



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

HEILA DIAS DE SOUSA PINHO AGUIAR

**ESTADO NUTRICIONAL RELATIVO AO ZINCO E ESTRESSE OXIDATIVO EM
ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS**

TERESINA

2014

HEILA DIAS DE SOUSA PINHO AGUIAR

**ESTADO NUTRICIONAL RELATIVO AO ZINCO E ESTRESSE OXIDATIVO EM
ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências e Saúde.

Área de Concentração: Métodos Diagnósticos e Análise das Condições de Saúde.

Orientadora

Profa. Dra. Nadir do Nascimento Nogueira

TERESINA
2014

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do CCS
Serviço de Processamento Técnico

A283e Aguiar, Heila Dias de Sousa Pinho.
Estado nutricional relativo ao zinco e estresse oxidativo em estudantes universitários / Heila Dias de Sousa Pinho Aguiar. – 2014.
90 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Saúde, 2022.
Orientação : Profa. Dra. Nadir do Nascimento Nogueira.
Bibliografia

1. Estudantes. 2. Zinco. 3. Estresse Oxidativo. 4. Superóxido Dismutase (SOD). 5. Malondialdeído (MDA). I. Nogueira, Nadir do Nascimento. II. Título.

CDD 613.2

HEILA DIAS DE SOUSA PINHO AGUIAR

**ESTRESSE OXIDATIVA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS E SUA RELAÇÃO
COM CONSUMO DE ZINCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências e Saúde.

Área de Concentração: Métodos Diagnósticos e Análise das Condições de Saúde.

Aprovada em ___ / ___ / ___.

Banca examinadora:

Presidente: Dra. Nadir do Nascimento Nogueira

1º Examinador: Dr. Alessandro de Lima

2º Examinador: Dr. Anderson Zampier Ulbrich

Examinador Suplente: Dra. Marize Melo dos Santos

Dedico esta realização à minha mãe Elenita, meus irmãos Keiza e Keiber, e meu namorado Guilherme, pelo incentivo, compreensão, carinho e amor a mim dedicados por todo esse período. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Sonho que se sonha só

É só um sonho que se sonha só

Mas sonho que se sonha junto é realidade (Raul Seixas)

O meu sonho virou realidade, pois durante essa caminhada de 30 meses, várias pessoas estiveram sonhando comigo esse sonho que é o mestrado, e agora ele é realidade.

A Deus, por está sempre ao meu lado, e que nos momentos difíceis me dá força e serenidade para não desistir. Muito obrigada meu Deus por tudo de bom que fazes em minha vida.

A minha querida orientadora Profa. Dra. Nadir do Nascimento Nogueira, pelos ensinamentos, brincadeiras, atenção, paciência e dedicação. Saiba que a senhora é muito especial, um ser humano único, que já admirava, mas que passei a admirar muito mais, muito obrigada por tudo.

À Universidade Federal do Piauí, por meio do Programa de Pós-graduação em Ciências e Saúde, pela oportunidade de crescimento acadêmico.

Ao corpo docente e funcionários do Programa de Pós-graduação em Ciências e Saúde (PPGCS), pelos novos conhecimentos adquiridos, especialmente ao nosso querido coordenador Prof. Dr. Viriato Campelo, que desde o início nos cativou com o seu jeito único e especial, e que não media esforços para nos ajudar e melhorar o PPGCS.

À amiga Kaluce Gonçalves, pela amizade, e confiança de fazer parte de sua pesquisa, pelos ensinamentos muito valiosos, que me fizeram despertar para a grande responsabilidade que tínhamos pela frente.

A minha companheira de pesquisa Sueli, pela nova amizade conquistada, pela preocupação e por todo o apoio durante a nossa jornada.

Àqueles que, gentilmente, disponibilizaram os laboratórios sob sua coordenação para que pudéssemos realizar parte dos procedimentos de análise que compuseram este estudo, Dra. Dilina do Nascimento Marreiro, Dr. Luis Santos Junior, Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira Araújo e a Mestre Apolônia Maria Tavares Nogueira.

A todas as nossas colaboradoras durante a etapa de coleta de dados: Ágatha Crystian, Ana Karoline Brito, Ianamara Seabra, Jordana Rayane, Karine Maria, Larissa Cristina, Larisse Monteles, Lívia França, Vanessa Brito, pelo esforço, dedicação, compromisso e ajuda durante essa importante etapa.

A toda a família LANEX (Laboratório de Nutrição Experimental): Kyria Jaiane, Ana Raquel, Cinthya e Thiago pelo apoio nas atividades em laboratório e trocas de experiência.

À Profa. Dra. Dilina do Nascimento Marreiro, pela amizade, ensinamentos e contribuições para realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Edvan por todo seu empenho, disponibilidade e calma em nos ensinar a usar o Espectrofotometro de Absorção Atômica e assim viabilizar a realização das análises de zinco. Seus ensinamentos foram muito importantes.

Aos amigos da química Micael, Darlisson e Antoniel, por disponibilizarem parte do seu tempo para as análises de zinco.

À Profa. Dra. Silvia Franciscato Cozzolino, por ter, gentilmente, cedido o Laboratório de Nutrição e Minerais da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo para a realização das análises de zinco.

Ao mais novo e querido amigo Alexandre, por todo o conhecimento transmitido sobre análise de zinco, e por gentilmente realizar as análises na USP.

Ao amigo José Mário, por seu empenho, disponibilidade e auxílio nas análises e interpretação dos dados estatísticos.

Às amigas Camila Guedes, Camila Revoredo e Aldenora, pessoas únicas e especiais que Deus teve a bondade de colocar no meu caminho. Ele sabia que não seria fácil, que muitos desafios nos esperavam. A amizade de vocês tornou essa trajetória mais serena e alegre, pois sabia que não estava sozinha. Muito obrigada por tudo.

Às alunas de PIBIC Larisse, Elise, Ayla e Tatiana, que sempre estavam dispostas a me ajudar, e que se tornaram amigas queridas.

Às amigas de trabalho, em especial a Celsa, Eveline, Adeildes, Socorrinha, Cleyde e Drielly, que sempre me ajudaram nos momentos em que precisei me ausentar do meu trabalho. À gerente do Serviço de Nutrição do HUT, Lívia, pela compreensão e apoio.

