos direito e esquerdo, acreditava-se que esse comportamento seria mantido até o final das oito semanas de TP, independentemente da utilização ou não da suplementação de creatina. Tal hipótese, contudo, não foi confirmada, em particular, para os braços e pernas no grupo CRC, onde o hemisfero direito teve uma maior evolução do que o observado no esquerdo, bem como para as regiões de tronco e de todo o corpo nos grupos CRT e CRC ( $P < 0,05$ ).

Pode se especular que tais diferenças pudessem ser atribuídas ao a uma possível participação mais intensa do membro dominante em virtude de um maior recrutamento de fibras musculares e de unidades motoras, tanto no exercício físico sistematizado quanto nas atividades do cotidiano. Todavia, esse fator não foi controlado pelo presente estudo.

Por outro lado, embora o TP, de forma isolada, não tenha acarretado redução dos depósitos de gordura corporal, a manutenção dos valores iniciais, após oito semanas de intervenção, parece ser um aspecto extremamente relevante. Portanto, os resultados do presente estudo indicam que a suplementação de creatina, bem como o programa de TP utilizado não parece gerar qualquer impacto sobre o tecido adiposo<sup>(79)</sup>. Vale destacar, que o método de avaliação da composição corporal utilizado no presente estudo apresenta algumas limitações importantes no que tange ao monitoramento do tecido adiposo.

De forma similar, não foram identificadas modificações no CMO que pudessem ser atribuídas ao TP e/ou a suplementação de creatina.

Vale ressaltar que nenhum dos sujeitos investigados relatou qualquer efeito colateral que pudesse ser atribuído ao uso da suplementação de

creatina, o que confirma achados anteriores que demonstraram a segurança de sua utilização em indivíduos aparentemente saudáveis.

Por fim, embora não se possa desprezar às limitações da determinação da massa muscular de forma indireta e da estimativa da água corporal por um equipamento de uma única frequência, os resultados do presente estudo são bastante promissores, sobretudo quando o objetivo é o ganho ou a manutenção da massa muscular, com a possibilidade de inclusão ou não do TP.



## 7 CONCLUSÃO

Portanto, oito semanas de TP e de suplementação de creatina é suficientes para provocar modificações positivas na massa muscular. Sendo assim, o TP for analisado de forma individual causa benefícios à massa muscular, mas quando é associado à suplementação de creatina é potencializada de forma considerável.

Na seqüência, os membros superiores e tronco (MMSS) tiveram um maior ganho de massa muscular do que os membros inferiores (MMII).

Além disso, importantes modificações também na água corporal total foi observado no experimento. Onde pode ser considerado um fator de extrema importância no aumento da massa muscular. É importante lembrar que o efeito da suplementação de creatina vem na grande maioria acompanhado pelo aumento da MC e conseqüentemente do IMC.

É formidável frisar que no componente gorduroso não houve nenhuma modificação prejudicial, ao passo que o CMO tende a reduzir com o não ingresso em exercícios físicos sistematizados.

A respeito do hemisorpo direito e esquerdo deve-se atentar para os possíveis comportamentos dos membros dominantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, Nakamura FY, Pina FLC, De Oliveira AR. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(4):224-8.
02. American College of Sports Medicine. Position stand: The Recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(6):975-91.
03. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(2):364-80.
04. American College of Sports Medicine. Position stand: exercise and physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(11):1985-96.
05. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: an advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000;101:828-33.
06. Abe T, Kojima K, Kearns CF, Yohena H, Fukuda J. Whole body muscle hypertrophy from resistance training: distribution and total mass. *Br J Sports Med*. 2003;37(6):543-5.
07. Beck TW, Housh TJ, Johnson GO, Coburn JW, Malek MH, Cramer JT. Effects of a drink containing creatine, amino acids, and protein combined with ten weeks of resistance training on body composition, strength, and anaerobic performance. *J Strength Cond Res*. 2007;21(1):100-4.
08. Fleck SJ, Mattie C, Martensen Iii HC. Effect of resistance and aerobic training on regional body composition in previously recreationally trained middle-aged women. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2006;31(3):261-70.
09. Gomes MR, Tirapegui J. Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico. *Arch Latinoam Nutr*. 2000;50(4):317-29.

