



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

**PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DE AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL
RELATIVO AO ZINCO E ATIVIDADE DA ENZIMA SUPERÓXIDO DISMUTASE
EM JUDOCAS ADOLESCENTES**

LAIANA SEPÚLVEDA DE ANDRADE MESQUITA

TERESINA
2009

LAIANA SEPÚLVEDA DE ANDRADE MESQUITA

**PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DE AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL
RELATIVO AO ZINCO E ATIVIDADE DA ENZIMA SUPERÓXIDO DISMUTASE
EM JUDOCAS ADOLESCENTES**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Piauí para obtenção do título de Mestre em Ciências e Saúde.

Orientadora:

Prof^a Dra Dilina do Nascimento Marreiro

TERESINA

2009

LAIANA SEPÚLVEDA DE ANDRADE MESQUITA

Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Estado Nutricional Relativo
ao Zinco e Atividade da Enzima Superóxido Dismutase em Judocas
Adolescentes

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências da Saúde da Universidade Federal
do Piauí para obtenção do título de Mestre
em Ciências e Saúde.

Aprovado por:

Presidente- Prof^a. Dra Dilina do Nascimento Marreiro (Orientadora)

1º Examinador- Prof^a. Dr. Julio Orlando Tirapegui Toledo

2º Examinador- Prof^a. Dra Ana Maria da Silva Rodrigues

Teresina, _____ de _____ de 2009.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pois sem ele, não estaríamos aqui e eu não teria conseguido superar os obstáculos.

A Orientadora e amiga Profa. Dra. Dilina do Nascimento Marreiro, pelo apoio, incentivo, paciência, profissionalismo e dedicação a mim dispensados.

Aos pais e adolescentes que participaram desse estudo, pela colaboração e envolvimento nas diversas atividades deste trabalho.

Ao professor José Machado Moita, pelos ensinamentos estatísticos e análise dos dados.

A Ariel das Graças Gomes Mesquita, pela sua atenção e ensinamentos dispensados para realização desta pesquisa.

Ao amigo Luis Cláudio Demes, pela sua contribuição e ajuda na organização do trabalho.

Ao fisioterapeuta Oséas Florêncio, pela atenção e ajuda fundamental para realização de parte da pesquisa.

Às amigas Vanessa Lima Batista e Artemizia Francisca de Sousa, pela ajuda inestimável.

Aos estagiários do Curso de Química do LAPETRO, pela contribuição na determinação do zinco no espectrofotômetro de absorção atômica.

Aos meus pais Lita e Aderson e minhas irmãs Larissa e Lara, pela torcida e pela preocupação com minha saúde e bem-estar.

Ao meu marido Guilherme Steiner, pelo amor, incentivo e entusiasmo em cada etapa da pesquisa, e por estar ao meu lado em toda esta caminhada, me dando força e me ajudando em todos os momentos. E ao meu pequeno Davizinho, inspiração de todas as horas.

Enfim, à todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	10
2.0 REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 Zinco	12
2.1.1 Aspectos metabólicos	12
2.1.2 Aspectos fisiológicos.....	14
2.2 Exercício físico e estresse oxidativo	15
2.3. Exercício físico e o papel dos antioxidantes	17
2.3.1 Exercício físico e zinco.....	17
2.3.2 Exercício físico e a enzima antioxidante superóxido dismutase	19
3.0 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4.0 CASUÍSTICA E MÉTODOS	24
4.1 Caracterização do estudo e protocolo experimental	24
4.2 Avaliação da composição Corporal.....	26
4.2.1 Parâmetros antropométricos.....	26
4.2.2 Impedância bioelétrica	26
4.4 Coleta de material biológico.....	28
4.5.1 Controle de contaminação	28
4.5.3 Separação dos componentes do sangue.....	28
4.5.4 Determinação do zinco no plasma.....	29
4.5.5 Determinação do zinco nos eritrócitos	30
4.5.6 Determinação da atividade da enzima superóxido dismutase eritrócitária....	30

4.6 Parâmetros de desempenho esportivo	31
4.7 Análise estatística	32
4.8 Aspectos éticos	32
5.0 RESULTADOS.....	33
5.1 Avaliação da composição corporal dos participantes do estudo.....	33
5.1.2 Antropometria e impedância bioelétrica	33
5.2 Parâmetros de desempenho esportivo.....	35
5.3 Avaliação do consumo alimentar	36
5.4 Parâmetros bioquímicos de avaliação do zinco e da enzima superóxido dismutase.....	37
6.0 DISCUSSÃO	40
7.0 CONCLUSÕES.....	46
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
APÊNDICES	57
ANEXOS	64

RESUMO

MESQUITA, L.S.A. **Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Estado Nutricional Relativo ao Zinco e Atividade da Enzima Superóxido Dismutase em Judocas Adolescentes.** 2009. Dissertação (Mestrado)- Programa de mestrado em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

INTRODUÇÃO: Diversos estudos têm demonstrado os efeitos do exercício físico sobre o metabolismo de minerais e de enzimas que participam do sistema de defesa antioxidante. No entanto, os dados existentes sobre o tema são bastante controversos. O presente trabalho avaliou o estado de nutrição relativo ao zinco e a atividade da enzima superóxido dismutase em judocas. **MÉTODOS:** Estudo do tipo caso controle, conduzido num grupo de atletas (n=25), e em um grupo controle (n=27), com faixa etária entre 14 e 19 anos, do gênero masculino. A avaliação da composição corporal foi realizada por meio da impedância bioelétrica. O teor de zinco na dieta foi obtido utilizando o registro alimentar de três dias e a análise pelo software NutWin versão 1.5. A análise do zinco plasmático e eritrocitário foi realizada segundo o método de espectrofotometria de absorção atômica de chama. A determinação da enzima superóxido dismutase foi realizada nos eritrócitos pelo método “in vitro” segundo a metodologia do fabricante Randox. **RESULTADOS:** A dieta de ambos os grupos apresentava-se com concentrações adequadas de lipídeos, proteínas e carboidratos. Os valores médios de zinco encontrados nas dietas dos adolescentes avaliados foram de $20,3 \pm 11,7$ mg/dia para os atletas e $10,9 \pm 3,9$ mg/dia para o grupo controle. Os valores médios das concentrações de zinco no plasma foram de $72,9 \pm 14,6$ µg Zn/dL e $71,3 \pm 15,9$ µg Zn/dL para os atletas e controle, respectivamente. A média encontrada de zinco no eritrócito foi de $43,1 \pm 11,3$ µg Zn/gHb para os judocas e $41,2 \pm 8,6$ Zn/gHb para o grupo controle. A análise da atividade da superóxido dismutase mostrou valores médios de $1373,2 \pm 396,4$ U/gHb e $1466,6 \pm 320,0$ U/gHb para os atletas e grupo controle, respectivamente. **CONCLUSÕES:** A partir dos resultados desse estudo, pode-se concluir que os atletas avaliados apresentam valores médios normais de zinco nos compartimentos celulares analisados, segundo os padrões de normalidade, resultados estes diferentes de outros obtidos em alguns estudos, o que reforça a necessidade de mais investigação dessa natureza que permitam elucidar os mecanismos envolvidos nos aspectos metabólicos resultantes do exercício físico.

Palavras – Chave- exercício físico, zinco, superóxido dismutase.

ABSTRACT

MESQUITA, L.S.A. **Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Estado Nutricional Relativo ao Zinco e Atividade da Enzima Superóxido Dismutase em Judocas Adolescentes.** 2009. Dissertação (Mestrado)- Programa de mestrado em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

INTRODUCTION: Several studies have shown the effects of physical exercise on the enzyme and mineral metabolism that make part of the antirust defense system. The present work evaluated the zinc nutritional status and the activity of the superoxide dismutase in judo athletes. **METHODS:** The study is described as case-control, conducted in a group of athletes (25) and in a group of control (27) between the ages of 14 and 19 years old, males all. The evaluation of the body composition was carried through by means of bioelectric impedance. The zinc text on the diet was caught by using the food register of three days and the analysis for Nutwin software version 1.5. The analysis of plasma and erythrocyte zinc was carried through by flame atomic absorption spectrophotometry. The determination of the enzyme superoxide dismutase was determined in the erythrocytes for the method "in vitro", according to methodology of the Randox manufacturer. **RESULTS:** Te diet of both groups was presented with adequate concentrations of fat, proteins and carbohydrates. The average values of zinc found in the diets of evaluated adolescents had been of $20,3 \pm 11,7$ mg / day for the athletes and $10,9 \pm 3,9$ mg /day for the group of control. The average values of the zinc samples in plasma were $72,9 \pm 14,6$ Zn/dL and $71,3 \pm 15,9$ ug Zn/dL to athletes and control. The average of zinc found in erythrocyte was $43,1 \pm 11,3$ ug Zn/gHb to judo athletes and $41,2 \pm 8,6$ Zn / gHb to groups of control. The analysis of activity of superoxide dismutase showed average values of $1373,2 \pm 396,4$ U / gHb e $1466,6 \pm 320,0$ U / gHb for athletes of group of control, simultaneously. **CONCLUSIONS:** From the results of this study, it is concluded that the athletes revised showed ordinal average values of zinc in cell compartment analyzed, according to common patterns, these results different from some other studies, which reinforce the necessity of more metabolic features, resulted from physical exercise.

Key Words: physical exercise, zinc, superoxide dismutase

LISTA DE ABREVIATURAS

EROS- Espécies Reativas de Oxigênio

VO_{2MAX} -Consumo Máximo de Oxigênio

SOD- Enzima Superóxido Dismutase

DNA- Ácido Desoxirribonucléico (Deoxyribonucleic acid)

RNA- Ácido Ribonucléico (Ribonucleic acid)

RNA_m- RNA mensageiro

IMC- Índice de Massa Corpórea

SLC- Solute- Linked Carrier

EDTA- Ethylenediamine Tetraacetic Acid

1.0 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a suplementação com nutrientes tem se tornado cada vez mais comum na prática esportiva. Os minerais, em particular têm sido consumidos de forma indiscriminada, em função da relação desses nutrientes com o desempenho em indivíduos fisicamente ativos (LIMA; PERCEGO, 2001).

A atividade física favorece a diversas adaptações fisiológicas, sendo necessários ajustes cardiovasculares e respiratórios para compensar e manter o esforço realizado. Durante o exercício físico ocorre aumento do metabolismo energético com a formação excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROS). Essas espécies podem contribuir para danos tissulares e celulares, predispondo a lesões músculoesqueléticas e prejuízo no desempenho do atleta (KOURY; DONANGELO, 2003; CRUZAT et al., 2007).

Nesses mecanismos, vários micronutrientes desempenham papel importante, entre eles o zinco, que participa da estrutura da enzima superóxido dismutase, sendo essencial para a função normal do sistema antioxidante endógeno, além de ser um potente estabilizador das membranas celulares, de proteínas estruturais e da sinalização celular (CLARKSON; THOMPSON, 2000; MICHELETTI; ROSSI; RUFINI, 2001).

O zinco é um dos minerais de maior importância para o metabolismo. Dentre as suas funções biológicas, esse elemento é cofator de mais de 300 metaloenzimas, atuando em atividade catalítica de várias enzimas, tais como a anidrase carbônica, álcool desidrogenase, fosfatase alcalina, enzimas que participam do metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (PRASAD, 1991; MCCALL; HUANG; FIERKE, 2000). Algumas dessas enzimas estão envolvidas no sistema de defesa antioxidante durante o exercício, como por exemplo, a superóxido dismutase (LUKASKI, 2000).

Diversos estudos evidenciaram alterações na compartimentalização do zinco em atletas, com valores deste mineral em parâmetros bioquímicos bastante controversos. Os estudos mostram concentrações reduzidas, normais ou elevadas de zinco no plasma, no soro e nos eritrócitos de atletas, que parecem ser dependentes do tipo de modalidade esportiva e do período da coleta do

material biológico para análise do mineral (KOURY et al., 2000, 2004; SALIBA; TRAMONTE; FACCIN, 2006).

Nesse sentido, resultados de pesquisas conduzidas em atletas que realizam atividade anaeróbia, mostram concentrações elevadas de zinco no plasma logo após a realização de exercício físico intenso, que tem sido atribuído ao seu rápido extravasamento do tecido muscular para o fluido extracelular (LUKASKI, 1995). No entanto, a literatura também tem demonstrado uma posterior redução do mineral nesse compartimento em função da sua redistribuição para os eritrócitos e para o fígado por meio das interleucinas circulantes, o que pode comprometer as suas funções fisiológicas, como por exemplo, o sistema de defesa antioxidante (KOURY et al., 2000; LUKASKI et al., 1990; TUYA et al., 1996).

Paralelamente, têm sido evidenciadas alterações na atividade da enzima superóxido dismutase, sendo verificado tanto aumento quanto redução na atividade dessa enzima em atletas e em indivíduos fisicamente ativos (METIN et al., 2003; POWERS; JI; LEEUWENBURGH, 1999; SMOLKA et al., 2000). Segundo Ji, (2002), a atividade e a expressão dessa enzima parecem ser moduladas pela concentração de espécies reativas de oxigênio produzida durante o exercício, conforme já foi demonstrado no estudo de Schneider et al., (2005) o aumento da sua atividade como resultado da produção do radical superóxido.