Aos meus queridos amigos da Pós-Graduação em Ciências e Saúde, nossa turma foi abençoada com pessoas maravilhosas, que sempre se ajudaram e compartilharam das dificuldades, sempre com bom humor e otimismo.

Às amigas Andréa, Eunice, Mayara, Drielly e Taísa, pela amizade e por sempre me socorreram nos momentos que precisei. Serei eternamente grata.

A todos que colaboraram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Ao meu namorado Guilherme, pelo amor, paciência e companheirismo, você é uma pessoa muito especial. Te amo.

Aos meus irmãos, Heiza e Heiber, pela amizade, conselhos e incentivo. Sem vocês essa conquista não seria possível. Espero que a gente continue sempre assim, unidos e amigos. Amo vocês.

E por fim aos meus pais, Elenita e Ivaldo que sempre lutaram para que eu e meus irmãos pudéssemos estudar. Tudo o que sou hoje devo a vocês, que são meus exemplos de vida e dedicação. Amo vocês.

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça”.

(Cora Coralina)

RESUMO

AGUIAR, H.D.S.P. **Estado nutricional relativo ao zinco e estresse oxidativo em estudantes universitários**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

INTRODUÇÃO: Estudantes universitários tendem a adotar condutas de saúde pouco saudáveis, em especial refeições nutricionalmente desequilibradas. A alimentação inadequada parece contribuir com o aumento do estresse oxidativo e risco para surgimento de doenças crônicas não transmissíveis. Nesse contexto, o zinco (Zn) tem papel importante por integrar o sistema antioxidante. Este estudo avaliou a relação entre, estado nutricional relativo ao zinco e estresse oxidativo em estudantes universitários. **MÉTODOS:** Estudo de corte transversal, com 242 universitários, de ambos os sexos, idade entre 20 e 30 anos. Foram realizadas medidas do índice de massa corpórea (IMC) e da circunferência da cintura (CC). A análise da ingestão de calorias, macronutrientes e Zn foi realizada utilizando o método do registro alimentar de três dias. O padrão de ingestão de referência para os macronutrientes foi a faixa de distribuição aceitável de macronutrientes (IOM, 2005). Para a estimativa da prevalência da ingestão inadequada de Zn foi utilizado a *Estimated Average Requirement* (EAR) como valor de referência. As concentrações plasmáticas e eritrocitárias do mineral foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica de chama. A atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) foi determinada segundo a metodologia do fabricante Randox, e as concentrações do malondialdeído (MDA), por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC/PDA). Os dados foram analisados no programa SPSS for Windows 18.0, adotando-se o nível de significância de 5% na decisão dos testes. **RESULTADOS:** Os valores de ingestão de macronutrientes encontravam-se dentro das faixas de recomendação. Observou-se que a média da concentração de Zn estava acima da EAR em ambos os sexos. Por outro lado, o percentual de inadequação desse mineral foi de 27,09% para os estudantes do sexo masculino e de 16,85% para o feminino. Os estudantes apresentaram concentrações médias de Zn no eritrócito inferiores aos pontos de corte. As concentrações plasmáticas de Zn estavam adequadas para o sexo masculino em relação ao feminino ($p < 0,05$). A atividade da enzima SOD encontrava-se dentro dos valores de normalidade, enquanto que a média do MDA foi inferior aos valores de referência, sendo que ambos os resultados não diferiram entre os gêneros ($p > 0,05$). Houve correlação negativa entre o Zn plasmático e a SOD ($p < 0,05$) e positiva entre o Zn eritrocitário e a atividade dessa enzima ($p < 0,05$). Não houve correlação entre os parâmetros do Zn e o MDA ($p > 0,05$). **CONCLUSÃO:** Os estudantes apresentaram comprometimento nutricional relativo ao índice de massa corpórea (IMC) e às concentrações de Zn eritrocitário. A correlação positiva entre a atividade da SOD e as concentrações eritrocitárias de Zn reforça a participação desse mineral no sistema de defesa antioxidante, atuando indiretamente como protetor da peroxidação lipídica nas membranas celulares.

Palavras-chave: Estudantes. Zinco. Estresse Oxidativo. Superóxido Dismutase (SOD). Malondialdeído (MDA).

ABSTRACT

AGUIAR, H.D.S.P. **Nutritional state relative to zinc and oxidative stress in university students**. 2014. Thesis (Master's degree) - Programa de Pós-Graduação em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI.

INTRODUCTION: University students tend to adopt unhealthy health behaviors, especially nutritionally unbalanced meals. Inadequate diet seems to contribute to increased oxidative stress and risk for the emergence of chronic non-communicable diseases. In this context, zinc (Zn) plays an important role in integrating the antioxidant system. This study evaluated the relationship between zinc-related nutritional status and oxidative stress in university students. **METHODS:** A cross-sectional study with 242 university students, of both genders, aged between 20 and 30 years. Body mass index (BMI) and waist circumference (WC) measurements were taken. Analysis of calorie, macronutrient and Zn intake was performed using the three-day food record method. The reference intake pattern for macronutrients was the acceptable macronutrient distribution range. To estimate the prevalence of inadequate intake of Zn, the Estimated Average Requirement (EAR) was used as a reference value. Plasma and erythrocyte concentrations of the mineral were determined by flame atomic absorption spectrophotometry. The activity of the enzyme superoxide dismutase (SOD) was determined according to the methodology of the manufacturer Randox, and the concentrations of malondialdehyde (MDA), by high performance liquid chromatography (HPLC/PDA). Data were analyzed using the SPSS for Windows 18.0 program, adopting a significance level of 5% in the decision of the tests. **RESULTS:** Macronutrient intake values were within the recommended ranges. It was observed that the mean concentration of Zn was above the EAR in both genders. On the other hand, the percentage of inadequacy of this mineral was 27.09% for male students and 16.85% for female students. The students had mean Zn concentrations in the erythrocyte below the cut-off points. Plasma concentrations of Zn were adequate for males compared to females ($p < 0.05$). The activity of the SOD enzyme was within the normal range, while the average of MDA was lower than the reference values, and both results did not differ between genders ($p > 0.05$). There was a negative correlation between plasma Zn and SOD ($p < 0.05$) and a positive correlation between erythrocyte Zn and the activity of this enzyme ($p < 0.05$). There was no correlation between Zn parameters and MDA ($p > 0.05$). **CONCLUSION:** The students presented nutritional impairment related to body mass index (BMI) and erythrocyte Zn concentrations. The positive correlation between SOD activity and erythrocyte concentrations of Zn reinforces the participation of this mineral in the antioxidant defense system, acting indirectly as a protector of lipid peroxidation in cell membranes.