10. Cribb PJ, Williams AD, Stathis CG, Carey MF, Hayes A. Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(2):298-307.
11. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A. A creatine-carbohydrate supplement enhances responses to resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(11):1960-8.
12. Powers ME, Arnold BL, Weltman AL, Perrin DH, Mistry D, Kahler DM, et al. Creatine supplementation increases total body water without altering fluid distribution. *J Athl Train.* 2003;38(1):44-50.
13. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med.* 2005;35(10):841-51.
14. Folland JP, Williams AG. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med.* 2007;37(2):145-68.
15. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med.* 2004;34(10):663-79.
16. Goto K, Nagasawa M, Yanagisawa O, Kizuka T, Ishii N, Takamatsu K. Muscular adaptations to combinations of high- and low- intensity resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):730-7.
17. Brozek J, Grande F, Anderson JT. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.* 1963;110:113-40.
18. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A. (Eds.), *Techniques of measuring body composition.* Washington DC, EUA: National Academy of Sciences, National Research Council, 1961. p. 223-44.
19. Schutte JE, Townsend EJ, Hugg J, Shoup RF, Malina RM, Blomqvist CG. Density of lean body mass is greater in blacks than whites. *J Appl Physiol* 1984;56:1647-9.

20. Siri WE. The gross composition of the body. In: Tobias CA, Lawrence JH. (Eds.). *Advances in biological and medical physics*. New York, NY, EUA: Academic Press, 1956. Vol. 4, p. 239-80.
21. Ball SD, Altena TS, Swan PD. Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58:1525-31.
22. Ball SD, Swan PD, DeSimone R. Comparison of anthropometry to dual energy X-ray absorptiometry: a new prediction equation for women. *Res Q Exerc Sport*. 2004;75:248-58.
23. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition*. 1998;14(3):296-310.
24. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, et al. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *J Appl Physiol* 2004;97:655-60.
25. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr* 2002;76:378-83.
26. Levine JA, Abboud L, Barry M, Reed JE, Sheedy PF, Jensen MD. Measuring leg muscle and fat mass in humans: comparison of CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol*. 2000;88:452-6.
27. Lohman TG, Chen Z. Dual-energy x-ray absorptiometry. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB. (Eds.). 2. ed. *Human body composition*. Champaign, IL, EUA: Human Kinetics, 2005. p. 63-78.
28. Heymsfield SB, Wang J, Heshka S, Kehayias JJ, Pierson Jr RN. Dual-photon absorptiometry: comparison of body mineral and soft tissue mass measurements in vivo with established methods. *Am J Clin Nutr*. 1989;49:1283-9.
29. Wang J, Heymsfield SB, Aulet M, Thornton JC, Pierson Jr RN. Body fat from body density: underwater weighing vs. dual-photon absorptiometry. *Am J Physiol*. 1989;256:E829-34.
30. Heyward VH. Evaluation of body composition. *Sports Med*. 1996;22:146-56.

31. Kohrt WM. Body composition by DXA: tried and true. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:1349-53.
32. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol.* 1996;271:E941-51.
33. Plank LD. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Curr Opin in Clin Nutr Metab Care.* 2005;8:305-9.
34. Slosman DO, Casez JP, Pichard C, Rochat T, Fery F, Rizzoli R, Bonjour JP, Morabia A, Donath A. Assessment of whole-Body Composition with Dual- Energy X-Ray Absortiomerty. *Radiol.* 1992;185:593-98.
35. Nord RH, Homuth JR, Hanson JA, Mazess, RB. Evaluation os a new DXA fan-beam instrument for measuring body composition. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2000;904:118-25.
36. Damilakis J, Perisinakis K, Vrahoriti H, Kontakis G, Varveris H, Gourtsoyiannis N. Embryo/fetus radiation dose and risk from dual X-ray absorptiometry examinations. *Osteoporos Int.* 2002;13(9):716-22.
37. Lloyd T, Egli DF, Miller KL, Egli KD, Dodson WC. Radiation dose from DXA scanning to reproductive tissues of females. *J Clin Densitom.* 1998;1(4):379-83.
38. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.* 1998;68:786-93.
39. Rech CR, Santos DL, Silva JCN. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas para a predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2006;8:5-13.
40. Rech CR. Validação de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa da composição corporal em idosos. 2006. (Dissertação) – Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
41. Petry L, Laubach LL, Hovey PW, Rogers NL, Towne B, Chumlea WC. Development and validation of an anthropometrically based prediction equation