Considerando-se, pois, as alterações bioquímicas e metabólicas do zinco resultante do exercício físico, bem como a sua participação no sistema de defesa antioxidante, os dados sobre a compartimentalização, bem como os mecanismos envolvendo esse oligoelemento e a melhora do desempenho físico ainda são escassos e bastante controvertidos. Dessa forma, a obtenção de conhecimentos acerca da atividade de enzimas antioxidantes, como por exemplo, a superóxido dismutase e de parâmetros bioquímicos relativos ao zinco, contribui para esclarecer o estado nutricional relativo a este mineral e a participação desses biomarcadores sobre o estresse oxidativo em atletas.

2.0 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Zinco

2.1.1 Aspectos metabólicos

O zinco é um elemento traço essencial de grande importância na nutrição humana, pois atua como componente estrutural e funcional de várias metaloenzimas e metaloproteínas, participa de reações do metabolismo celular, incluindo processos fisiológicos, tais como a função imune, defesa antioxidante, crescimento e desenvolvimento (SZCKUREK; BJORNSSON; TAYLOR, 2001).

O jejuno é a porção do intestino na qual a maior parte do zinco é absorvida e este processo é dependente de sua concentração no lúmen. A captação do zinco pela superfície da borda em escova ocorre por meio de dois mecanismos de transporte: processo mediado por transportadores e por difusão simples, que variam em sua importância, conforme a quantidade presente na dieta. O mecanismo mediado por carreador predomina em situação de baixa concentração do mineral na dieta, enquanto a absorção por difusão simples é predominante quando o seu consumo está elevado (COUSINS; MCMAHON, 2000; LEE et al., 1989; SALGUEIRO et al., 2000).

A regulação homeostática do zinco, dentro das células intestinais, é regulada por duas proteínas: a proteína intestinal rica em cisteína (CRIP) e a metalotioneína (HENRIQUES; HIRATA; COZZOLINO, 2003). Na deficiência de zinco, a proteína intestinal rica em cisteína, presente na mucosa intestinal, tem a função de carreador intracelular, ligando-se ao mineral quando este atravessa o meio extracelular para o citosol do enterócito, passando por difusão em direção à membrana basolateral. A metalotioneína regula a ligação do zinco para a proteína intestinal rica em cisteína, o que inibe a absorção desse oligoelemento em condições de elevada concentração (HEMPE; COUSINS, 1992; MAFRA; COZZOLINO, 2004).

As metalotioneínas desempenham um importante papel no transporte, estoque e distribuição do zinco. Este micronutriente induz a síntese da

metalotioneína, família de proteínas de baixo peso molecular (6000-7000 kDa) e rica em resíduos de cisteína (25%-30%). Estas proteínas são encontradas no citosol de células eucarióticas especialmente no fígado, rins e intestino (POWELL, 2000).

A metalotioneína atua como marcador bioquímico que controla a concentração de zinco nas células. Em situações de elevadas concentrações desse mineral, a síntese de tioneína é estimulada, por meio da sua ação sobre os fatores de transcrição zinco-dependentes, fazendo com que essa molécula se acople ao zinco para formar a metalotioneína. Dessa forma, essa proteína atua na proteção das células contra a toxicidade. Na presença de baixas concentrações na célula, o zinco é liberado da metalotioneína para ser utilizado por outras proteínas (DUFNER-BEATTIE et al., 2003; MARET, 2000; SEVE et al., 2004).

Quanto aos aspectos moleculares da absorção de zinco, as pesquisas têm investigado a participação das proteínas transportadoras do mineral, as quais asseguram o carreamento de íons zinco por meio das membranas biológicas. Elas são especializadas na captação, efluxo e compartimentalização do zinco, contribuindo para a manutenção dos níveis intracelulares e para sua adequada distribuição nos tecidos, por meio das membranas biológicas. Estas proteínas pertencem a duas famílias de genes: SLC30A e SLC39A, conhecidas como ZnT e Zip (DEVIRGILIIS et al., 2007; LIUZZI et al., 2004; SEVE et al., 2004).

Os genes envolvidos na síntese de proteínas transportadoras de zinco foram clonados recentemente. O primeiro gene a ser clonado foi o gene ZnT-1, sendo descoberto em 1995 por Palmiter e Finley. Os transportadores ZnT-1 estão associados com o efluxo de zinco nas células. Nos eritrócitos e nas células tubulares renais, esses transportadores localizam-se predominantemente na membrana basolateral, regulando a absorção e reabsorção desse mineral, sendo encontrado também em vários outros tecidos como, por exemplo, no intestino, rins e fígado. Além do ZnT-1, existem ainda o ZnT-2 que se localiza no intestino, rins e testículos; o ZnT-3 presente nos testículos e cérebro; e o ZnT-4 presente em grandes quantidades nas glândulas mamárias e pode estar envolvido na secreção de zinco no leite (SEVE et al., 2004).

No estudo realizado por Liuzzi, Blanchard e Cousins (2001), foi observado que a suplementação com zinco aumenta a expressão do RNAm para ZnT-1 e

ZnT-2 no intestino, fígado e rins, mostrando que a expressão desses transportadores ocorre em resposta às condições fisiológicas relativas ao zinco.

Os transportadores da família Zip são responsáveis pela captação intracelular desse mineral. O transportador Zip-1 está presente na maioria dos tecidos humanos, como o intestino delgado e o pâncreas. O Zip-3 está presente em maior concentração no baço e na medula óssea e em menor concentração no intestino delgado e fígado (PALMITER; FINLEY, 1995; COUSINS; MCMAHON, 2000; LIUZZI; COUSINS, 2004).

Após a absorção, o zinco é liberado pela célula intestinal, passa para os capilares mesentéricos e é transportado no sangue portal, sendo captado pelo fígado e subseqüentemente distribuído para os demais tecidos (KING; KEEN, 1994; MAFRA; COZZOLINO, 2004). No plasma, o zinco é carregado por proteínas como a albumina, α_2 macroglobulina e aminoácidos, sendo excretado principalmente pelo trato gastrointestinal (MCMAHON; COUSINS, 1998).

As manifestações de deficiência de zinco podem ser verificadas na expressão gênica de proteínas de grande importância (HENRIQUES, HIRATA; COZZOLINO, 2003). Neste contexto, o crescente avanço em estudos moleculares, como exemplo, a influência da metalotioneína e da proteína rica em cisteína na absorção desse mineral e a expressão de proteínas transportadoras de zinco, tem possibilitado um melhor entendimento do metabolismo desse mineral.

2.1.2 Aspectos fisiológicos

O zinco é o micronutriente intracelular mais abundante, sendo encontrado em todos os tecidos corpóreos. O conteúdo total de zinco no organismo varia de 1,5 a 2g, sendo que, cerca de 85% desse mineral está concentrado nos músculos e ossos, e aproximadamente 80% presente no sangue encontra-se nos eritrócitos (HENRIQUES, HIRATA; COZZOLINO, 2003; MCCALL; HUANG; FIERKE, 2000).

O zinco desempenha funções importantes em diversos processos biológicos do organismo, incluindo a síntese protéica, o metabolismo de DNA e

RNA, metabolismo de carboidratos e lipídios, metabolismo energético, entre outras (HENRIQUES; HIRATA; COZZOLINO, 2003).

Uma das principais funções do zinco é sua atuação enzimática, seja na estrutura da enzima ou em sua ação regulatória ou catalítica no organismo (SALGUEIRO et al., 2000). Já foram identificadas mais de 300 metaloenzimas que necessitam de zinco para sua atividade, como a anidrase carbônica, fosfatase alcalina, carboxipeptidases, álcool desidrogenase, proteína C quinase, ácido ribonucléico polimerase, transcriptase reversa e a superóxido dismutase (tem ação anti-radicaís livres) (MCCALL; HUANG; FIERKE, 2000).

O zinco está envolvido na estabilização de membranas estruturais e na proteção celular, prevenindo a peroxidação lipídica. As propriedades antioxidantes desse mineral são explicadas pelo seu papel na regulação da síntese da metalotioneína, na estrutura da enzima superóxido dismutase e na proteção de agrupamentos sulfidríla de proteínas de membranas celulares, onde promove a inibição da produção de espécies reativas de oxigênio por antagonismo com metais pró-oxidantes como ferro e cobre. Estudos têm demonstrado que a fragilidade osmótica de eritrócitos está relacionada à função do mineral na membrana celular (POWELL, 2000, KOURY; DONANGELO, 2003).

A avaliação do estado nutricional relativo ao zinco tem sido realizada por meio de vários marcadores bioquímicos. O zinco plasmático é atualmente o biomarcador bastante utilizado, apesar de sua baixa sensibilidade (HAMBIDGE, 2003). Já a medida da concentração do zinco eritrocitário, não reflete mudanças recentes desse mineral no organismo, por isso é considerado um parâmetro mais sensível (DAVIS; MILNE; NIELSEN, 2000; MAFRA; COZOLLINO, 2004).

2.2 Exercício físico e estresse oxidativo

A atividade física favorece à diversas adaptações fisiológicas, sendo necessários ajustes cardiovasculares e respiratórios para compensar e manter o esforço realizado (KOURY; DONANGELO, 2003). O exercício está associado ao aumento da formação de radicais livres, relacionado principalmente ao aumento do consumo de oxigênio pelos tecidos ativos (ZOPPI et al., 2003).

O oxigênio possui atividade fundamental no metabolismo celular aeróbio, pois esta partícula é necessária no processo de respiração celular que ocorre nas mitocôndrias das células, a fim de gerar energia. Esse metabolismo pode conduzir a formação de radicais livres, e ao estresse oxidativo, pois as espécies reativas de oxigênio semi-reduzido, superóxido e peróxido de hidrogênio são produzidas pelas mitocôndrias durante a respiração celular (FLOYD, 1999; URSO; CLARKSON, 2003).

No exercício intenso, ocorre aumento de 10 a 20 vezes no consumo total de oxigênio do organismo e de 100 a 200 vezes na captação de oxigênio pelo tecido muscular, favorecendo a produção de radicais livres de oxigênio (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1989). Além disso, a síntese dessas moléculas durante o exercício está associada ao aumento da liberação de catecolaminas e sua auto-oxidação, aumento do metabolismo dos prostanóides, das enzimas xantina-oxidases e NADPH oxidase, da oxidação de bases purínicas, e ainda distúrbio da homeostase do Ca^{2+} . (COOPER et al, 2002, URSO; CLARKSON, 2003; MASTALLOUDIS et al., 2004).

Em situações de exercícios extenuantes, como por exemplo, em atividade aeróbia e anaeróbia ocorre o aumento da produção de radicais livres, pois esta última impõe força nos músculos, podendo ocasionar danos às proteínas celulares (MAUGHAN; BURKE, 2004). O treinamento de um judoca, por exemplo, pode ter duração de seis horas diárias, ocorrendo a produção de radicais livres. A elevada produção dessas moléculas promove um desequilíbrio entre o ataque oxidativo e o sistema de defesa antioxidante, contribuindo para a lesão muscular, compressão articular, inflamação, entre outras conseqüências (GHORAYEB; BARROS, 1999; SMITH; REID, 2006).

Vários estudos relacionaram o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio com a instalação do processo de fadiga e lesão muscular após o exercício físico (BARCLAY; HANSEL, 1990; BROTTTO; NOSEK, 1996; FRANKIEWICZ-JOZKO; FAFF; SIERADZANGABELSKA, 1996). Em 2003, Quindry et al. verificaram valores médios elevados de ânions superóxidos após 2 horas da realização de uma sessão única de exercício máximo.

Num estudo realizado com animais, foi feita a análise de biomarcadores de condicionamento aeróbio e de estresse oxidativo em ratos treinados em natação. Os pesquisadores observaram uma diminuição da concentração de

lactato sanguíneo naqueles treinados quando comparados com o grupo controle, caracterizando um maior estresse oxidativo em ratos destreinados quando estes eram submetidos a um esforço (PRADA et al, 2004).

Nessa abordagem, várias pesquisas já demonstraram uma resposta adaptativa do organismo ao sistema antioxidante em atletas. Margaritis et al. (1997) verificaram que quanto mais alto o $VO_2 \text{ max}$, em triatletas, mais elevada é a atividade da enzima glutationala peroxidase nos eritrócitos, contribuindo para a proteção do organismo ao dano na membrana celular.

Diferentemente Inal et al. (2001) analisando o metabolismo anaeróbico em exercício agudo de natação, não observaram a capacidade antioxidante após a produção de espécies reativas de oxigênio em atletas nadadores.

Nos anos recentes, muitos pesquisadores têm demonstrado interesse em elucidar a influência de minerais sobre o estresse oxidativo na atividade física. Estas pesquisas visam reduzir os efeitos prejudiciais do excesso de espécies reativas de oxigênio, bem como melhorar a capacidade do sistema antioxidante dos atletas. Nesse sentido, a maioria dos estudos tem sido voltada para a contribuição de minerais traços, com ênfase no papel do zinco nesse processo (KOURY et al., 2004; LUKASKI, 2000; LUKASKI, 2005;).