Keywords: Students. Zinc. Oxidative stress. Superoxide dismutase (SOD). Malondialdehyde (MDA).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Classificação do estado nutricional, segundo o índice de massa corporal, em adultos	33
Quadro 2 - Valores de referência para avaliação de risco cardiovascular utilizando a medida da circunferência da cintura.....	34
Figura 01 – Relação entre produção de espécies reativas, estresse oxidativo, desenvolvimento de doenças e papel dos antioxidantes e variação genética	24
Figura 02 – Sítios celulares de geração de radicais livres e interações	26
Figura 03 – Mecanismo comum de ação das SODs	27
Figura 04 – Distribuição dos estudantes segundo gênero e estado nutricional. Teresina-Pi, Brasil, 2014	44
Figura 05 – Distribuição dos estudantes, segundo percentual de contribuição dos macronutrientes para a ingestão energética total. Teresina-Pi, Brasil, 2014	46
Figura 06 – Ingestão ajustada de Zn para o sexo feminino e prevalência de inadequação. Teresina-Pi, Brasil, 2014.....	47
Figura 07 – Ingestão ajustada de Zn para o sexo masculino e prevalência de inadequação. Teresina-Pi, Brasil, 2014.....	48
Figura 08 – Correlações entre as concentrações plasmáticas e eritrocitárias de Zinco e atividade da SOD nos estudantes universitários. Teresina-Pi, Brasil, 2014.....	49
Figura 09 – Correlações entre as concentrações plasmáticas e eritrocitárias de Zinco e a concentração de MDA nos estudantes universitários. Teresina-Pi, Brasil, 2014	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos estudantes segundo características do estilo de vida. Teresina-PI, Brasil, 2014.....	43
Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão da idade, indicadores antropométricos e circunferência da cintura dos estudantes. Teresina-PI, Brasil, 2014.....	43
Tabela 3 – Distribuição dos estudantes segundo história familiar de doenças crônicas não transmissíveis. Teresina-PI, Brasil, 2014.	45
Tabela 4 - Valores médios, desvios padrão, e percentuais de contribuição energética dos macronutrientes na dieta dos estudantes universitários. Teresina-PI, Brasil, 2014	46
Tabela 5 - Valores médios e desvios padrão do consumo de Zn segundo gênero dos estudantes. Teresina-PI, Brasil, 2014	47
Tabela 6 - Valores médios e desvios padrão do Zn plasmático e eritrocitário dos estudantes segundo gênero. Teresina-PI, Brasil, 2014.....	48
Tabela 7 - Valores médios e desvios padrão da SOD e do MDA segundo gênero dos estudantes. Teresina-PI, Brasil, 2014..	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAS** – Espectrofotômetro de Absorção Atômica
- AMDR** – *Acceptable Macronutrient Distribution Range*
- CAAE** – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
- CAT** – Catalase
- CC** – Circunferência da cintura
- CM** – Centímetros
- CNS** – Conselho Nacional de Saúde
- Cu** – Cobre
- CVD** – Doenças Cardiovasculares
- DMT2** – Diabetes Mellitus Tipo 2
- DNA** – Ácido desoxirribonucleico
- DNPH** – Dinitrofenilhidrazina
- DP** – Desvio padrão
- DRI's** – *Dietary Reference Intakes*
- EAR** - *Estimated Average Requirement*
- EDTA** - Ácido etilenodiamino tetra-acético
- ERC** – Espécies reativas derivadas de carbono
- ERNS** – Espécies reativas de nitrogênio
- EROs** – Espécies reativas de oxigênio
- ERS** – Espécies reativas de enxofre
- GPx** – Glutathione peroxidase
- GSH** – Glutathione reductase
- Hb** – Hemoglobina
- HPLC** – Cromatografia Líquida de alta eficiência
- H₂O₂** – Peróxido de hidrogênio
- IMC** – Índice de Massa Corpórea
- Kg** – Kilogramas
- LANEX** – Laboratório de Nutrição Experimental
- Mn** – Manganês
- MDA** – Malondialdeído
- NMDA** – N-metil-D-aspartato
- NO** – Óxido nítrico

O^{2•-} – Radical livre Superóxido
OH• – Radical livre Hidroxila
PA – Pureza analítica
POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares
RL - Radicais livres
RNA – Ácido ribonucleico
SOD – Enzima superóxido dismutase
SOD 1 ou Cu/ZnSOD – Cobre-zinco superóxido dismutase
SOD 2 ou MnSOD – Manganês superóxido dismutase
SOD 3 ou ECSOD – Superóxido-dismutase extracelular
TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos
UFPI – Universidade Federal do Piauí
UNIFESP – Universidade Federal de São Paulo
USP – Universidade de São Paulo
VET – Valor energético total
WHO – *World Health Organization*
Zn – Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	20
2.1 Perfil do estudante universitário e alimentação saudável.....	20
2.2 Zinco: aspectos bioquímicos, metabólicos e nutricionais	21
2.3 Extresse oxidativo.....	23
2.4 Enzima Superóxido Dismutase	26
3 OBJETIVOS.....	29
3.1 Objetivo Geral	29
3.2 Objetivos Específicos	29
4 CASUÍSTICA E MÉTODOS	31
4.1 Caracterização do estudo e sujeitos da pesquisa.....	31
4.2 Plano amostral.....	31
4.3 Protocolo experimental.....	32
4.4 Avaliação do Estado Nutricional.....	32
4.4.1 Avaliação do consumo alimentar	32
4.4.2 Análise dos Dados Dietéticos	33
4.4.3 Avaliação antropométrica.....	35
4.4.3.1 Peso e Estatura	36
4.4.3.2 Índice de Massa Corpórea (IMC)	36
4.4.3.3 Circunferência da Cintura.....	36
4.4.4 Determinação do Zinco no Plasma e Eritrócito	37
4.4.4.1 Controle de Contaminação e Preparo dos Reagentes	37
4.4.4.2 Coleta de sangue	37
4.4.4.3 Determinação de zinco no plasma	38
4.4.4.4 Determinação de zinco nos eritrócitos.....	39
4.5 Determinação da concentração plasmática de Malondialdeído.....	39
4.6 Determinação da atividade da enzima Superóxido Dismutase	40
4.7 Análise estatística	41
5 RESULTADOS.....	43
5.1 Caracterização dos estudantes.....	43
5.2 Consumo Alimentar	45
5.3 Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Zinco	48