- for estimating the percent body fat of post-menopausal black females. *JEPonline*. 2005;8:20-8.
42. Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr*. 2003;77:1186-91.
  43. Houtkooper LB, Mullins VA, Going SB, Brown CH, Lohman TG. Body composition profiles of elite American heptathletes. *Int J Sport Nut Exerc Metab*. 2001;11:162-73.
  44. Stewart AD, Hannan WJ. Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *J Sports Sci*. 2000;18:263-74.
  45. Yannakoulia M, Keramopoulos A, Tsakalacos N, Matalas AL. Body composition in dancers: the bioelectrical impedance method. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:228-34.
  46. Lohman TG, Harris M, Teixeira PJ, Weiss L. Assessing body composition and changes in body composition: another look at dual-energy X-ray absorptiometry. *Ann N Y Acad Sci*. 2000;904:45-54.
  47. Genton LD, Didier H, Kyle UG, Pichard C. Dual-energy absorptiometry and body composition: differences between devices and comparison with reference methods. *Nutrition*. 2002;18(1):66-70.
  48. Bembem MG, Lamont HS. Creatine Supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Med*. 2005;35(2):107-125.
  49. Grande BM, Graves BS. Creatine supplementation: forms, function, and effects. *J Strength Cond Res*. 2005;27(1):62-8.
  50. Bird SP. Creatine Supplementation and exercise performance: a brief review. *J sports sci med*. 2003;2:123-32.
  51. Branch JD. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *Internacional journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2003;13:198-226.
  52. Williams MH, Kreider RB, Branch JD. *Creatina*. São Paulo: Manole, 2000. 271p.

53. Balsom PD, Söderlund K, Ekblom, B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med.* 1994;18 (4):268-80.
54. Hultman E, Bergström J, Anderson NM. Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular in man. *Scand J Clin Lab Invest.* 1967;19:56-66.
55. Demant TW, Rhodes FC. Effects of creatine supplementation on exercise performance. *Sports Med.* 1999;28(1):46-60.
56. Mendes RR, Tirapegui J. Creatina: o suplemento nutricional para a atividade física – conceitos atuais. *Arch Latinoam Nutr.* 2002;52(2):117-27.
57. Kutz MR, Gunter MJ. Creatine monohydrate supplementation on body weight and percent body fat. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):817-21.
58. Volek JS, Kraemer W. Creatine supplementation: Its effects on human muscular performance and body composition. *J Strength Cond Res.* 1996;10:200–210.
59. Mesa JLM et al. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med.* 2002;32(14):903-44.
60. Burke DG, Chilibeck PD, Parise G, Candow DG, Mahoney D, Tarnopolsky M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(11):1946-55.
61. Greenhaff PL. The nutritional biochemistry of creatine. *J Nutr Biochem.* 1997;8(11):610-18.
62. Harris RC, Söderlund K, Hultman E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci.* 1992;83(3):367-74.
63. Ziegenfuss TN, Lowery LM, Lemon PWR. Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *J Exerc Physiol.* 1998;1(3):1-9.
64. Guerrero-ontiveros ML, 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.* 1998;184(1-2):427-37.