2.3. Exercício físico e o papel dos antioxidantes

2.3.1 Exercício físico e zinco

Nas últimas décadas, tem havido um grande interesse por parte de vários pesquisadores em esclarecer o efeito do exercício físico sobre as alterações metabólicas e nutricionais. A produção de espécies reativas de oxigênio, bem como o papel de substanciais antioxidantes, têm sido os aspectos mais pesquisados.

Muitos estudos têm demonstrado que as concentrações de zinco no plasma de indivíduos fisicamente ativos estão diminuídas durante o período de 2 a 24 horas após a realização do exercício intenso (CORDORVA; MON-ALVAREZ, 1995). Peake, Gerrard e Griffin (2003) estudaram a concentração de zinco

plasmático em corredores durante o período de treinamento intensivo por quatro semanas e demonstraram que os atletas apresentavam concentrações plasmáticas de zinco inferiores quando comparado ao grupo controle, com diferença estatística significativa.

Na investigação realizada por Singh et al. (1993) foi verificada valores reduzidos da concentração plasmática de zinco em atletas corredores quando comparados com indivíduos sedentários. Associado a este fato, tem-se evidenciado relação inversa entre a hipozincemia, a performance e a resistência muscular em atletas (LUKASKI, 2005; VAN LOAN et al., 1999).

A literatura tem mostrado alterações nos compartimentos do zinco em tipos diferentes de atividade física. No estudo conduzido por Tuya et al. (1996) foi evidenciado que em treinamento aeróbio, os atletas apresentavam concentrações plasmáticas de zinco diminuídas quando comparado com os indivíduos que praticavam atividade anaeróbia. Na opinião destes autores, o zinco atuaria como cofator de enzimas que participam do metabolismo energético e do sistema de defesa antioxidante em atividade física aeróbia. Portanto, o mineral seria mobilizado do plasma para exercer suas funções no metabolismo energético, e na atividade da enzima superóxido dismutase intracelular.

Além disso, algumas investigações revelaram resultados da avaliação do zinco plasmático com valores médios elevados em atletas de corridas. Recentemente, no estudo de Oliveira, Koury e Donangelo (2007) foram demonstradas concentrações plasmáticas de zinco superiores em adolescentes corredores, quando comparadas com o grupo controle.

As pesquisas voltadas para esclarecer o metabolismo do zinco em atletas, têm avaliado a compartimentalização do mineral antes e após a realização do exercício. Ainda em 1993, Bordin et al. encontraram aumento nas concentrações de zinco plasmático logo após o exercício intenso.

Posteriormente, Anderson et al. (1995) avaliaram o zinco no plasma em indivíduos treinados e sedentários, antes e após o exercício físico. Os autores verificaram um aumento nas concentrações plasmáticas de zinco, logo após o exercício (fase aguda) em ambos os grupos. Após duas horas da realização da atividade, foi observada uma redução nos valores da concentração de zinco com diferença estatística significativa, quando comparado aos valores iniciais.

A magnitude do aumento das concentrações plasmáticas de zinco seguido de exercício intenso pode ser resultado do catabolismo muscular com liberação do mineral no fluido extracelular. Estas alterações metabólicas estão relacionadas à ocorrência de micro-lesões musculares devido ao impacto e a explosão no exercício, o que favorece a liberação do zinco do tecido muscular para o plasma (CORDOVA; ALVAREZ-MON, 1995; CORDOVA; NAVAS, 1998; KOURY et al., 2004).

Nesse sentido, os mecanismos que participam das alterações no metabolismo do zinco têm sido atribuídos às concentrações aumentadas de interleucinas plasmáticas, sendo evidenciadas no processo inflamatório, no dano tissular e no exercício intenso. As interleucinas estimulam a captação do zinco do plasma para o fígado e eritrócitos e favorecem a síntese de metalotioneína (e possivelmente de superóxido dismutase e outras zinco-proteínas), enzimas necessárias para a resposta de fase aguda (LUKASKI, 1995, 2000).

2.3.2 Exercício físico e a enzima antioxidante superóxido dismutase

O organismo possui mecanismos de defesa antioxidante que atuam para minimizar ou prevenir os efeitos causados pelos radicais livres, gerados pelo exercício intenso. Existem sistemas antioxidantes de defesa para proteção e sistemas de reparação, que previnem o acúmulo de moléculas alteradas por oxidação (DIPLOCH, 1991; GOODE; WEBSTER, 1993).

Os antioxidantes de defesa celular neutralizam a proliferação ou protegem a membrana das células da ação lesiva das espécies reativas de oxigênio. Esses compostos são classificados em sistemas antioxidantes intracelulares enzimáticos (catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase) ou não-enzimáticos como as vitaminas hidrossolúveis (vitamina C), vitaminas lipossolúveis (vitamina E e carotenóides) e elementos de elevado peso molecular, como o zinco e o ferro (HEFFNER; REPINE, 1989; POWERS; HAMILTON, 1999; ATALAY et al., 2000).

As enzimas superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase representam a principal defesa endógena do organismo. A superóxido dismutase

é uma enzima abundante do organismo e tem papel fundamental na defesa contra as espécies reativas de oxigênio. Esta enzima corresponde a uma família de proteínas com diferentes grupos prostéticos em sua composição. Nos sistemas eucariontes existem duas formas de superóxido dismutase: a forma cobre-zinco-superóxido dismutase, presente principalmente no citosol, e a manganês-superóxido dismutase, localizada primariamente na mitocôndria. Esta enzima possui papel antioxidante, pois catalisa a dismutação do radical superóxido em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio (O_2), na presença do próton H^+ (ACHARYA et al., 1991; ROSS; MOLDEUSS, 1991).

Em 2002, Fiamoncini avaliou as concentrações eritrocitárias da enzima superóxido dismutase em 18 jogadores juniores de futebol e observou uma diminuição significativa da atividade da enzima, após o exercício aeróbio. Por outro lado, após a realização do exercício anaeróbio, o autor não verificou alterações nas concentrações eritrocitárias da superóxido dismutase.

No estudo realizado por Groussard et al. (2003), foram determinados metabólicos do estresse oxidativo em sujeitos fisicamente ativos após a realização de exercício anaeróbio supramáximo. Os autores encontraram peroxidação lipídica elevada, bem como redução da atividade das enzimas antioxidantes glutathione peroxidase e superóxido dismutase nas hemácias analisadas.

De forma semelhante, Koury et al. (2005), avaliando a atividade da enzima superóxido dismutase em atletas brasileiros de judô, 24 horas e 5 dias após a realização do exercício, verificaram uma redução significativa na atividade da enzima. No estudo de Margaritis et al. (1997), também foram verificados valores reduzidos da enzima superóxido dismutase quando avaliada em triatletas ($n=18$), após o exercício físico.

As pesquisas realizadas envolvendo este tema têm demonstrado resultados controversos sobre o efeito do exercício na atividade das enzimas superóxido dismutase e glutathione peroxidase. Nesse sentido, diversos estudos demonstraram elevada atividade das mesmas, pós exercício em atletas, submetidos à atividade de alta intensidade, quando comparados com indivíduos sedentários (ØRTENBLAND; MADSEN; MOGENS, 1997). De forma semelhante, em atletas de atividade de longa distância, como por exemplo, o futebol, também tem sido evidenciado valores elevados da atividade das enzimas quando comparado ao grupo controle (BRITES et al., 1999).

Nesse contexto, alguns mecanismos têm sido propostos para esclarecer as alterações verificadas na atividade das enzimas antioxidantes em atletas. Alguns pesquisadores já demonstraram que o exercício extenuante agudo, crônico e moderado aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio. Dessa forma, ocorre uma demanda metabólica e fisiológica para a resposta antioxidante, sendo verificado um aumento na atividade das enzimas antioxidantes tanto no músculo quanto no sangue induzido pelo treinamento físico (JI, 2002, POWERS et al., 1999; SMOLKA et al., 2000; SCHNEIDER et al., 2005).

Recentemente Oliveira, Koury e Donangelo (2007) realizaram um estudo com adolescentes corredores (n=18) e não verificaram diferença significativa na concentração da superóxido dismutase nesses atletas, quando comparado com o grupo controle. Nesse mesmo estudo, os autores encontraram correlação positiva entre as concentrações da enzima superóxido dismutase e o zinco eritrocitário nos atletas corredores. Segundo os pesquisadores, ocorre uma demanda de zinco para a proteção das membranas de eritrócitos, causada pelo estresse oxidativo na prática esportiva.

Em 2000, o estudo de Selamoglu et al. mostrou diferenças adaptativas entre os exercícios aeróbios e anaeróbios, sendo que a atividade da enzima glutathione peroxidase, em eritrócitos, estava aumentada nos corredores de longa distância, quando comparado os resultados obtidos em atletas levantadores de peso. Inal et al. (2001), analisando o metabolismo anaeróbio em exercício agudo de natação, observaram que a produção de radicais livres era superior a capacidade antioxidante. Por outro lado, Subudhi et al. (2001), não verificaram em esquiadores alpinos de elite, alterações nos marcadores de estresse oxidativo após treinamento, supondo então que estes atletas poderiam ter obtido uma adaptação positiva em seus mecanismos antioxidantes com o treinamento.

Koury e Veiga (2003) avaliaram a atividade da enzima superóxido dismutase, a concentração da metalotioneína e o zinco eritrocitário de um nadador de elite e verificaram aumento significativo desses parâmetros, após a suplementação com 22mg de gluconato de zinco e ingestão diária do mineral de 20 mg/dia. Os autores verificaram os resultados positivos do efeito da suplementação com zinco sobre o sistema de defesa antioxidante.

Os resultados de várias pesquisas têm sugerido a necessidade de uma maior quantidade de zinco na alimentação de atletas, que praticam atividade de

elevado impacto, como por exemplo, a corrida e o triatlo (PERES; KOURY, 2006). Segundo a opinião dos pesquisadores, a prática de exercícios com treinamentos regulares e eficientes pode favorecer a redução da produção de espécies reativas de oxigênio. Este fato ocorre em função do aumento da defesa antioxidante, o que evita a instalação da fadiga muscular e o aparecimento de lesões musculares, distúrbios comuns em períodos longos de competição (ZOPPI et al., 2003).

Diversas investigações têm sido realizadas na perspectiva de esclarecer o estado nutricional relativo ao zinco em atletas, os mecanismos que favorecem a produção de espécies reativas de oxigênio após o exercício, bem como a participação do sistema de defesa antioxidante. No entanto, o entendimento sobre as alterações na distribuição de zinco e ainda o papel desse mineral e da enzima superóxido dismutase na defesa antioxidante, em indivíduos fisicamente ativos, ainda são escassos.

3.0 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar a atividade da enzima superóxido dismutase e parâmetros bioquímicos relativos ao zinco em judocas adolescentes.

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar a composição corporal de atletas e grupo controle por meio da impedância bioelétrica;
- ✓ Verificar a adequação da dieta em relação à macronutrientes e zinco;
- ✓ Determinar a concentração de zinco plasmático e eritrocitário em adolescentes atletas e comparar com o grupo controle;
- ✓ Determinar a atividade da enzima superóxido dismutase nos eritrócitos dos participantes do estudo.

4.0 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo e protocolo experimental

Estudo clínico, de natureza transversal, experimental, realizado com 25 atletas de judô na faixa etária entre 14 e 19 anos, do sexo masculino, que treinam regularmente a mais de um ano na Seleção Piauiense de Judô. Esta avaliação ocorreu por meio de entrevistas com os atletas, quando foi aplicado um questionário para obtenção de informações referentes à utilização de medicamentos e/ou suplementos nutricionais (APÊNDICE A), consumo alimentar habitual (APÊNDICE B), bem como verificar se os indivíduos estavam aptos a participar da pesquisa.

A amostra do estudo (n=25) foi definida em função do número de adolescentes participantes da Seleção Piauiense de Judô, que são 35 integrantes nessa faixa etária. Inicialmente não foi feita uma seleção por idade e gênero, entretanto como a grande maioria dos atletas que compõem a Seleção Piauiense de Judô é adolescente do gênero masculino, optou-se por considerar apenas os indivíduos que fazem parte deste grupo populacional.

Paralelamente, foram selecionados 27 indivíduos, do sexo masculino com características semelhantes ao grupo experimental em relação à idade, escolaridade, nível sócio econômico, e que não estavam praticando nenhum tipo de exercício físico, caracterizando o grupo controle.

A partir deste momento, foram explicados os objetivos do estudo, quando os adolescentes ou responsáveis assinaram um consentimento esclarecido por escrito após receberem informações detalhadas sobre a natureza da investigação (APÊNDICE C e D) sendo entregue um formulário para o registro alimentar. Paralelamente, foram agendadas as datas para a realização de uma coleta de sangue para avaliação do zinco plasmático e eritrocitário e atividade da enzima superóxido dismutase nos eritrócitos. Posteriormente, estes indivíduos foram encaminhados para a avaliação da composição corporal, sendo realizadas medidas antropométricas de peso e altura, bem como impedância bioelétrica (APÊNDICE A). O estado nutricional foi classificado a partir da distribuição do

Índice de Massa Corpórea (IMC) adequado para adolescentes, segundo a idade e sexo, de acordo com a WHO (1995).

Paralelamente foi feito o agendamento para a realização da ergoespirometria para verificar, de forma direta, o consumo máximo de oxigênio e assim determinar o condicionamento físico dos participantes deste estudo.