5.4 Marcadores do estresse oxidativo.....	48
5.5 Correlações entre as concentrações de zinco e marcadores do estresse oxidativo.....	49
6. DISCUSSÃO	52
7. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICES	75
ANEXO	85

Introdução

1. INTRODUÇÃO

O ingresso para o ensino superior pode apresentar desafios significativos para uma alimentação saudável. Esse período normalmente ocorre durante o início da vida adulta, sendo caracterizado pela independência e adoção de novos comportamentos, dentre eles hábitos e escolhas alimentares. Dentre os fatores que influenciam na má alimentação, levando ao aumento na ingestão calórica, podem ser citados: dificuldade em adquirir e preparar suas próprias refeições, o estresse e o elevado consumo de álcool (KELLY; MAZZEO; BEAN, 2013; PODDAR et al., 2012).

Segundo Agüero, García e Gaete (2013) as mudanças nos hábitos alimentares dos estudantes podem levar ao aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis e diminuição do consumo de nutrientes essenciais, como vitaminas e minerais. Nesse contexto, ressalta-se a importância do zinco (Zn), como micronutriente essencial para a saúde humana, envolvido no ciclo de vida normal (LOWE; FEKETE; DECSI, 2009; MOHAMMAD et al., 2012).

O zinco protege a célula contra a ação dos radicais livres por diferentes vias bioquímicas: estabilizando a estrutura da membrana celular, mantendo níveis adequados de metalotioneínas, e como componente essencial da enzima superóxido dismutase (SOD) (CHASAPIS et al., 2012; RAHMAN, 2007). Dessa forma, a redução na disponibilidade de zinco está associada a alterações nos componentes de defesa antioxidantes e aumento nos danos oxidativos celulares, incluindo maior oxidação de lipídios, proteínas e ácido desoxirribonucleico (DNA) (JOMOVAA; VALKO 2011; OTEIZA, 2012; PRASAD, 2009).

O estresse oxidativo tem sido objeto de inúmeras investigações, uma vez que este pode provocar múltiplas consequências, dentre elas a peroxidação lipídica, que pode estar associada à patogênese de diversas doenças crônicas não transmissíveis, como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (ALBAYRAK et al., 2013; COSTA; BADAWI; EL-SOHEMY, 2012; FLATOW; BUCKLEY; MILLER, 2013; YAO; KESHAVAN, 2011; YUBERO-SERRANO et al., 2014).

No presente tem-se identificado crescente interesse sobre as funções antioxidantes do zinco, e sua relação com o desenvolvimento do estresse oxidativo, em função do mesmo desempenhar papel central na progressão de doenças crônicas não transmissíveis, doenças neurodegenerativas e envelhecimento. Nesse sentido, é

importante a realização de pesquisas com vistas a melhor compreensão acerca do papel de nutrientes com ação antioxidante sobre o estresse oxidativo.

Considerando a importância do zinco como antioxidante, e alterações metabólicas promovidas pelo estresse oxidativo, julga-se importante realização de estudos que investiguem o perfil nutricional relativo ao zinco e sua correlação com o estresse oxidativo, na perspectiva da identificação de biomarcadores que possam ser utilizados na prevenção e controle de doenças crônicas não transmissíveis.

Referencial Bibliográfico

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Perfil do estudante universitário e alimentação saudável

O ingresso na universidade é caracterizado por alterações onde os alunos exploram novos ambientes e adotam novos comportamentos, dentre eles destaca-se as escolhas alimentares (COSTA et al., 2007). Estudantes universitários apresentam hábitos alimentares mais saudáveis do que jovens que não estudam ou que, como possuem graduação, e ainda assim, não apresentam um estilo de vida saudável (PAIXÃO; DIAS; PRADO, 2010).

A inabilidade para realizar tarefas domésticas **como preparo e planejamento das refeições**, bem como a gestão de finanças, juntamente com fatores psicossociais, estilo de vida e situações próprias do meio acadêmico, podem resultar em omissão de refeições, consumo de lanches rápidos e ingestão de refeições nutricionalmente desequilibradas (PETRIBÚ; CABRAL; ARRUDA, 2009).

Na perspectiva de traçar o perfil do hábito alimentar de estudantes universitários, pesquisas realizadas no Brasil (PAIXÃO; DIAS; PRADO, 2010; MONTEIRO et al., 2009; FERREIRA et al., 2012) e em outros países (LAZAREVICH; IRIGOYEN-CAMACHO; VELÁZQUEZ-ALVA, 2013; PODDAR et al., 2012; AGÜERO; GARCÍA; GAETE, 2013; BURRIEL et al., 2013; AZADBAKHT; ESMAILZADEH, 2012) têm mostrado que a maioria dos alunos possui comportamentos alimentares alterados, como dificuldade em comer regularmente, desejo aumentado por carboidratos simples; baixa ingestão de produtos lácteos, frutas e verduras, o que reflete no reduzido consumo de minerais, vitaminas e fibras; além do alto consumo de alimentos ricos em gordura saturada e colesterol.