65. Walker, JB. Creatine: biosynthesis, regulation, and function. *Adv Enzymol Relat Areas Mol Biol.* 1979;50:177-242.
66. Haff GG, Kirksey KB, Stone MH. Creatine supplementation. *J Strength Cond Res.* 1999;21(4):13-23.
67. Kreider RB. Creatine supplementation: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns. *J Exerc Physiol.* 1998;1(1):1-14.
68. Syrotuik DG, Bell GJ. Acute creatine monohydrate supplementation: a descriptive physiological profile of responders vs nonresponders. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):610-7.
69. Hultman E. Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol.* 1996;81(1):232-237.
70. Preen D, Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Beilby J, Ching S. Pre-exercise oral creatine ingestion does not improve prolonged intermittent sprint exercise in humans. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002;42(3):320-9.
71. Peralta J, Amancio OMS. A creatina como suplemento ergogênico para atletas. *Rev Nutr.* 2002;15(1):83-93.
72. Wyss M, Schulze A. Health implications of creatine: can oral creatine supplementation protect against neurological and atherosclerotic disease? *Neuroscience.* 2002;112(2):243-260.
73. Poortmans JR, Francaux M. Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction? *Sports Med.* 2000;30(3):155-70.
74. Pritchard NR, Kalra PA. Renal dysfunction accompanying oral creatine supplements. *Lancet.* 1998;351(9111):1252-3.
75. Mihic S, MacDonald JR, McKenzie S, Tarnopolsky MA. Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatinine, or CK activity in men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(2):291-6.
76. Robinson TM, Sewell DA, Casey A, Steenge G, Greenhaff PL. Dietary creatine supplementation does not affect some haematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function. *Br J Sports Med.* 2000;34(4):284-8.



77. Ball SD, Bowen-Thwaites J, Swan PD. Oral creatine supplementation does not improve body composition in recreationally active men during strength training. *JEPonline*. 2004;7(6):9-15.
78. Brilla LR, Giroux MS, Taylor A, Knutzen KM. Magnesium-Creatine supplementation effects on body water. *Metabolism*. 2003;52(9):1136-40.
79. Cyrino ES. Efeito da suplementação de creatina e do treinamento com pesos, sobre o desempenho motor, a composição corporal e indicadores de fadiga. 2002. (Tese) – Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
80. Dawson B, Vladich T, Blanksby BA. Effects of 4 weeks of creatine supplementation in junior swimmers on freestyle sprint and swim bench performance. *J Strength Cond Res*. 2002;16(4):485-90.
81. Eckerson JM, Stout JR, Moore GA, Stone NJ, Iwan KA, Gebauer AN, et al. Effect os creatine phosphate supplementation on anaerobic working capacity and body weight after two and six days of loading in men and women. *J Strength Cond Res*. 2005;19(4):756-63.
82. Izquierdo M, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Gorostiaga EM. Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(2):332-43.
83. Kilduff LP, Pitsiladis YP, Tasker L, Attwood J, Hyslop P, Dailly A, et al. Effects os creatine on body composition and strebgth gains after 4 weeks of resistance training in previously nonresistance-trained humans. *Internacional journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2003;13(4):504-20.
84. Lehmkuhl M, Malone M, Justice B, Trone G, Pistilli E, Vinci D, et al. The effects of 8 weeks of ceratine monohydrate and glutamine supplementation on body composition and performance measures. *J Strength Cond Res*. 2003;17(3):425-38.
85. Mendes RR, Pires I, Oliveira A, Tirapegui J. Effects of creatine supplementation on the performance and body composition of competitive swimmers. *J Nutr Biochem*. 2004;15(8):473-8.
86. Rogers ME, Bohlken RM, Beets MW, Hammer SB, Ziegenfuss TN, Sarabon N. Effects of creatine, ginseng, and astragalus supplementation on strength, body

- composition, mood, and blood lipids during strength-training in older adults. *J Sports Scienc Med.* 2006;5:60-9.
87. Van Loon LJC, Oosterlaar AM, Hartgens F, Hesselink MKC, Snooks RJ, Wagenmakers AJM. Effects of creatine loading and prolonged creatine supplementation on body composition, fuel selection, sprint and endurance performance in humans. *Clin Sci (Lond).* 2003;104(2):153-62.
  88. Volek JS, Ratamess NA, Rubin MR, Gómez AL, French DN, McGuigan MM, et al. The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(5-6):628-37.
  89. Cribb PJ, Williams AD, Carey MF, Hayes A. The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16(5):494-509.
  90. Martyn-St James M, Carroll S. Progressive high-intensity resistance training and bone mineral density changes among premenopausal women: evidence of discordant site-specific skeletal effects. *Sports Med.* 2006a;36(8):683-704.
  91. Martyn-St James M, Carroll S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2006b;17(8):1225-40.
  92. Schroeder ET, Hawkins SA, Jaque SV. Musculoskeletal adaptations to 16 weeks of eccentric progressive resistance training in young women. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):227-35.
  93. Harber MP, Fry AC, Rubin MR, Smith JC, Weiss LW. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand J Med Sci Sports.* 2004;14(3):176-85.
  94. Takeshima N, Rogers ME, Islam MM, Yamauchi T, Watanabe E, Okada A. Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol.* 2004;93(1-2):173-82.
  95. Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, Jackson A. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci Sports.* 1978;10(3):171-6.

96. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005;35(4):339-61.
97. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Sports Med Rep.* 2002;1(3):165-71.
98. Stewart CE, Rittweger J. Adaptive processes in skeletal muscle: molecular regulators and genetic influences. *J Musculoskelet Neuronal interact.* 2006;6(1):73-86.
99. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med.* 2006;36(2):133-49.
100. Dal Pai V. Esporte e lesão muscular. *Rev. Bras. Neurológica.* 1994;30(2):45-8.
101. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (Eds.). *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL, EUA: Human Kinetics, 1988. p. 3-8.
102. Rodrigues CEC, Rocha PECP. *Musculação: teoria e prática.* Rio de Janeiro: Sprint, 1985.

\* \* \*

## Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

---

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


---

**1. Nome do participante:**

.....  
 Documento de Identidade Nº :..... Sexo: ( ) M ( ) F  
 Data de Nascimento:...../...../.....  
 Endereço:.....Nº.....Apto:.....  
 Bairro:.....Cidade:.....  
 CEP:.....Telefone:.....

**2. Responsável Legal:**

.....  
 Documento de Identidade Nº :..... Sexo: ( ) M ( ) F  
 Data de Nascimento:...../...../.....  
 Endereço:.....Nº.....Apto:.....  
 Bairro:.....Cidade:.....  
 CEP:.....Telefone:.....

---

**II – DADOS SOBRE A PESQUISA**

**1. Título do Protocolo de Pesquisa:** Impacto de 24 semanas de treinamento contra-resistência com sobrecargas progressivas sobre o comportamento de indicadores morfológicos, hemodinâmicos e neuromusculares.

**2. Pesquisador:** Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Função: Professor Adjunto do Centro de Educação Física e Desportos - UEL

Departamento de Fundamentos da Educação Física

**3. Avaliação do Risco da Pesquisa:**

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

**4. Duração da Pesquisa:** O estudo será conduzido ao longo de aproximadamente seis meses.

---

### III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PARTICIPANTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

**1. Objetivo:** Analisar o impacto de 24 semanas de treinamento contra-resistência com sobrecargas progressivas sobre o comportamento de indicadores morfológicos, hemodinâmicos e neuromusculares de jovens universitários do sexo masculino.

**2. Procedimentos que serão adotados durante a pesquisa:** Os participantes serão submetidos a uma bateria de testes motores para avaliação de diferentes componentes da aptidão física, a medidas antropométricas (peso, estatura, espessura de dobras cutâneas, diâmetros e perímetros) e avaliação da composição corporal por meio de impedância bioelétrica e absorptometria radiológica de dupla energia. Tanto a aplicação dos testes motores quanto as medidas antropométricas serão realizadas por uma equipe de avaliadores treinados previamente e com experiência comprovada. Todos os procedimentos seguirão os padrões recomendados internacionalmente e referenciados pela literatura.

**3. Desconfortos e riscos:** No presente estudo todo o esforço será feito para minimizar os possíveis riscos a integridade física dos participantes através de informações preliminares relacionadas aos níveis de saúde e aptidão física desses sujeitos mediante observações realizadas durante o período experimental. Acredita-se que não haverá riscos para a integridade física, mental ou moral do escolar dos participantes.

**4. Benefício esperado:** Os resultados obtidos a partir desse experimento podem auxiliar no desenvolvimento de modelos de treinamento contra-resistido para populações saudáveis.