Etapas das atividades dos adolescentes participantes do estudo:

- a) Seleção dos atletas judocas e grupo controle.
- b) Procedimentos éticos, consentimento esclarecido.
- c) Entrega de formulário para registro alimentar.
- d) Agendamento da coleta de sangue.
- e) Obtenção de amostras de sangue.
- f) Realização de medidas da composição corporal.
- g) Agendamento para realização da ergoespirometria.
- h) Avaliação de consumo alimentar.
- i) Realização de medidas bioquímicas.

Os critérios de inclusão foram os seguintes: idade entre 14 e 19 anos, não fumantes, atletas que treinam a mais de 1 ano no mínimo três vezes por semana, ausência de suplementação vitamínica-mineral e/ou uso de outros medicamentos e ausência de doenças, que poderiam interferir na avaliação do estado nutricional relativo ao zinco.

Por outro lado, os critérios de exclusão considerados no estudo, foram os seguintes: fumantes, presença de doenças e uso de suplementos e medicamentos que poderiam interferir na avaliação do estado nutricional relativo ao zinco e especificamente em relação ao grupo controle, a ausência da realização de exercício físico.

4.2 Avaliação da composição Corporal

4.2.1 Parâmetros antropométricos

- **Peso- (Kg) e Altura- (m):**

O peso corporal dos adolescentes foi determinado com a utilização de uma balança digital Filizola[®], com capacidade máxima de 150 Kg com graduações de 100 em 100 gramas, estando os participantes da pesquisa descalços e vestidos com roupas leves. A altura foi medida em antropômetro de pé, graduado em centímetro e com barra de madeira vertical e fixa, com esquadro móvel, para posicionamento sobre a cabeça do indivíduo, estando os mesmos descalços, com os pés unidos, em posição ereta, olhando para frente. O peso foi medido em gramas e a altura em centímetros (NOLASCO, 1995).

- **Índice de massa corpórea (IMC)**

O estado nutricional foi classificado a partir da distribuição do índice de massa corpórea (IMC) adequado para adolescentes, segundo as recomendações da Organização Mundial de Saúde (WHO, 1995).

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Peso atual (kg)}}{[\text{Altura (m)}]^2}$$

4.2.2 Impedância bioelétrica

Para avaliação do percentual de gordura dos participantes do estudo, foi utilizada a impedância bioelétrica com o aparelho BIODYNAMICS modelo 310, Body Composition Analyser – USA.

Para determinação desta medida, os indivíduos ficaram deitados, em decúbito dorsal, com as pernas e os braços afastados do corpo. Após limpeza da pele, foram colocados 2 eletrodos (um distal e outro proximal) nos seguintes pontos anatômicos:

► Pé direito: eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal um pouco acima da linha da articulação do tornozelo, entre os maléolos medial e lateral da tibia.

► Mão direita: o eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal um pouco acima da linha da articulação do punho, coincidindo com o processo estilóide.

Após a colocação dos eletrodos, os cabos sensores foram conectados no monitor e suas extremidades nos eletrodos, em seguida, foram digitados os dados referentes ao gênero, idade, altura e peso, para obtenção do relatório sobre a composição corporal (BIODYNAMICS, 1995).

4.3 Avaliação do consumo alimentar

A avaliação do consumo alimentar foi feita por meio de um inquérito alimentar realizado de acordo com a técnica de registro alimentar durante três dias, compreendendo dois dias da semana e um dia do final de semana. No momento da entrega dos formulários aos participantes da pesquisa foi dada orientação quanto à forma correta de anotar os alimentos, como discriminar os tipos de refeições, preparações, porcionamentos, medidas caseiras, quantidades e horários em que as mesmas foram consumidas (APÊNDICE 2). Esta metodologia foi escolhida devido a possibilidade de abranger, à curto prazo, a variabilidade de alimentos consumidos por um grupo de indivíduos (BASLOTIS et al, 1987).

Os inquéritos alimentares foram analisados pelo programa computadorizado Nutwin versão 1.5 do departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo (ANÇÃO et al, 2002). Os alimentos não encontrados no programa foram incluídos na determinação da composição de nutrientes, tomando-se por base a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006).

4.4 Coleta de material biológico

Amostras de 15 mL de sangue foram retiradas, no período da manhã, de 7 às 9 horas, estando os indivíduos em no mínimo 12h de jejum, e os atletas com 24 horas sem realizar exercício físico. O sangue foi coletado com seringas plásticas descartáveis e agulhas de aço inoxidável, estéreis e descartáveis, sendo a seguir distribuído em tubos distintos: (1) tubo de vidro contendo citrato de sódio a 30% como anticoagulante (10µg/mL de sangue) para análise de zinco; (2) tubo de vidro com EDTA para análise da atividade da enzima superóxido dismutase (5mL).

4.5 Parâmetros bioquímicos de determinação de zinco

4.5.1 Controle de contaminação

Toda a vidraria e o material de polipropileno a ser utilizado para análise do zinco foram desmineralizados numa solução de ácido nítrico a 30%, por no mínimo 12 horas, e enxaguados 10 vezes com água deionizada, minimizando assim, a contaminação com metais (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.5.2 Preparação dos reagentes

A água utilizada para o preparo das soluções e para diluição das amostras estava livre de íons e foi processada pelo MILLIQ[®] Water System (Continental Water System Corp. EL Paso, Texas).

4.5.3 Separação dos componentes do sangue

O plasma foi separado do sangue total por centrifugação a 3000 x g durante 15 minutos a 4° C (centrífuga SIGMA 2K15). Foi extraído com pipeta automática e

acondicionado em tubos “*eppendorfs*” de polipropileno previamente desmineralizados, sendo a seguir conservados a -20°C para análises posteriores.

Para separação do eritrócito e subsequente determinação de zinco, foi utilizado o método de Whitehouse et al (1982). O sedimento de sangue foi lavado com 10 mL de solução salina isotônica 0,9% cuidadosamente homogeneizado por inversão, centrifugado a $10000 \times g$ por 10 minutos, sendo o sobrenadante descartado. Este procedimento foi realizado três vezes, para remover contaminantes do eritrócito (plaquetas e leucócitos). Após a última centrifugação, a solução salina foi aspirada, descartada, e a massa eritrocitária foi extraída cuidadosamente com o auxílio de uma pipeta automática, transferida para tubos de polipropileno desmineralizados, e mantidos à temperatura de -20°C até o momento da análise.

4.5.4 Determinação do zinco no plasma

A determinação da concentração de zinco no plasma foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica, segundo o método proposto por Rodriguez et al (1989). Duas alíquotas de cada amostra de plasma foram preparadas, diluindo-se em água MILLIQ[®] na proporção de 1:4 e aspirada diretamente na chama do aparelho. A leitura foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica, marca PERKIN ELMER, modelo 5000, equipado com lâmpada de cátodo oco, calibrado nas seguintes condições de trabalho: comprimento de onda 213,9 nm, fenda 0,7 nm, chama oxidante acetileno/ar, com fluxo de 2,5: 15l/min, respectivamente; sistema de atomização-queimador com cabeça de uma fenda de 10 cm de largura e nebulizador, munido de pérola de impacto e três leituras com tempo de integração de 3 segundos.

O equipamento foi calibrado com soluções aquosas de glicerol a 3% e ácido nítrico a 1%, preparadas por diluição de padrão de zinco Tritizol[®] (MERCK), nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,5 e 1,0 $\mu\text{g/mL}$. Os resultados foram calculados a partir das absorbâncias obtidas e expressos em $\mu\text{gZn/dL}$, representando a média das concentrações das amostras preparadas em duplicatas.

4.5.5 Determinação do zinco nos eritrócitos

Para determinação de zinco no eritrócito, uma alíquota de 500 µL de massa de eritrócito foi diluída 40 vezes em água MILLIQ[®]. Esta diluição foi feita em duas etapas chamadas *lisado 1* e *2*, correspondentes respectivamente, a uma primeira diluição da alíquota de 500 µL na proporção de 1:4; e a uma segunda diluição na qual foram pipetados em triplicata 200 µL do *lisado 1* e diluídos novamente na proporção de 1:10. Após homogeneização, as amostras de *lisado 2* foram aspiradas diretamente no espectrofotômetro de absorção atômica. O branco, preparado a 1% de ácido nítrico, foi lido em paralelo às amostras, a fim de se verificar a contaminação de zinco durante o preparo das mesmas.

A determinação da concentração de zinco no eritrócito foi feita em duplicata, utilizando-se o mesmo equipamento e condições descritas para o plasma, modificando-se apenas os padrões de zinco, agora preparados em solução aquosa. Essa análise conduziu-se após não se verificar a existência de interferência de matriz.

Para expressar os resultados, em termos de massa de zinco/massa de hemoglobina, foram preparadas paralelamente ao zinco, as amostras para análise da concentração de hemoglobina. Uma alíquota de 20 µL de eritrócito lisado foi diluída em 5 mL de solução de Drabkin e determinada segundo o método da cianometahemoglobina (VAN ASSENDELFT, 1972).

O espectrofotômetro UV visível (FEMTO Modelo 700S) foi utilizado para leitura da hemoglobina, num comprimento de onda de 540nm. A partir dos valores das concentrações de zinco e da hemoglobina, foi calculada a concentração de zinco, expressa em µg/g Hb.

4.5.6 Determinação da atividade da enzima superóxido dismutase eritrócitária.

Inicialmente, o plasma foi separado do sangue total por centrifugação a 3000 x g durante 15 minutos a 4^o C, extraído com pipeta automática e

acondicionado em tubos “*ependorfs*” de polipropileno previamente desmineralizados. A separação do eritrócito foi obtida por meio de um processo de lavagem da massa eritrocitária com 5mL de solução salina a 9% e homogeneizada lentamente por inversão e centrifugada a 4000 x g por 10 minutos (SORVALL® 2K15) a 4°C, descartando o sobrenadante; o procedimento foi repetido 3 vezes. Após a última centrifugação, a solução salina foi aspirada e desprezada, e a massa de eritrócitos foi cuidadosamente extraída com micropipeta, colocada em tubos “*ependorfs*” desmineralizados, e acondicionada à -80°C, para análises posteriores da superóxido eritrocitária.

A atividade da superóxido dismutase foi determinada nos eritrócitos pelo método “*in vitro*”, conforme metodologia recomendada pelo fabricante RANDOX, no Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo/USP. O lizado foi diluído com tampão fosfato 0,01mol/L PH 7,0, de forma que o percentual de inibição ficasse entre 30% e 60%. Para tanto, foram preparados além da amostra, o substrato misto, tampão xantina oxidase e o padrão, para posterior cálculo da atividade da enzima em análise.

4.6 Parâmetros de desempenho esportivo

Para determinação do condicionamento físico dos adolescentes participantes do estudo, foi verificado o consumo máximo de oxigênio (VO_{2Max}) de forma direta, por meio do teste ergoespirométrico realizado em esteira rolante. O consumo máximo de oxigênio (VO_{2Max}) foi avaliado com o analisador de gases VO_{2000} da marca MedGraphics, acoplado a um microcomputador, equipado com o software Elite produzido pela Micromed; clipe nasal; lâminas de barbear descartável; lixas descartáveis; álcool 70° (MICROMED, 2002). O ergômetro para a realização dos testes ergoespirométricos foi uma esteira elétrica de marca Inbrasport modelo Super ATL. O protocolo de rampa foi utilizado para realizar o teste, pois o mesmo permite uma melhor identificação do limiar anaeróbio e maiores níveis de VO_{2Max} . O referido protocolo caracteriza-se por incrementos de carga em reduzido intervalo de tempo - até mesmo de 6s - idealmente com

duração total do exercício entre 8 e 12min (WHIPP et al., 1981). O teste foi aplicado até que o avaliado alcança-se um estado de exaustão, onde então o mesmo fosse finalizado e classificado como teste máximo (VO_{2Max}).

4.7 Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva unidimensional das variáveis observadas nos adolescentes que participaram do estudo. Os dados foram trabalhados nos programas estatísticos S-PLUS V. 3.2 Release, no Minitab for Windows Release 11.0 e nos SPSS for Windows 9.0., sendo realizado o teste t de student para comparação das variáveis estudadas com $p < 0,05$.

4.8 Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, parecer N°. 12/08, CAAE N°: 0012 .045.000-08 (ANEXO A). Os participantes do estudo assinaram o consentimento livre esclarecido, após os mesmos terem recebido informações detalhadas sobre a natureza da investigação (APÊNDICES C e D), obedecendo às normas do Conselho Nacional de Pesquisa, contidas na Resolução 196/96.

5.0 RESULTADOS

O estudo foi realizado com 25 judocas, com idade entre 14 e 19 anos, do sexo masculino, com média de idade $16,6 \pm 1,3$ anos, integrantes da Seleção Piauiense de Judô, que treinavam regularmente por um período de mais de 1 ano. O grupo controle consistiu de 27 adolescentes, que não praticavam nenhum tipo de atividade física, com média de idade $15,6 \pm 1,4$ anos. Pode-se verificar que não houve diferença estatística significativa, em relação à idade dos indivíduos participantes do estudo ($p < 0.05$).