Sobre esse aspecto, o mau hábito alimentar é considerado um importante problema de saúde pública que possui grande implicação econômica (DESHPANDE; BASIL; BASIL, 2009), e refletindo em situação de risco para o desenvolvimento de vários agravos a saúde, especialmente as doenças crônicas não transmissíveis (PAIXÃO; DIAS; PRADO, 2010).

Nesse sentido, a alimentação saudável mostra-se relevante, à medida que, assegura a sobrevivência do ser humano, fornece energia e nutrientes necessários

ao bom funcionamento do organismo, contribui para a manutenção do estado de saúde físico e mental, além de desempenhar um papel fundamental na prevenção de certas doenças como obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes e câncer. (BRASIL, 2005).

2.2 Zinco: aspectos bioquímicos, metabólicos e nutricionais

O zinco é o segundo elemento traço mais prevalente no corpo. Sua essencialidade para ratos e camundongos foi descoberta na década de 30, para suínos em 1955, e nos os seres humanos em 1963. Desde então o zinco vem adquirindo maior importância tanto na saúde pública quanto na prática clínica (KING, 2011; MOHAMMAD et al., 2012; SOLOMONS, 2013; TOMAT et al., 2011).

Fisiologicamente, cerca de 98% do total de zinco no organismo está localizado no compartimento intracelular, e a maior parte ligado às proteínas, cuja distribuição é de cerca de 40% no núcleo e de 50% no citoplasma. É encontrado em todos os tecidos e secreções do corpo, com maior concentração nos músculos e ossos (85%), seguidos de pele e fígado (11%). No organismo adulto sua quantidade média é de 1,4 a 2,3 g (BHOWMIK et al., 2010; CHASAPIS et al., 2012; KING, 2011; LITTLE et al., 2010).

Recentemente foi estimado que o zinco participa de mais de 2700 enzimas, sendo que em aproximadamente 70% destas possui função catalítica, podendo também desempenhar função estrutural, agir como substrato ou atuar como regulador da atividade enzimática (OTEIZA, 2012).

Como componente de enzimas, denominadas metaloenzimas, o zinco participa de reações no sítio ativo, ou na integridade estrutural da enzima, a exemplo da enzima cobre/zinco superóxido dismutase (Cu/ZnSOD), em que o cobre está no sítio ativo e o zinco na estrutura enzimática (SAMMAN, 2007; KING, 2011).

Atua em vários aspectos do metabolismo celular, como crescimento, desenvolvimento, diferenciação e homeostase celular. Desempenha importante papel no metabolismo do DNA e ácido ribonucleico (RNA), na regulação da expressão gênica e na síntese proteica. É necessário para o desenvolvimento e função normal das células mediadoras da imunidade inata, dos neutrófilos e das células natural Killer (CHASAPIS et al., 2012; KING, 2011; LOWE; FEKETE; DECSI, 2009; MOHAMMAD et al., 2012; PRASAD, 2012).

Além das funções já citadas, o zinco também é fundamental na cicatrização de feridas, na mineralização óssea, na produção de espermatozóides, na acuidade visual, no crescimento fetal, na regulação do pH do líquido corporal, e recentemente reconhecido como neuromodulador (ARAS; AIZENMAN, 2011; BHOWMIK; CHIRANJIB; KUMAR, 2010; CHASAPIS et al., 2012).

A função do zinco como modulador do estresse oxidativo têm sido apontado como um aspecto sensível no equilíbrio redox. As propriedades antioxidantes do zinco têm sido demonstradas *in vitro* e *in vivo* e vários desses mecanismos foram elucidados. Estes mecanismos incluem a proteção de grupos sulfidrila contra a oxidação, inibição direta da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) por metais de transição, modulação do N-metil-D-aspartato (NMDA) e participação na enzima antioxidante Cu/ZnSOD (ANDRIOLLO-SANCHEZ et al., 2008; LITTLE et al., 2010; MOHAMMAD et al., 2012; OTEIZA, 2012; PRASAD, 2008).

O zinco é encontrado em ampla variedade de alimentos: carnes vermelhas, principalmente a bovina, a de cordeiro e o fígado, peixes, ostras, feijões, nozes, cereais integrais e produtos lácteos. No entanto, sua biodisponibilidade pode ser reduzida em função da presença de fatores dietéticos que comprometem a sua absorção (LOWE; FEKETE; DECSI, 2009; MOHAMMAD et al., 2012; ROMAÑA et al., 2011; TOMAT et al., 2011).

A biodisponibilidade de zinco é maior em alimentos de origem animal do que em de origem vegetal, pois nestes últimos a presença elevada de fitatos inibem a absorção do zinco. Sua absorção também é prejudicada pela presença de cálcio, lignina, hemicelulose e fosfopeptídeos. Por outro lado, proteína, histidina, metionina, citrato e o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) são reconhecidos como promotores da absorção do zinco (FAA et al., 2008; GIBSON, 2012; HAMBIDGE et al., 2008; MILLER; KREBS; HAMBIDGE, 2013; SAPER; RASH, 2010).

O zinco é absorvido no intestino delgado, principalmente por meio de processos mediados por transportadores. Ao contrário do ferro a absorção intestinal do zinco é determinada pela ingestão do nutriente e não pelo estado nutricional (LOWE; FEKETE; DECSI, 2009; SOLOMONS, 2013). A ingestão de referência do zinco estabelecida pelo Institute of Medicine para homens e mulheres acima de 19 anos é de 11 mg/dia e 8 mg/dia, respectivamente (INSTITUTE OF MEDICINE, 2002a).

A albumina é responsável por 70% do transporte do zinco no soro, o restante do zinco está ligado a macroglobulina (18%) e outras proteínas, como transferrina e

ceruloplasmina (GIBSON, 2012).

O armazenamento de zinco no corpo é limitado, sendo facilmente esgotado, não podendo ser compensado por longos períodos de restrição alimentar (HAMBIDGE, et al., 2008; MARET, SANDSTEAD, 2006; SAPER; RASH, 2010). Atualmente sua deficiência é um importante problema de saúde pública mundial. Cerca de dois milhões de pessoas não ingerem quantidades adequadas de zinco (INTERNATIONAL ZINC NUTRITION CONSULTATIVE GROUP, 2004).