---

### V – ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA

**1. Exposição dos resultados e preservação da privacidade dos voluntários:** Os resultados obtidos neste estudo serão publicados, independentemente dos resultados encontrados, contudo sem que haja a identificação dos indivíduos que prestaram sua contribuição como sujeitos da amostra, respeitando assim a privacidade dos participantes conforme as normas éticas.

**2. Despesas decorrentes da participação no projeto de pesquisa:** Os voluntários estarão isentos de qualquer despesa ou ressarcimento decorrente desse projeto de pesquisa.

**3. Liberdade de consentimento:** A permissão para participar desse projeto é voluntária. Portanto, os responsáveis legais estarão livres para negar esse consentimento ou solicitar que os sujeitos sob sua responsabilidade deixem de participar a qualquer momento deste estudo, sem que isto traga qualquer tipo de constrangimento.

**4. Questionamentos:** Os responsáveis legais ou mesmo os sujeitos envolvidos no experimento terão acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa. Quaisquer perguntas sobre os procedimentos experimentais utilizados nesse projeto ou informações adicionais que se fizerem necessárias são encorajadas.

**5. Responsabilidade do participante:** Informações prévias sobre o estado de saúde dos participantes ou sensações incomuns já vivenciadas por esses, durante diferentes esforços físicos, poderão afetar a segurança e o valor do desempenho. Assim, o participante ou responsável legal deverá fornecer por completo tais informações quando solicitado pelos avaliadores.

---

**VI – PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.**

**Prof. Edilson Serpeloni Cyrino**

**Rua Professor Samuel Moura, 328 Apto 1604**

**Edifício Pontal do Araxá CEP 86061-060**

**Telefone: (43) 3327 5898**

**Londrina/PR**

---

**VII – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO**

**Declaro que, após ter sido convenientemente esclarecido sobre os objetivos desta investigação e procedimentos a serem adotados, permito a participação do sujeito sob minha responsabilidade na presente pesquisa.**

**Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2003.**

---

**Assinatura do participante**

---

**Assinatura do pesquisador  
(carimbo ou nome legível)**

## Anexo 2 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



GOVERNO DO  
PARANÁ

## COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

Parecer N° 265/06 CAAE N° 0219.0.268.000-06 FOLHA DE ROSTO N° 107346	Londrina, 25 de setembro de 2006.
<b>PESQUISADOR: EDILSON SERPELONI CYRINO</b>	
<p>Ilmo Sr,</p> <p>O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina – CEP – UEL – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS , <b>APROVA</b> a realização do projeto: <b>“IMPACTO DE 24 SEMANAS DE TREINAMENTO CONTRA-RESISTÊNCIA COM SOBRECARGAS PROGRESSIVAS SOBRE O COMPORTAMENTO DE INDICADORES MORFOLÓGICOS, HEMODINÂMICOS E NEUROMUSCULARES ”</b>.</p> <p>Informamos que deverá ser comunicado, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa e deverá ser apresentado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa.</p>	
Situação do Projeto: <b>APROVADO</b>	
<p style="text-align: center;">Atenciosamente,</p> <div style="text-align: center;">         Prof<sup>a</sup>. Dra. Nilza Maria Diniz        Comitê de Ética em Pesquisa        Coordenadora     </div>	



## Anexo 3 – Ficha de anamnese alimentar

**ANAMNESE ALIMENTAR**

Nome:

Data nasc.:

Idade:

Est. Civil:

Escolaridade:

Profissão:

Naturalidade:

Telefone:

**HISTÓRIA CLÍNICA**

Você tem interesse em realizar um acompanhamento nutricional? ( ) sim ( ) não

Você tem condição e disposição para seguir uma dieta? ( ) sim ( ) não

Você já fez controle alimentar? ( ) sim ( ) não Durante quanto tempo? \_\_\_\_\_

Perdeu peso? ( ) sim ( ) não

Recuperou peso? ( ) sim ( ) não Depois de quanto tempo? \_\_\_\_\_

Você já tomou medicamentos para emagrecimento? ( ) sim ( ) não Durante quanto tempo? \_\_\_\_\_