5.1 Avaliação da composição corporal dos participantes do estudo

5.1.2 Antropometria e impedância bioelétrica

Os resultados referentes aos parâmetros antropométricos e de bioimpedância utilizados na avaliação da composição corporal encontram-se na **TABELA 01**. Foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) em relação às variáveis de peso, IMC, percentual de gordura corporal, peso em massa magra e massa gorda nos grupos avaliados.

TABELA 01: Valores médios e desvios padrão do peso, altura, índice de massa corpórea, percentual de gordura, massa magra e massa gorda dos atletas adolescentes e grupo controle.

Parâmetros	Atletas	Controle
	Média ± DP	Média ± DP
Peso(Kg)	68,7* ± 15,9	57,9* ± 8,9
Altura(m)	172,0 ± 7,9	168,4 ± 7,9
IMC (Kg/m ²)	23,0* ± 3,5	20,3* ± 2,5
GC (%)	12,3* ± 5,2	19,3* ± 6,4
MM (Kg)	59,7* ± 10,1	49,8* ± 22,1
MG (Kg)	9,0* ± 7,0	19,3* ± 6,4

IMC= Índice de massa corporal, GC(%)=Percentual de gordura, MM(Kg)=massa magra, MG(Kg)=massa gorda, * Valores significativamente diferentes entre os grupos de atleta e controle, Teste t de Student (p<0,05).

A avaliação do estado nutricional dos indivíduos participantes do estudo se encontra no **GRÁFICO 01**. A partir da classificação proposta pela WHO, (1995), pode-se verificar que 91% dos atletas e 88% dos participantes do grupo controle apresentavam estado nutricional adequado. O sobrepeso estava presente em 9% dos atletas, estando ausente no grupo controle.

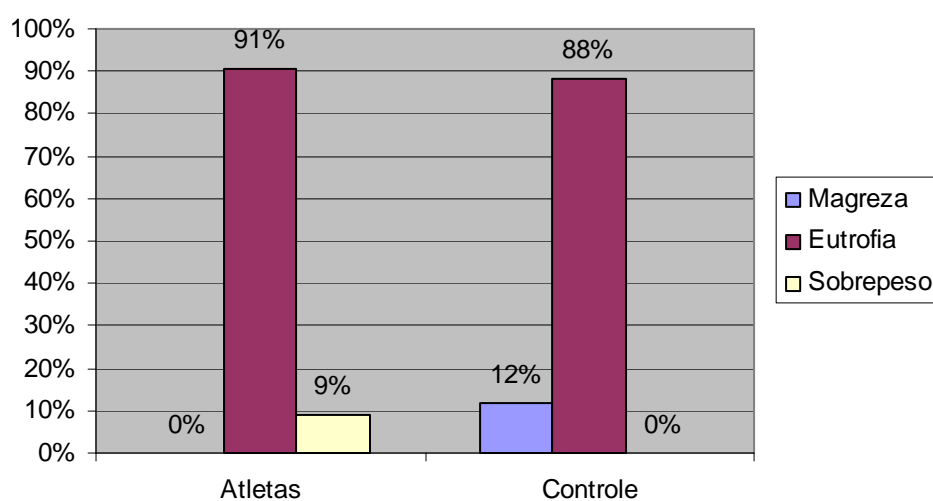


GRÁFICO 01: Classificação do estado nutricional dos atletas adolescentes e grupo controle, segundo a WHO, (1995).

5.2 Parâmetros de desempenho esportivo

Os resultados do consumo máximo de oxigênio (VO_{2Max}) dos adolescentes participantes do estudo encontram-se na **TABELA 02 e GRÁFICO 02**. Os valores de (VO_{2Max}) mostram que houve diferença significativa entre os grupos, sendo superiores para os indivíduos atletas, verificando que estes adolescentes apresentavam maior capacidade física e resistência aeróbia que o grupo controle.

TABELA 02: Valores médios e desvios padrão do consumo máximo de oxigênio (VO_{2Max}) dos adolescentes participantes do estudo.

(VO_{2Max})	Atletas	Controle
	Média \pm DP	Média \pm DP
(mL/kg.min)	41,6* \pm 7,3	24,0* \pm 7,1

* Valores significativamente diferentes entre os indivíduos atletas e grupo controle, Teste t de Student ($p < 0,05$).

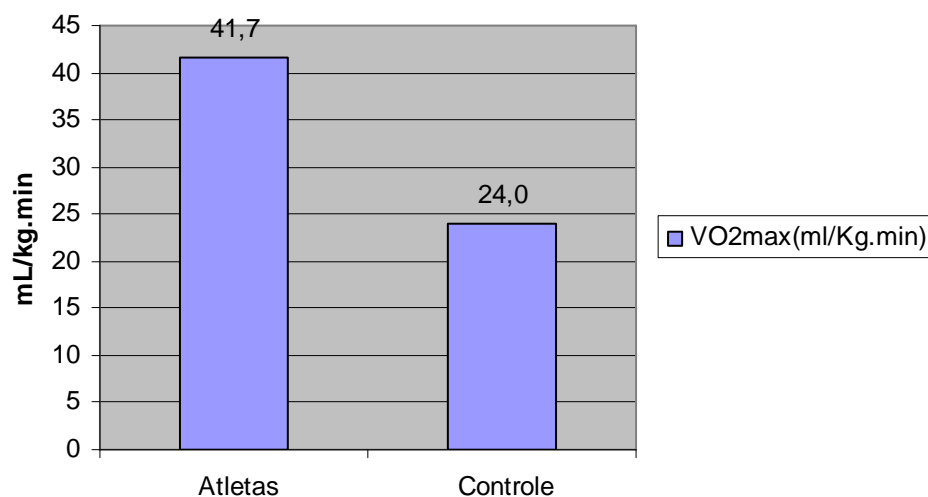


GRÁFICO 02: Valores médios do consumo máximo de oxigênio (VO_{2Max}) dos adolescentes participantes do estudo.

5.3 Avaliação do consumo alimentar

Os resultados da análise das dietas consumidas pelos atletas e grupo controle estão descritos na **TABELA 03**. Verifica-se que houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) em relação ao consumo de lipídeos, sendo superiores no grupo experimental.

TABELA 03: Valores médios e desvios padrão dos macronutrientes e energia presentes na alimentação dos atletas e grupo controle.

Energia/Nutrientes	Atletas	Controle
	Média \pm DP	Média \pm DP
Energia (Kcal)	3250,7* \pm 1971,6	1949,9* \pm 656,2
Carboidrato (%)	51,0 \pm 7,0	52,5 \pm 6,3
Proteínas (%)	21,8 \pm 6,0	22,6 \pm 5,2
Lipídeos (%)	27,0* \pm 3,8	24,7* \pm 3,4

* Valores significativamente diferentes entre os atletas e grupo controle, Teste t de Student ($p < 0,05$).

A concentração de zinco encontrada nas dietas consumidas pelos adolescentes pode ser visualizada na **TABELA 04**. Os valores de ingestão de zinco, pelos grupos estudados, mostram que houve diferença estatística significativa em relação ao consumo desse mineral, observando uma maior ingestão pelos atletas quando comparado com o grupo controle.

TABELA 04: Valores médios e desvios padrão da concentração de zinco presente na alimentação dos atletas e grupo controle.

Parâmetros	Atletas	Controle
	Média ± DP	Média ± DP
Zinco (mg/dia)	20,3* ± 11,7	10,9* ± 3,9

Valores de referência de ingestão de zinco: EAR=8,5 mg/dia (INSTITUTE OF MEDICINE, 2001);
*Valores significativamente diferente entre os atletas e o grupo controle, Teste t de Student ($p < 0,05$).

5.4 Parâmetros bioquímicos de avaliação do zinco e da enzima superóxido dismutase

Na **TABELA 05** encontram-se os valores obtidos das concentrações de zinco no plasma e nos eritrócitos dos atletas e grupo controle. Em relação às concentrações de zinco plasmático e eritrocitário, verifica-se que não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$).

TABELA 05: Valores médios, desvios padrão, valores mínimos e máximos das concentrações plasmáticas e eritrocitárias de zinco dos atletas adolescentes e grupo controle.

Variáveis	Atletas				Controle			
	média	± DP	mínimo	máximo	média	± DP	mínimo	máximo
Plasma ($\mu\text{g Zn/dL}$)	72,9	±14,6	50,0	106,1	71,3	±15,9	40,5	93,2
Eritrócito ($\mu\text{g Zn/gHb}$)	43,1	±11,3	24,5	63,7	41,2	±8,6	21,9	57,6

Valores de referência Plasma: 70-110 $\mu\text{g/dL}$ (GIBSON, 1990)

Valores de referência Eritrócito: 40 a 44 $\mu\text{g Zn/g Hb}$ (GUTHRIE; PICCIANO, 1994)

Não houve diferença estatística entre os grupos, Teste t de Student ($p > 0,05$).

Os resultados das concentrações de zinco no plasma e eritrócito também foram expressos em relação à distribuição dos adolescentes que se encontravam na faixa dos valores de referência.

Analisando a frequência dos valores de zinco plasmático, verificou-se que 52% dos atletas e 43% do grupo controle apresentavam concentrações desse

mineral abaixo dos valores de normalidade e 48% dos atletas e 57% do grupo controle apresentavam valores dentro da faixa de normalidade e nenhum adolescente apresentou concentrações acima do limite máximo de referência, conforme mostra o **GRÁFICO 03**.

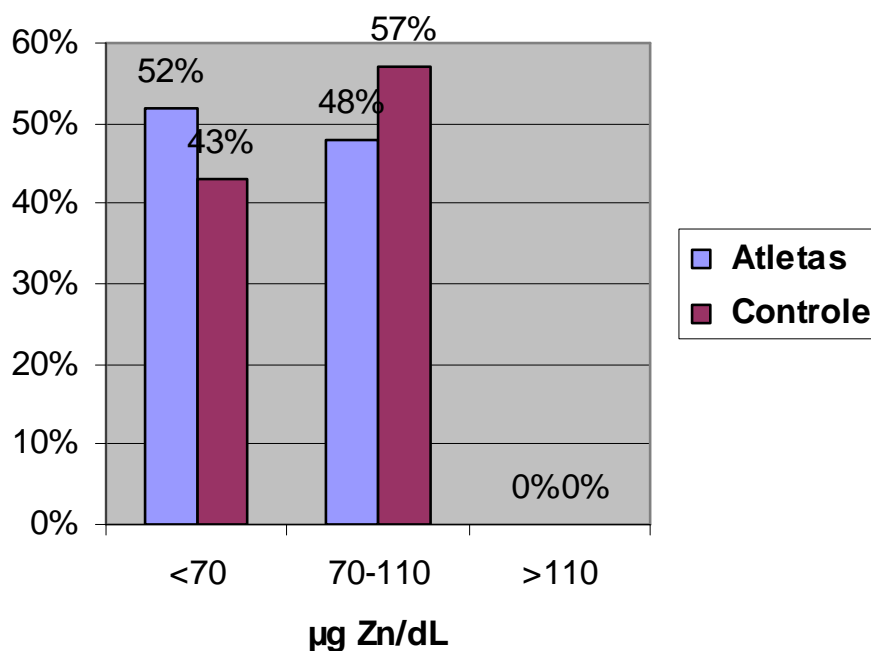


GRÁFICO 03: Distribuição percentual dos atletas e grupo controle segundo a concentração de zinco no plasma.

Analisando a frequência dos valores de zinco eritrocitário (**GRÁFICO 04**), verificou-se que somente 16% dos atletas e 26% dos participantes do grupo controle apresentavam concentrações desse mineral dentro da faixa de normalidade, 38% dos atletas e 48% do grupo controle apresentavam valores, abaixo da normalidade, e 46% dos atletas e 26% do grupo controle apresentavam valores acima da normalidade.

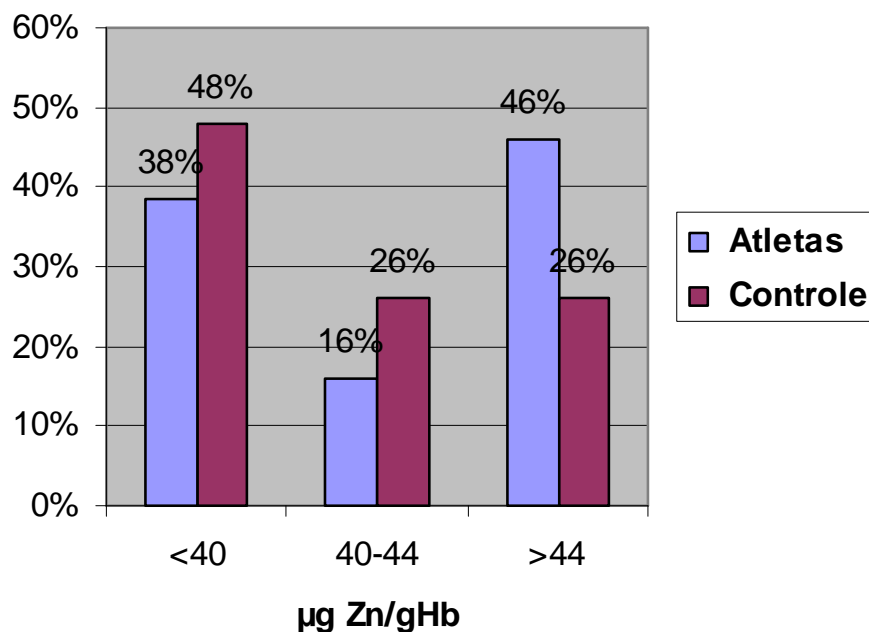


GRÁFICO 04: Distribuição percentual dos atletas e grupo controle, segundo a concentração de zinco nos eritrócitos.