Dermatite pustular bolhosa, alopecia, diarreia, distúrbio emocional, perda de peso, infecções intercorrentes, hipogonadismo em homens, distúrbios neurosensoriais, e problemas de cicatrização de úlceras são algumas das manifestações da deficiência grave de zinco (PRASAD, 2012).

2.3 Estresse oxidativo

Espécies reativas pró-oxidantes são substâncias endógenas ou exógenas que possuem a capacidade de oxidar moléculas alvo. Radicais livres (RL) são espécies cuja reatividade resulta da presença de um ou mais elétrons desemparelhados na estrutura atômica (HALLIWELL, 2007). Nesse sentido, pró-oxidantes incluem espécies reativas, radicais e não radicais, de oxigênio (EROs), de nitrogênio (ERNs), derivados de carbono (ERC) e de enxofre (ERS), sendo as EROs consideradas as principais responsáveis por alterações de macromoléculas (BARRERA, 2012; WU; KOSTEN; ZHANG, 2013).

A geração de radicais livres ocorre naturalmente, em concentrações mínimas, nas mitocôndrias, lisossomos, peroxissomos, retículo endoplasmático, membranas plasmáticas e no interior do citosol, sendo a mitocôndria a principal fonte geradora de EROs, por meio da cadeia transportadora de elétrons (BARBOSA et al., 2010).

Durante a redução tetravalente do oxigênio, na mitocôndria, cerca de 2% a 5% do oxigênio metabolizado são desviados para outra via metabólica, e reduzidos de forma univalente, dando origem aos radicais livres superóxido ($O_2^{\cdot-}$), hidroxila (OH^{\cdot}) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (AZIZBEIGI et al., 2013; BARBOSA et al., 2010; SMALL et al., 2012; VITALE, SALVIOLI, FRANCESCHI, 2013).

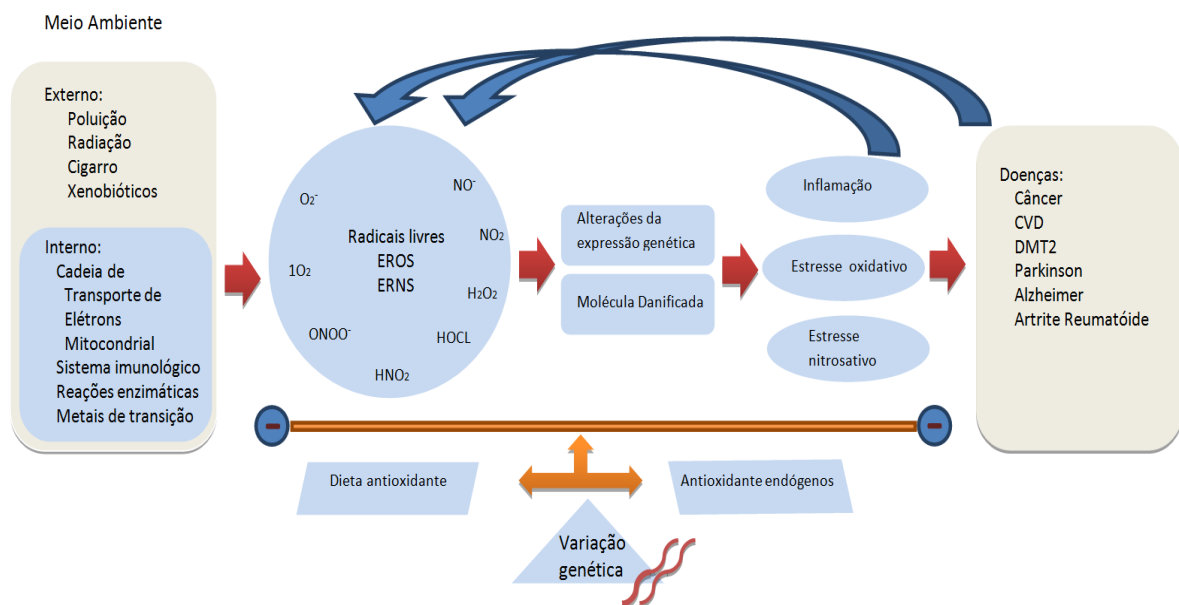
O estresse oxidativo é uma condição de desequilíbrio entre substâncias pró e antioxidantes, com formação de quantidades excessivas de espécies reativas (ZHENG et al., 2011). O equilíbrio entre essas substâncias é determinado por

mecanismos enzimáticos endógenos, e também por fatores exógenos, como estilo de vida, medicamentos e dieta (GOODMAN et al., 2008).

Estudos têm relacionado o estresse oxidativo ao desenvolvimento e progressão de diversos estados patológicos, a exemplo da disfunção endotelial, hipertensão arterial, doença cardiovascular, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer, diabetes e doenças neurodegenerativas (CENCIONI et al., 2013; YASUDA et al., 2013; YUBERO-SERRANO et al., 2014).

Segundo Neves et al. (2012), quando a produção de radicais livres e/ou espécies reativas supera a capacidade de ação dos antioxidantes, ocorre um aumento na oxidação de biomoléculas como proteínas, lipídios, hidratos de carbono e de DNA, resultando em danos a órgãos e tecidos (Figura 01), e gerando metabólitos específicos, os marcadores do estresse oxidativo, que podem ser identificados e quantificados.

Figura 01 – Relação entre produção de espécies reativas, estresse oxidativo, desenvolvimento de doenças e papel dos antioxidantes e variação genética.



Fonte: Figura adaptada de COSTA; BADAWI; EL-SOHEMY (2012).

EROS= Espécies reativas de oxigênio; ERNS = Espécies reativas de nitrogênio; CVD = Doenças Cardiovasculares; DMT2 = Diabetes Mellitus Tipo 2.

Biomarcadores potenciais do estresse oxidativo têm sido extensivamente pesquisados na literatura. Dentre esses, destaca-se o malondialdeído (MDA), um metabólito secundário da peroxidação lipídica que vem sendo amplamente

empregado como biomarcador geral do dano oxidativo, por ser um dos subprodutos mais estáveis da peroxidação lipídica (FRANÇA et al., 2013; KHARE et al., 2014; PINAZO-DURÁN et al., 2014).