Qual? \_\_\_\_\_ Perdeu peso? ( ) sim ( ) não Quanto? \_\_\_\_\_

Já se consultou com: endocrinologista ( ) nutricionista ( )

Antecedentes Pessoais:

( ) HA ( ) Anemia ( ) Câncer ( ) Infecção ( ) Doença renal  
 ( ) Obesidade ( ) Verminoses ( ) Cardiopatias ( ) DM ( ) outros \_\_\_\_\_

Você faz algum tratamento para a saúde? ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

Você usa algum medicamento freqüentemente? ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

Você tem algum problema na mastigação? ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

Você tem algum problema na deglutição? ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

Apetite: ( ) pouco ( ) normal ( ) muito

Alergias: \_\_\_\_\_ Intolerância e/ou aversões: \_\_\_\_\_

Refeições: velocidade \_\_\_\_\_ Acompanhante \_\_\_\_\_

Local: café da manhã \_\_\_\_\_ almoço \_\_\_\_\_ jantar \_\_\_\_\_ outras \_\_\_\_\_

Preferências: \_\_\_\_\_

Frequência evacuatória: \_\_\_\_\_ Ingestão hídrica (copos/dia): \_\_\_\_\_

Quem prepara as suas refeições: \_\_\_\_\_ Nº refeições diárias: \_\_\_\_\_

Já fez uso de algum tipo de suplemento ou complemento alimentar: ( ) sim ( ) não

Qual (is)? \_\_\_\_\_ Motivo (s): \_\_\_\_\_

Qual a base da fórmula do produto?

( ) Aminoácidos ( ) Carboidratos ( ) Vitaminas ( ) Minerais ( ) outros. Qual (is)? \_\_\_\_\_

Qual a freqüência de uso \_\_\_\_\_ Durante quanto tempo você usa (ou) o produto? \_\_\_\_\_

O que levou a usar o produto? ( ) amigos ( ) propaganda ( ) iniciativa própria ( ) orientação

profissional (médico, nutricionista) ( ) outros. Quais? \_\_\_\_\_

Quais os resultados observados com o uso? \_\_\_\_\_

Recebeu acompanhamento de alguma nutricionista? ( ) sim ( ) não

## Anexo 3 – Ficha de anamnese alimentar (continuação)

Nome:

Data nasc.:

Telefone:

Profissão:

**RECORDATÓRIO****Desjejum: \_\_\_\_ h**

Leite: \_\_\_\_\_

Café: \_\_\_\_\_

Pão: \_\_\_\_\_

Marg/Mant: \_\_\_\_\_

Queijo: \_\_\_\_\_

Presunto: \_\_\_\_\_

Fruta: \_\_\_\_\_

Cereal: \_\_\_\_\_

Açúcar: \_\_\_\_\_

Outros: \_\_\_\_\_

**Lanche manhã \_\_\_\_ h**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Jantar \_\_\_\_ h**

Arroz: \_\_\_\_\_

Feijão: \_\_\_\_\_

Carne: \_\_\_\_\_

Vegetal: \_\_\_\_\_

Massa: \_\_\_\_\_

Sobremesa: \_\_\_\_\_

Suco: \_\_\_\_\_

Outros: \_\_\_\_\_

**Almoço \_\_\_\_ h**

Arroz: \_\_\_\_\_

Feijão: \_\_\_\_\_

Carne: \_\_\_\_\_

Vegetal: \_\_\_\_\_

Massa: \_\_\_\_\_

Sobremesa: \_\_\_\_\_

Suco: \_\_\_\_\_

Outros: \_\_\_\_\_

**Lanche tarde \_\_\_\_ h**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Ceia \_\_\_\_ h**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**HÁBITOS ALIMENTARES**

<b>ALIMENTO</b>	<b>DIÁRIO</b>	<b>OCASIONAL</b>	<b>NUNCA</b>
Leite e iogurte			
Ovo			
Queijo			
Carne			
Raízes e tubérculos			
Leguminosas			
Cereais			
Vegetais			
Frutas			
Óleo/manteiga			
Açúcares			
Álcool			
Condimentados			
Adoçante			
Refrigerante			











# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)