Na **TABELA 06** encontram-se os valores obtidos da atividade da enzima superóxido dismutase nos eritrócitos dos atletas e grupo controle. Pode-se observar que não houve diferença significativa em relação à atividade desta enzima em ambos os grupos.

TABELA 06: Valores médios, desvios padrão, valores mínimos e máximos das concentrações eritrocitárias de superóxido dismutase dos atletas adolescentes e grupo controle.

Variáveis	Atletas ^{N=25}				Controle ^{N=27}			
	Média	± DP	mínimo	máximo	média	± DP	mínimo	máximo
SOD (U/gHb)	1373,2	±396,4	855,6	2417,5	1466,6	±320,0	579,7	2286,4

Valores de referência para SOD pelo Kit Ransod Randox: 1102 - 1601 U/gHb.
SOD= superóxido dismutase

6.0 DISCUSSÃO

Neste estudo, foram realizadas análises das concentrações de zinco no plasma e nos eritrócitos bem como a atividade da enzima superóxido dismutase em atletas judocas adolescentes. Os valores médios de zinco encontrados no plasma, em ambos os grupos pesquisados, estavam dentro dos padrões de normalidade, sem diferença significativa ($p > 0,05$). Esses resultados são concordantes com aqueles demonstrados nos estudos de Koury et al. (2000, 2007) realizados com atletas de judô, quando também foram verificados valores de zinco no plasma atendendo aos limites de referência, após 24 horas da realização do exercício físico.

Nessa abordagem, a literatura é bastante escassa em relação aos dados de pesquisas conduzidas em atletas de judô, obtidos após 24 horas da realização do exercício. A maioria dos estudos tem sido voltada para a investigação das alterações do metabolismo do zinco numa fase mais aguda, ou seja, imediatamente após a atividade física. Nesse sentido, na opinião de alguns pesquisadores, o aumento do zinco no plasma, verificado nos momentos iniciais após o exercício, pode ser decorrente do seu extravasamento do tecido muscular para o fluido extracelular, podendo ser normalizadas 24 horas da realização do exercício (MUNDIE; HARE, 2001). Dessa forma, é oportuno ressaltar que a coleta do material biológico para a análise do zinco, realizada nesse estudo, foi conduzida 24 horas após o exercício, o que provavelmente contribuiu para que não tenha sido demonstrada diferença estatística significativa entre os grupos avaliados.

Outro aspecto importante a ser destacado, diz respeito ao consumo total de oxigênio verificado durante a realização da atividade física. Nesse sentido, vale destacar que a atividade anaeróbia, de forma diferente de exercícios aeróbios, possui efeito inexpressivo sobre o consumo de oxigênio ($VO_2 \text{ máx}$) (KRAEMER et al., 1988). O judô, por exemplo, é uma modalidade esportiva que apresenta características de intermitência, pois requer esforços supramáximos, com pausa para recuperação, favorecendo o metabolismo anaeróbio láctico (LITTLE, 1991; FRANCHINI, 1999).

No entanto, embora não sendo relevante o consumo de oxigênio verificado em atletas que realizam atividades de judô, este é capaz de gerar radicais livres que podem promover alterações no metabolismo do zinco. Os resultados encontrados nesse estudo demonstraram que os judocas adolescentes apresentavam valores superiores de VO_{2Max} quando comparado com o grupo controle, com diferença estatística significativa entre os grupos ($p < 0.05$). De forma semelhante, no estudo realizado por Barros Neto, Tebexreni e Tambeiro (2001), também foi verificado consumo de VO_{2Max} superior entre indivíduos atletas de judô, quando comparado com os controles.

Apesar do consumo de oxigênio ter sido superior entre os atletas pesquisados nesse estudo, este provavelmente parece não ter contribuído para as concentrações plasmáticas de zinco, considerando que as mesmas não apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos (> 0.05). O fato do consumo de oxigênio verificado para os atletas ter sido o dobro em relação ao grupo controle, seria esperado que o gasto energético pudesse contribuir para uma redução nas concentrações de zinco no plasma. No entanto, os dados nos revelam uma elevada concentração de zinco na dieta desses indivíduos.

Nessa discussão, é oportuno destacar a influência do zinco da dieta sobre os parâmetros bioquímicos de avaliação desse micronutriente. As dietas avaliadas no presente estudo em ambos os grupos apresentavam concentrações elevadas do mineral, pois os valores da *Estimated Average Requirement* (EAR), ou “necessidade média estimada” de zinco para os indivíduos avaliados segundo as novas recomendações nutricionais foram 8,5 mg/dia, (INSTITUTE OF MEDICINE, 2001), o que pode ter contribuído para as concentrações médias encontradas no plasma e nos eritrócitos.

A análise da concentração de zinco nas dietas consumidas pelos atletas participantes desse estudo, revelaram valores médios do mineral de 20,3 mg/dia, sendo estes superiores aqueles encontrados para o grupo controle (10,9 mg/dia). Esses resultados estão de acordo com aqueles demonstrados por Soares, Ishii e Burini (1994) que verificaram uma concentração de zinco na dieta de atletas de 22,0 mg/dia. Nesse contexto, mesmo existindo diferença entre a concentração de zinco presente nas dietas consumidas pelos atletas e grupo controle, não foi observado diferenças significativas entre as concentrações plasmáticas e eritrocitárias desse mineral. Esses dados nos permitem verificar que os atletas

parecem necessitar de um maior aporte de zinco na dieta para compensar o gasto energético, a demanda bioquímica e as perdas ocorridas durante a realização do exercício físico.

É importante mencionar a importância da adequação da dieta em relação ao aporte de zinco, sendo este um dos fatores fundamentais para manter as concentrações adequadas do mineral no organismo. Na opinião de Koury e Donangelo, (2003), apesar de não existir recomendações específicas para atletas, esse grupo populacional parece necessitar de um maior aporte de nutrientes necessários para compensar as perdas aumentadas pelo suor e urina, bem como para atender a elevada demanda bioquímica, decorrente do exercício intenso.

Dentre os métodos indiretos para a avaliação do estado nutricional, os dados mais freqüentemente encontrados são aqueles obtidos por meio de inquéritos dietéticos, os quais refletem a adequação qualitativa e/ou quantitativa do consumo alimentar de um indivíduo, de uma família ou de um grupo populacional (FERREIRA, 2000).

Quanto aos resultados encontrados na avaliação da composição das dietas consumidas pelos atletas e grupo controle, pode-se verificar que as recomendações diárias de macronutrientes segundo as DRIs foram atingidas para ambos os grupos, sem diferença estatística significativa ($p < 0,05$), com exceção do consumo de lipídeos, que foi superior para os atletas. De acordo com as DRIs, a contribuição percentual de energia fornecida pelos macronutrientes é cerca de 10 a 30% para proteína, de 45 a 65% para carboidrato e até 35% para lipídeos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2001). Desta forma pôde-se observar, em nosso estudo, que as dietas de ambos os grupos estudados apresentavam concentrações adequadas de macronutrientes.

Por outro lado, analisando a distribuição percentual dos participantes do estudo, segundo a concentração plasmática de zinco, pode-se verificar que mais da metade dos atletas (52,3%) apresentavam valores inferiores a 70 $\mu\text{g/dL}$, valor este considerado padrão de normalidade. Portanto, embora os resultados encontrados nesse estudo tenham revelado uma média da concentração de zinco na dieta superior à recomendação, pode-se verificar um elevado percentual de indivíduos com um estado de hipozincemia. Este fato pode ser atribuído às alterações fisiológicas comumente observadas após a realização da atividade física.

Nesse sentido, alguns estudos têm mostrado que o exercício físico promove aumento das interleucinas circulantes, que estimulam a síntese da metalotioneína, proteína que promove a redistribuição do zinco do plasma para o fígado e/ou eritrócitos (KLASING, 1984; LUKASKI, 1995, 2000). Os efeitos dessas citocinas pró-inflamatórias sobre a homeostase do zinco no organismo vão além da sua influência sobre a expressão da metalotioneína. Essas substâncias estimulam o influxo celular de zinco por meio de uma regulação do transportador Zip 14 na membrana dos hepatócitos, sugerindo que esse transportador contribui para a hipozincemia em atletas (LUIZZI et al., 2006).

A determinação das concentrações de zinco nos eritrócitos, realizada nos atletas e indivíduos do grupo controle neste estudo, revelou valores médios desses parâmetros dentro dos padrões de normalidade, sem diferença significativa entre os grupos pesquisados (<0.05). Esses resultados estão de acordo com aqueles demonstrados no estudo realizado por Mundie e Hare, (2001) que também não verificaram diferença nas concentrações de zinco eritrocitário, após 24 horas da realização da atividade anaeróbia, em atletas quando comparado ao grupo controle. A concentração de zinco nos eritrócitos é cerca de 10 vezes maior que a no plasma. Entretanto, esse parâmetro reflete alterações, a médio e longo prazo, nos estoques desse mineral no organismo devido à meia vida longa dos eritrócitos (GIBSON, 1990).

A análise do percentual dos participantes desse estudo, segundo a concentração de zinco nos eritrócitos demonstrou que 46% dos atletas e 26% dos indivíduos do grupo controle apresentavam concentrações superiores a 44 $\mu\text{g Zn/g Hb}$. Nesse aspecto, um fato importante a ser destacado, diz respeito às alterações verificadas na distribuição do zinco que parecem ser dependentes do período da coleta do material biológico, sendo que ocorre uma redistribuição do zinco do plasma para os eritrócitos, normalmente verificado, logo após o repouso do exercício (LUKASKY et al., 1990).

No entanto, os resultados do estudo conduzido por Saliba, Tramonte e Faccin (2006), em atletas que realizavam atividade aeróbia, revelaram concentrações eritrocitárias de zinco reduzidas após 36 horas do exercício e adequado teor do mineral na dieta. Segundo estes autores, a concentração de zinco encontrada nos eritrócitos poderia refletir o teor de zinco encontrado em dietas consumidas pelos atletas.

Diversos estudos têm sido conduzidos, visando esclarecer os mecanismos envolvidos nas alterações observadas na atividade da enzima superóxido dismutase, bem como nas concentrações dos minerais que compõem o sistema de defesa antioxidante em atletas. A enzima superóxido dismutase está envolvida na proteção celular quanto a toxicidade de oxigênio, porém sua síntese pode causar danos oxidativos às células. O estresse oxidativo pode estar relacionado com processos tais como: mutagênese, peroxidação lipídica, oxidação de proteínas, e pode ser causado como consequência da depleção dos níveis de antioxidantes, ou pelo aumento da formação de espécies reativas de oxigênio, contribuindo para lesões musculares e fadiga durante a atividade física (LEE et al., 2001; SALNIKOW et al., 1994).

Os resultados obtidos nesse estudo da análise da atividade da enzima superóxido dismutase, não demonstraram diferença estatística significativa entre os grupos ($p < 0,05$), sendo que os valores médios dessa atividade encontrados para os atletas e grupo controle foram de 1343,2 U/g Hb e 1497,7U/g Hb, respectivamente, atendendo aos padrões de normalidade (1102-1601U/g Hb). Concordante com este resultado, o estudo conduzido por Fiamoncini em 2002, com atletas também não demonstraram alterações nas concentrações da enzima superóxido dismutase após a realização do exercício anaeróbio.

Por outro lado, outras investigações já demonstraram valores reduzidos e/ou elevados na atividade da enzima superóxido dismutase, em atletas. No estudo de Koury et al. (2005) conduzido em judocas, após 24 horas e 5 dias da realização do exercício, foi verificada uma redução da atividade dessa enzima nos eritrócitos. Os autores sugerem que esta redução possa estar atribuída ao seu equilíbrio homeostático, observado após um período mais longo de repouso.

Já os dados existentes na literatura da atividade da enzima superóxido dismutase em atletas, que realizam atividade aeróbia, têm revelado aumento da atividade dessa enzima. Na opinião dos pesquisadores, isto ocorre em decorrência do elevado consumo de oxigênio requerido para a atividade aeróbia, que favorece o aumento da demanda metabólica e fisiológica para a resposta antioxidante (JI, 2002; METIN et al., 2003).

A atividade da superóxido dismutase em estudos com humanos fisicamente ativos, é controversa, uma vez que existe influência do efeito, do tipo de exercício e da duração do treinamento. As divergências entre os resultados

parecem ser explicadas pelos diferentes métodos analíticos utilizados, por diferença na frequência e intensidade de treinamentos testados. Nesse estudo, diferentemente do esperado, não foi observada diferença significativa na concentração da enzima superóxido dismutase, apesar da atividade física regular desenvolvida.

Os resultados desse estudo nos revelam a existência de alterações na distribuição do zinco em atletas, considerando o elevado percentual de indivíduos com concentrações do zinco eritrocitário e plasmático acima e inferior à recomendação para este mineral, respectivamente, embora os valores médios para ambos os parâmetros encontravam-se atendendo aos padrões de normalidade. Resultado este, semelhante àqueles encontrados para a atividade da enzima superóxido dismutase, o que reforça a necessidade de mais estudos com metodologias que permitam elucidar os mecanismos envolvidos nos aspectos metabólicos resultantes do exercício físico, que favorecem aos distúrbios no sistema de defesa antioxidante.