Para proteger os sistemas biológicos da toxicidade dos radicais livres, existem vários mecanismos de defesa. O sistema antioxidante destaca-se como o principal sistema contra as EROs, tendo a função de prevenir os danos oxidativos provocados pelos radicais livres nas moléculas biológicas e nas células (HALLIWELL, 2009; RAHAL et al., 2014; WU; KOSTEN; ZHANG, 2013).

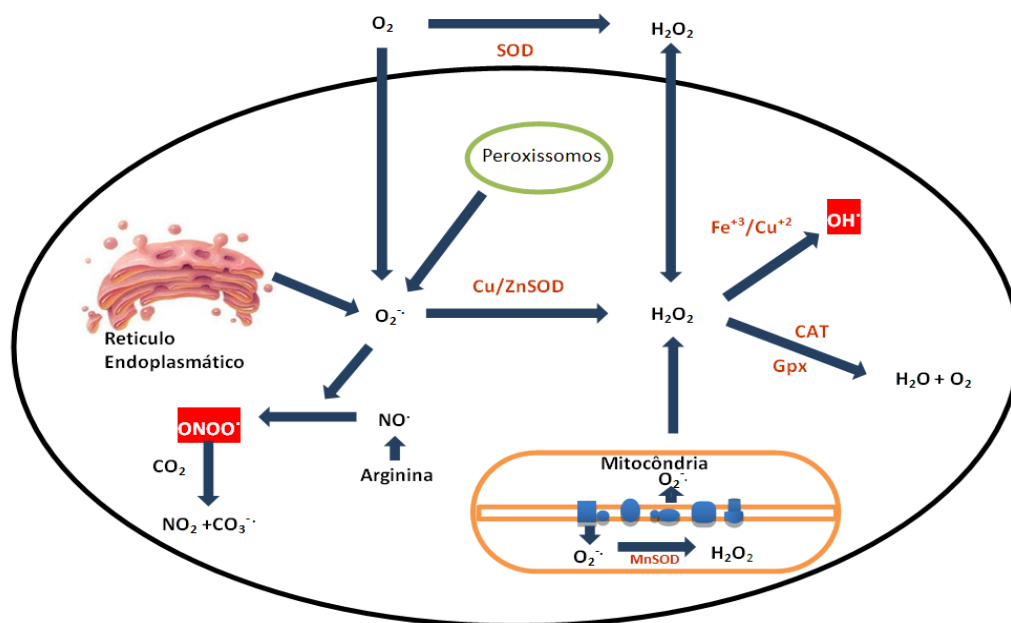
O corpo humano possui um poderoso sistema de defesa antioxidante, composto por antioxidantes endógenos e por substâncias exógenas, obtidas da dieta. O sistema endógeno é composto pelas proteínas, albumina, bilirrubina e glutatona; e pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutatona peroxidase (GPx), tioredoxina redutase, glicose-6-fosfato-desidrogenase e glutatona redutase (GSH) (EDEAS, 2011; FRANÇA et al., 2013; HANAFY, SELIM, 2012; WANG; CHUN; SONG, 2013).

A SOD, GPx e CAT são consideradas enzimas antioxidantes primárias, por estarem envolvidas na eliminação direta de espécies reativas de oxigênio (YUBERO-SERRANO et al., 2014). A SOD catalisa a conversão de radicais superóxido (O_2^-) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2). As enzimas CAT e GPx convertem o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio (FLATOW; BUCKLEY; MILLER, 2013).

A integração destas últimas enzimas é de grande importância, uma vez que a reação do H_2O_2 com metais de ferro e cobre, a partir das reações de Fenton e Haber-Weiss, culmina na geração do radical OH^\bullet , contra o qual não há sistema enzimático de defesa. (Figura 02) (BARBOSA et al., 2010; VALKO et al., 2007).

É bem estabelecido que antioxidantes exógenos, obtidos da dieta, são indispensáveis para a defesa apropriada contra oxidação e, portanto, têm importante papel na manutenção da saúde, tais como as vitaminas A, C e E, e cofatores enzimáticos como cobre, zinco, manganês, ferro e selênio, necessários para a atividade das enzimas SOD, CAT e GPx, respectivamente (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007; MANZANARES et al., 2012; SERAFINI, 2006).

Figura 02 – Sítios celulares de geração de radicais livres e interações.



Fonte: Figura adaptada de SMALL et al. (2012)

2.4 Enzima Superóxido Dismutase

As SODs estão entre as enzimas antioxidantes que protegem as células dos ataques das EROs e acredita-se que sejam as primeiras linhas de defesa do organismo contra o estresse oxidativo (FRIDOVICH, 1995; KAWAMATA; MANFREDI, 2010).

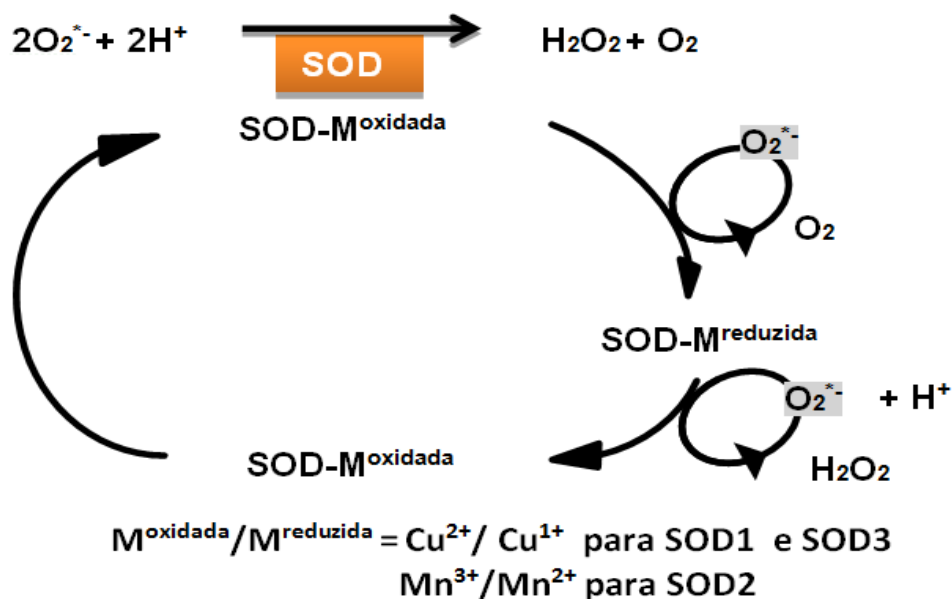
O ânion superóxido é uma ERO altamente reativo, produto da transferência de um elétron para o oxigênio molecular. Os radicais superóxidos prejudicam as funções de células e tecidos por oxidação e degradação de moléculas biologicamente importantes, como proteínas, lipídios e DNA (KLÖPPEL et al., 2010; VASILAKI et al., 2006).