Dessa forma, outros parâmetros bioquímicos poderão contribuir para esclarecer estes mecanismos. Nesse sentido, o entendimento da participação de citocinas pró-inflamatórias (IL-1 β , IL-6 e TNF- α), a metalotioneína e outras proteínas envolvidas no metabolismo energético, como por exemplo, a creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), aspartato aminotransferase e a mioglobina poderá favorecer o esclarecimento dos mecanismos envolvidos em aspectos moleculares da biologia celular do zinco nos eventos decorrentes do exercício físico.

O desdobramento desse conhecimento contribuirá para justificar a necessidade do uso de suplementos com zinco por atletas, considerando que parece não existir deficiência deste mineral nesses indivíduos e sim uma alteração na sua compartimentalização no organismo.

7. CONCLUSÕES

- ✓ A avaliação da composição corporal, por meio de parâmetros antropométricos e da impedância bioelétrica, demonstra que a maioria dos judocas adolescentes apresenta-se eutróficos e com o percentual de gordura corporal dentro da faixa de normalidade.
- ✓ O consumo alimentar dos atletas avaliados neste estudo apresenta-se adequados em relação à ingestão de macronutrientes, com valores médios de zinco superiores à recomendação.
- ✓ O estado nutricional relativo ao zinco dos indivíduos atletas encontra-se adequado, sem diferença significativa entre o grupo experimental e controles.
- ✓ A determinação da atividade da enzima superóxido dismutase demonstra valores médios normais sem diferenças significativas entre os indivíduos atletas e o grupo controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, J. et al. Red cell lipid peroxidation and antioxidant enzymes in iron deficiency. *Eur J Haematol.*, Copenhagen, v. 47, p. 287-91, 1991.

ANÇÃO, M.S. et al. *Programa de apoio à nutrição Nutwin: versão 1.5*. São Paulo. Departamento de Informática em Saúde, SPDM, UNUFESP/ EPM, 2002. 1 CD-ROM.

ATALAY, M. et al. Vitamin E regulates changes in tissue antioxidants induced by fish oil and acute exercise. *Med Sci Sports Exerc.*, Madison, v. 32, n. 3, p.601-607, 2000.

ANDERSON, R.A. et al. Acute exercise effects on urinary losses and serum concentrations of copper and zinc of moderately trained and untrained men consuming a controlled diet. *Analyst.*, Cambridge, v. 120, n. 3, p. 867-70, 1995.

BARCLAY, J. K.; HANSEL, M. Free radicals may contribute to oxidative muscle fatigue. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology.*, Ottawa, v.69, p.279-84, 1990.

BARROS NETO, T.L.; TEBEXRENI, A.S.; TAMBEIRO, V.L. A Aplicações Práticas da Ergoespirometria no Atleta, *Rev. Soc. Cardiol.*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 695-705 2001.

BIODYNAMICS. *Monitor de composição corporal: biodynamics modelo 310.s.l.p.*, 1995, 25p. [Manual].

BORDIN, D. et al. High Intensity Physical Exercise Induced Effects on Plasma Levels of Copper and Zinc. *Biol Trace Elem Res.*, London, v. 36, n. 2, p. 129-34, 1993.

BRITES, F.D. et al. Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clinical Science.*, London, v.96, p. 381-85, 1999.

BROTTO, M.A.P.; NOSEK, T.M. Hydrogen peroxide disrupts Ca²⁺ release from the sarcoplasmic reticulum of rat skeletal muscle fibres. *Journal of Applied Physiology.*, Washington, v.81, n.2, p.731-37, 1996.

- CLARKSON, P.M.; THOMPSON, H.S. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v. 72, p. 637-647, 2000.
- COOPER, C.E. et al. Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochem Soc Trans.*, Great Britain, v.30, p:280-5, 2002.
- CORDOVA, A.; NAVAS, F.J. Effect of training on zinc metabolism. Changes in serum and sweat zinc concentration in sports men. *Ann Nutr Metab.*, Spain, v.42, n.5, p.274-82, 1998.
- CORDOVA, A.; MON-ALVAREZ, M. Behaviour of zinc in physical exercise: a special reference to immunity and fatigue. *Neurosci Biobehav Rev.*, Elsevier, v.19, p. 439-445, 1995.
- COUSINS, R.J.; MCMAHON, R.J. Integrative aspects of zinc transporters. *J Nutr.*, Philadelphia, v.130, s. 5, p.1384-7, 2000.
- CRUZAT, V.F. et al. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. *Rev. Bras. Med. Esporte.*, São Paulo, v. 13, p. 336-342, 2007.
- DAVIS, C. D.; MILNE, D. B.; NIELSEN, F. H. Changes in dietary zinc and copper affect zinc-status indicators of postmenopausal women, notably, extracellular superoxide dismutase and amyloid precursor proteins. *Am J Clin Nutr.*, Bethesda, v.71, n. 3, p. 781-8, 2000.
- DERVIGILIIS, C. et al. Zinc fluxes and zinc transporter genes in chronic diseases. *Mutat. Res.*, Amsterdam, v. 622, n. 1-2, p. 84-93, 2007.
- DIPLOCH, A. Antioxidant nutrients and disease prevention an overview. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v. 53, p.189-193, 1991.
- DRESSENDORFER, R. A.; SOCKLOV, R. Hypozincemia in runners. *Phys Sports Med.*, Berwyn, v. 8, p. 97-100, 1980.
- DUFNER-BEATTIE, J. et al. Structure, function, and regulation of a subfamily of mouse zinc transporter genes. *J Biol Chem.*, Baltimore, v.278, n.50, Dec 12, p.50142-50. 2003.
- FERREIRA, H.P. *Desnutrição: magnitude, significado social e possibilidade de prevenção*. Maceió: EDUFAL, 2000, 218p.

FERRARI, R. et al. O. Oxygen-mediated myocardial damage during ischaemia and reperfusion: role of the cellular defenses against oxygen toxicity. *J Mol Cell Cardiol.*, London,, v. 17, p. 937-45, 1985.

FIAMONCINI, R. L. *Análise do estresse oxidativo em jogadores juniores de futebol: comparação entre pré e pós-exercício aeróbico e anaeróbico*. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2002.

FRANCHINI, E. *Bases para a detecção e promoção de talentos na modalidade judô*. I Prêmio INDESP de Literatura Esportiva. Brasília, Instituto de Desenvolvimento do Desporto, 1999, p. 15-104.

FLOYD, R.A. Antioxidants, oxidative stress, and degenerative neurological disorders. *Experimental Biology and Medicine.*, Maywood, v. 222, p. 236-245, 1999.

FRANKIEWICZ-JOZKO, A.; FAFF, J.; SIERADZANGABELSKA, B. Changes in concentration of tissue free radical marker and serum creatine kinase during the post-exercise period in rats. *Eur. J. Appl. Physiol.*, Berlin, v.74, n.5, p.470-74, 1996.

GIBSON, R.S. Assessment of trace element status. In: GIBSON, R.S. *Principles of Nutritional Assessment*. New York: Oxford University Press; 1990. cap.24, p.511-576.

GHORAYEB, N.; BARROS, T. *O exercício - Preparação Fisiológica, Avaliação Médica - Aspéctos Especiais e Preventivos*. São Paulo: Editora Atheneu, 1999, p. 3-13.

GRANOT, E. KOHEN, R. Oxidative stress in childhood: in health and disease states. *Clin Nutr.*, Oxford, v. 24, p. 3-11, 2004.

GOODE, H. F.; WEBSTER, N. R. Free radicals and antioxidants in sepsis. *Crit Care Méd.*, Baltimore, v. 21, p.1770–1776, 1993.

GUTHRIE, H.A.; PICCIANO, M.F.; Micronutrient Minerals. In: GUTHRIE, H.A.; PICCIANO, M.F.; eds. *Human nutrition*. New York: Mosby; 1994.p.351-7.

GROUSSARD, C. et al. A. Changes in blood lipid peroxidation markers and antioxidants after a single sprint anaerobic exercise. *Eur J Appl Physiol.*, Berlin, v. 89, p.14–20, 2003.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. *Free radicals in Biology and Medicine*. Oxford: Clarendon Press, p. 543, 1989.

HEFFNER, J. E; REPINE, J. E. Pulmonary strategies of antioxidant defense. *Amer. Rev.Resp. Dis.* California, v.140, p. 531-554, 1989.

HEMPE, J. M; COUSINS, R. J. Cysteine-rich intestinal protein and intestinal metallothionein: an inverse relationship as a conceptual model for zinc absorption in rats. *J Nutr.*; Philadelphia, v.122, n.1, p. 89-95, 1992.

HENRIQUES, G. S; HIRATA, M. H.; COZZOLINO, S. N. F. Aspectos recentes da absorção e Biodisponibilidade do zinco e suas correlações com a fisiologia da isoforma testicular da enzima conversora de angiotensina. *Ver. Nutr.*, Campinas, v.16, n. 3, p.333-345, jul./set., 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz*. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, n.1, p.533.

INSTITUTE OF MEDICINE/FOOD AND NUTRITION BOARD. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, cooper, iodine, iron, manganese, molybdenun, nickel, silicon, vanadium, and zinc. National Academy Press; 2001. 650p.

INAL, M. et al. Effect of aerobic and anaerobic metabolism on free radical generation swimmers. *Med Sci Sports Exer.*, Madson, v. 33, p. 564-7, 2001.

JI, L.L. Exercise induced modulation of antioxidant defense. *Annals of the New York Academy of Sciences*, New York, v.959, p.82-92, 2002.

KING, J. C; KEEN, C. L. Zinc In: SHILS, M. E; OLSON, J. Á.; SHIKE, M., eds. *Modem nutrition in health and disease*. 8ed: Philadelphia: Lea & Febiger; 1994, p. 214-30.

KLASING, K. C. Effect of inflammatory agents and interleukin-1 on iron and zinc metabolism. *Am. J. Physiol.*, Bethesda, v. 247, p. 901-904, 1984.

KOURY, C. et al. *Estudo comparativo de indicadores hematológicos, ingestão de micronutrientes e composição corporal em triatletas e judocas brasileiros de elite*. 2000. Trabalho apresentado ao 12º Congresso Latinoamericano de Nutrición;;. Buenos Aires, 2000. p.28.

KOURY, J. C; DONANGELO, C. M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 16, n. 4, 2003.

KOURY, J.; VEIGA, M. A. A. Metallothionein and superoxide dismutase in erythrocytes are influenced by sport impact in anaerobic modalities. *FASEB. J.*, Bethesda, v. 17. p. A1129-A1129, 2003.

KOURY, J. C. et al. Zinc and copper biochemical indices of antioxidant status in elite athletes of different modalities. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol.* Florida, v. 14, n. 3, p. 358-72, 2004.

KOURY, J. C.; et al. Effect of the period of resting in elite judo athletes. *Biological Trace Element Research.*, Cambridge, v.107, n. 3, p. 201-211, 2005.

KOURY, J.C. et al. Plasma zinc, copper, leptin, and body composition are associated in elite female judo athletes. *Biol Trace Elem Res.*, Cambridge, v. 115, n.1, p.23-30, 2007.

KRAEMER, W.J.; DESCHENES, M.R.; FLECK, S.J. Physiological adaptations to resistance exercise. Implications for athletic conditioning. *Sports Med.*, Pensilvânia, v. 6, n. 4, p. 246-56, 1988.

LEE, H.H. et al. Zinc absorption in human small intestine. *Am J Physiol.*, Washington, v.256, p. 87-91, 1989.

LEE, M. et al. Effect of overexpression of wild-type and mutant Cu/Zn-superoxide dismutases on oxidative damage and antioxidant defenses: relevance to Down's syndrome and familial amyotrophic lateral sclerosis. *J. neurochem.*, Washington v, 76, n. 4, p. 957-65, 2001.

LIMA, S.; PERCEGO, D.. A importância da nutrição no futebol. *Revista Nutrição e Performance*, São Paulo, n.3, p.13, out./nov. 2001.

LITTLE, N. G. Physical Performance Attributes of Junior and Senior Women, Juvenile, Junior and Senior Men Judokas. *J Sports Med Phys Fitness*, Torino, v. 31, p. 510-520, 1991.

LIUZZI, J. P; et al. Responsive transporter genes within the murine intestinal-pancreatic axis form a basis of zinc homeostasis. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, Washington, v.101, n. 40, p.14355-14360, 2004.

LIUZZI, J. P.; COUSINS, R. J. Mammalian zinc transporters, *Annu. Rev. Nutr.*, Palo Alto, v. 24, p. 151 -172, 2004.

LIUZZI, J. P.; BLANCHARD, R. K; COUSINS, R. J. Differential regulation of zinc transporter 1, 2 and 4 mRNA expression by dietary zinc in rats. *J Nutr.*, Philadelphia, v. 131, p.46-52, 2001.

LIUZZI, J. P.; BOBO, J.A.; LICHTEN, L. A.; SAMUELSON, D. A.; COUSINS, R.J. Zip 14 (SLC39a14) mediates non-transferrin-bound iron uptake into cells. *PNAS*, USA, v. 103. n. 37, p. 13612-13617, sep. 2006.

LUKASKI, H. C. Micronutrients (Mg, Zn, Cu): are mineral supplements needed for athletes? *Int. J. Sport. Nutr.*, Florida, v. 5, p. 574-83, jun. 1995.

_____. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v. 72, S.2, p. 585-593, aug. 2000.

LUKASKI, H. C. et al. Physical training and copper, iron, and zinc status of swimmers. *Am J Clin Nutr.*, Bethesda, v. 51, p.1093–9, 1990.

MAUGHAN, R. J.; BURKE, L. M. *Nutrição esportiva*, ed. artmed, 2004, cap.4, p 49-58.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. *Rev. Nutr.*, Campinas, v.17, n.1, p.79-87, 2004.

MARET, W. The function of zinc metallothionein: a link between cellular zinc and redox state. *J Nutr.*, Philadelphia, v. 130, p. 1455-1458. 2000.

MARGARITIS, F. et al. No evidence of oxidative stress after a triathlon race in highly trained competitors. *Int. J. Sports Med.*, New York, v.18, n.3, p.186-190, 1997.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 17, n.1, p.79-87, 2004.

MASRALOUDIS, A. et al. Antioxidant supplementation prevents exercise – induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radic Biol med.* Elsevier, v.36, p:1329-41, 2004.

MCCALL, K. A; HUANG, C.; FIERKE, C. A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *J Nutr*, Philadelphia, v.130, p. S1437-46, 2000.

MCMAHON, R. J.; COUSINS, R. J. Mammalian Zinc Transporters. *J. Nutr.*, Philadelphia, v. 128, n. 4, p. 667-670, 1998.

METIN, G. et al. Lipid peroxidation, erythrocyte superoxide-dismutase activity and trace metals in young male footballers. *Yonsei Med J.*, Korea, v. 44, n.6, p. 979-86, 2003.

MICHELETTI, A.; ROSSI, R.; RUFINI, S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. *Sports Med.*, Pensilvânia, v.31, n.8, p. 577-582, 2001.

MICROMED. *Manual de ergometria e ergoespirometria: sistema ErgoPC Elite*. Brasília, 2002, 193p.[Manual].

MILLER, W.J. Zinc in animal and human health. In: Rose, J., editor. *Trace elements in health - a review of current issues*. London: Butterworths, p. 182-189, 1983.

MUNDIE T.G.; HARE B. Effects of Resistance Exercise on Plasma, Erythrocyte, and Urine Zn Source: *Biological Trace Element Research.*, Cambridge, v. 79, n. 1, p. 23-28. Jan. 2001.

NOLASCO, M. P. B. Diagnóstico clínico In: FISBERG, M. *Obesidade na infância e adolescência*. São Paulo: Fundação BYK; 1995. cap. 1, p.9-13.

OLIVEIRA, K. J. F; KOURY, J. C; DONANGELO, C. M. Micronutrientes e capacidade antioxidante em adolescentes sedentários e corredores. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 20, n. 2, 2007.

ØRTENBLAND, N.; MADSEN, K; MOGENS, S.D. Antioxidant status and lipid peroxidation after short-term maximal exercise in trained and untrained humans. *Am. J. Physiol.*, U.S, v. 272, p. 1258-1263, 1997.

PALMITER, R. D.; FINDLEY, S. D, Cloning and functional characterization of a mammalian zinc transporter that confers resistance to zinc. *EMBO J.*, Oxford, v. 14, n.4, p. 639-49, 1995.

PERES, P. M.; KOURY, J. C. Zinco, Imunidade, Nutrição e Exercício. *Ceres: Nutrição & Saúde.*, Rio de Janeiro, v. 1, n.1, p. 9-18, 2006.

POWELL, S.R. The antioxidant properties of zinc. *J Nutr.*, Philadelphia, v.130, p.1447-54, 2000.

POWERS, S. K.; JI, L. L.; LEEUWENBURGH, C. Exercise training-induced alterations in skeletal muscle antioxidant capacity: a brief review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Madison, v.31, p. 987-97, 1999.

POWERS, K. S; HAMILTON, N. K. Antioxidants and exercise. *Clin Sports Med.*; Hanover, v.18, n. 3, p.525-36, 1999.

PRADA, F. J. A. et al. Condicionamento aeróbio e estresse oxidativo em ratos treinados por natação em intensidade equivalente ao limiar anaeróbio. *R. bras. Ci e Mov.*, Brasília, v. 12, n.2, p. 29-34, 2004.

PRASAD, A.S. Discovery of human zinc deficiency and studies in an experimental human model. *Am J Clin Nutr.*, Bethesda, v. 53, n.2, p. 403-412, 1991.

RODRIGUEZ, M. P. et al. A simpler method for the determination of zinc human plasma levels by flame atomic absorption spectrophotometry. *At. Spectrosc.*, Norwalk, v. 10, n.2, p.68-70, 1989.

ROSS, D.; MOLDEUS, P. Antioxidant defense systems and oxidative stress. In: VIGO-PELFREY, C. (ed.). *Membrane lipid oxidation*. 1th ed. Boca Raton, 1991. p.151-70.

SALNIKOW, K. et al. Altered oxidative stress responses in nickel-resistant mammalian cells. *Cancer Res.*, Philadelphia, v.54, n.24, p. 6407-12, 1994.

SALIBA, L.F.; TRAMONTE, V.L.C.G; FACCIN, G.L. Zinco no plasma e eritrócito de atletas profissionais de uma equipe feminina brasileira de voleibol. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 19, n. 5, 2006.

SALGUEIRO, M. J. et al. Zinc as an essential micronutrient: a review. *Nutr Res.*, Elsevier, v. 20, n.5, p.737-55, 2000.

SELAMOGLU, S. et al. Aerobic and anaerobic training effects on the antioxidant enzymes of the blood. *Acta Physiol Hung.*, U.S,v.87, p. 267-73, 2000.

SEVE, M. et al. In silico identification and expression of SLC30 family genes: Na expressed sequence tag data mining atrategy for the characterization of zinc transporters tissue expression. *BMC Genomics.*, London, v. 5, p.32, 2004.

SINGH, A. et al. Dietary Intakes ad Biochemical Profiles of Nutritional Status of Ultramarathoners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Madson, v. 25, n. 3, p. 328-34, 1993.

SOARES, E.A.; ISHII, M.; BURINI, R.C.. Estudo antropométrico e dietético de nadadores competitivos de áreas metropolitanas da região sudeste do Brasil. *Rev. Saúde Pública.*, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 9-19, 1994.

SMITH, M.A.; REID, M.B. Redox modulation of contractile function in respiratory and limb skeletal muscle. *Resp Physiol Neurobiol.*; Geneva, n.151, v.2-3, p. 229-41, 2006.

SMOLKA, M. B. et al. HSP72 as a complementary protection against oxidative stress induced by exercise in the soleus muscle of rats. *Am. J. Physiol.*, Washington, v.279, p.1539-45, 2000.

SUBUDHI, A.W. et al. Antioxidant status and oxidative stress in elite alpine ski racers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, Florida, v. 11, p. 32-41, 2001.

SCHNEIDER, C.D. et al. Oxidative stress after three different intensities of running. *Can J Appl Physiol*, v.30(6), p.723-34, Dec. 2005.

SZCKUREK, E.I. ; BJORNSSON, C.S. ; TAYLOR, C.G. Dietary zinc deficiency and repletion modulate metallothionein immunolocalization and concentration in small intestine and liver of rats. *J Nutr.*, Philadelphia, v. 131, p. 2132-8, 2001.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS- TACO. 2 ed. 2006. Disponível em <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>. Acesso em 01/08/2008.

TUYA, I.R. et al. Evaluation of the influence of physical activity on the plasma concentrations of several trace elements. *Eur J Appl Physiol*. Berlin. v. 73, p. 299-303, 1996.

URSO, M. L; CLARKSON, P. M. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology.*, Elsevier, v. 189, p.41-54, 2003.

VAN LOAN, M. D. et al. The effects of zinc depletion on peak force and total work of knee and shoulder extensor and flexor muscles. *Eur J Clin Nutr.*, Southampton, n.9, p.125–35, 1999.

VAN ASSENDELFT, O. W. The measurement of hemoglobin. In: IZAK, G.; LEWIS, S.M., eds. *Modern concepts in hematology*. New York: Academic press, 1972. p. 14-25.

ZOPPI, C. C. et al. Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Rev. paul. Educ. Fís.*, São Paulo, v.17, n.2, p. 119-30, jul./dez. 2003.

WHIPP, B.J. et al. A Test to determine parameters of aerobic function during exercise. *J Appl Physiol. Canadá*, v. 50. p. 217-21, 1981.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Prevention status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva, 1995. 263-307. [Technical report series, n.854].

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

FICHA DE CADASTRAMENTO DOS ATLETAS

IDENTIFICAÇÃO: Nº _____
 Nome: _____ Data: ____/____/____
 DN: ____/____/____ Idade: ____anos Sexo: _____
 Endereço: _____
 Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: _____
 CEP: _____ Tel: _____ Cel: _____
 Categoria Esportiva: _____
 Pratica outro Esporte? S() N()
 Qual? _____
 Frequência Semanal de Treino: _____ Duração do Treino: _____
 Tempo (anos) que pratica Judô: _____

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL:

Estatura	
MCM	
MCG	
G%	

HISTÓRIA CLÍNICA:

a) Fumantes: S () N ()

b) Uso de medicamentos: S() N() Qual?

c) Uso de Suplementos: S() N() Qual?

d) Antecedentes Familiares: S () N () Qual ?

Diabetes mellitus() Hipertensão() Dislipidemias() Doenças cardiovasculares ()

e) Presença de Doenças: S () N () Qual ?

() Diabetes Mellitus () Nefropatias () Anemias () Hipertensão

() Dislipidemias () Doenças Cardiovasculares

Outras: _____

APÊNDICE C

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PESQUISA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo sobre qualquer dúvida que tiver. Este estudo está sendo conduzido pela mestrande Laiana Sepúlveda de Andrade, orientada pela Profa Dra Dilina do Nascimento Marreiro. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine este documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí pelo telefone (086) 3215 5437.

ESCLARECIMENTOS SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Efeito do Exercício Físico Sobre a Atividade da Enzima Superóxido Dismutase e Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Estado Nutricional Relativo ao Zinco em Judocas Adolescentes.

Pesquisador : Laiana Sepúlveda de Andrade

Orientadora: Dilina do Nascimento Marreiro

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (086) 3233 2070, (086) 88029538.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o “Efeito do Exercício Físico Sobre a Atividade da Enzima Superóxido Dismutase e Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Estado Nutricional Relativo ao Zinco em Judocas Adolescentes”, ao avaliar a porcentagem de gordura corporal dos atletas por meio de um aparelho chamado impedância bioelétrica; determinar a concentração de um mineral chamado zinco no sangue dos atletas; analisar a atividade de uma enzima chamada Superóxido Dismutase - SOD no sangue dos judocas adolescentes participantes do estudo; avaliar o consumo alimentar e adequação da alimentação em relação aos nutrientes e o mineral-zinco e compará-los com o grupo controle. Para tanto o voluntário será submetido a coletas de sangue para a análise do mineral-zinco e da enzima Superóxido Dismutase, avaliações da porcentagem de gordura por meio da impedância Bioelétrica, avaliações do consumo alimentar por meio de registros alimentares, e realização da ergoespirometria para avaliação do V_{o2max} . Não será realizada entrevista gravada ou filmada.

Ao participar da pesquisa o voluntário não sofrerá nenhum prejuízo, poderá, no entanto sentir leve desconforto em vista da coleta do material biológico, requerido para realização desta. Todos os procedimentos deverão realizar-se junto à Universidade Federal do Piauí, cabendo ao voluntário e/ou responsável comparecer à mesma quando for solicitado, em dia e hora a ser estabelecida de acordo com a disponibilidade de ambas as partes (pesquisador e voluntário).

Os participantes do estudo terão como benefícios, os resultados dos exames de sangue, bem como os dados sobre a composição corporal (porcentagem de gordura corporal e outros), que serão fornecidos após a realização dos mesmos.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí (Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil: telefones: (86)3215-5734 – Fax (86)3215-5560).

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente

o pesquisador, a equipe do estudo, Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

O projeto terá duração de um ano, com término previsto para o primeiro semestre de 2008. O participante terá o direito de retirar o consentimento a qualquer tempo, sem que passe por qualquer tipo de constrangimento por parte do pesquisador.

Nome e Assinatura dos pesquisadores

Laiana Sepúlveda de Andrade

Dilina do Nascimento Marreiro

APÊNDICE D**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO**

Eu, _____, RG _____
_____, CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Efeito do exercício físico sobre a atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), como biomarcador do estresse oxidativo em judocas adolescentes” , como sujeito. Tive pleno conhecimento das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo. Discuti com a Profa Dra Dilina do Nascimento Marreiro sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo, voluntariamente, em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo. A retirada do consentimento ao estudo não acarretará penalidades ou prejuízos ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido.
Teresina: ___/___/___

Assinatura do responsável

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

Observações

complementares _____