O radical superóxido pode interagir com outras moléculas para gerar espécies reativas de oxigênio secundárias, seja diretamente ou através de enzimas ou catalisado por metais (FATEHI-HASSANABAD et al., 2010). Na reação de Haber-Weiss o radical superóxido pode interagir com o peróxido de hidrogênio, formando o radical hidroxila, que é altamente reativo (VALKO et al., 2007).

A SOD atua catalisando a conversão de radicais superóxido para peróxido de hidrogênio, que posteriormente pode ser reduzido à água através da ação da enzima

GPx (Figura 03) (FUKAI; USHIO-FUKAI, 2011; GHOSH et al., 2013; KAWAMATA; MANFREDI, 2010; MULLER et al., 2006).

Figura 03 – Mecanismo comum de ação das SODs.



Fonte: ABREU; CABELLI. (2010)

Em mamíferos foram identificadas e caracterizadas três isoformas distintas da enzima SOD: cobre-zinco superóxido dismutase (Cu/ZnSOD ou SOD 1), manganês superóxido dismutase (MnSOD ou SOD 2) e superóxido-dismutase extracelular (ECSOD ou SOD 3), cada uma é codificada por um gene diferente e possui localização celular distinta (FUKAI; USHIO-FUKAI, 2011; GHOSH et al., 2013; NEVES et al., 2012; PARGE; HALLEWELL; TAINER, 1992).

A SOD1 está localizada principalmente no citoplasma, a SOD2 na mitocôndria e a SOD3 no meio extracelular. Esta localização subcelular distinta das isoformas da SOD é particularmente importante para a sinalização redox compartimentada. O mecanismo de dismutação de $\text{O}_2^{\bullet -}$ para H_2O_2 pela SOD envolve redução e reoxidação de um metal de transição no sítio ativo da enzima, como cobre (Cu) e manganês (Mn) (FUKAI; USHIO-FUKAI, 2011; MOHAMMEDI et al., 2011; NEVES et al., 2012).

Objetivos

3. OBJETIVOS

3.1- Objetivo Geral

Avaliar o estado nutricional relativo ao zinco e o estresse oxidativo em estudantes universitários.

3.2- Objetivos Específicos

- Analisar o consumo e a adequação nutricional para macronutrientes e zinco em estudantes universitários;
- Avaliar os índices antropométricos dos estudantes;
- Analisar as concentrações plasmáticas e eritrocitárias do zinco;
- Determinar a atividade da enzima superóxido dismutase;
- Determinar as concentrações de malondialdeído;
- Verificar a correlação entre as concentrações de zinco com o malondialdeído e a atividade da enzima superóxido dismutase nos universitários.

Casuística e Métodos

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo e sujeitos da pesquisa

O estudo de natureza transversal foi realizado em 242 estudantes universitários, de ambos os sexos, na faixa etária entre 20 e 30 anos, regularmente matriculados **em cursos** de graduação na Universidade Federal do Piauí (UFPI). A pesquisa teve duração de quatro meses, sendo realizada de janeiro a abril de 2013.

A pesquisa, que foi um recorte de um projeto de doutorado da Universidade de São Paulo (USP), foi aprovada no Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, sob o número CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) 03935412.1.0000.0067, conforme prevê a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) após serem esclarecidos sobre a pesquisa.

Os dados sociais e antropométricos foram obtidos por meio do preenchimento de formulário próprio (APÊNDICE A).

Participaram do estudo os estudantes que atenderam aos seguintes critérios de elegibilidade: não possuir doenças crônicas não transmissíveis (hepáticas, cardiovasculares, diabetes mellitus, obesidade e câncer) e distúrbio da tireoide; não ter feito uso de suplementação vitamínico-mineral e/ou de outros medicamentos que interferissem no estado nutricional relativo ao zinco. Foram excluídos do estudo atletas de elite, e estudante grávida ou em lactação.

4.2 Plano Amostral

Para o cálculo da amostra do grupo estudo, considerou-se a quantidade total de alunos na faixa etária de 20 a 30 anos, matriculados em cursos de graduação presencial do campus Ministro Petrônio Portela da UFPI, em 2012 (n=8.521). Adotou-se margem de erro de 5%, intervalo de confiança de 95% e prevalência mínima de 20% de deficiência de zinco no Brasil (IZINCG, 2004), totalizando amostra de 239 estudantes.

4.3 Protocolo experimental

Os participantes que assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido foram encaminhados ao Laboratório de Nutrição Experimental (LANEX) da UFPI para a colheita de sangue, e determinação do Zn, da enzima superóxido dismutase e do malondialdeído. Por ocasião da coleta de sangue, os pesquisadores realizaram aferições de medidas antropométricas, aplicação de questionário socioeconômico e avaliação do consumo alimentar.

4.4 Avaliação do Estado Nutricional

4.4.1 Avaliação do consumo alimentar

A avaliação do consumo alimentar foi **realizada** utilizando a técnica do Registro Alimentar (APÊNDICE C) durante três dias (dois na semana e um no final de semana). Os participantes foram orientados quanto à forma correta de preencher o inquérito alimentar, discriminando o tipo de refeição, preparações, alimentos, porcionamento em medidas caseiras, bem como o horário em que foram consumidos.

A composição da dieta, em relação à energia, macronutrientes e zinco, foi analisada no programa Nutwin, versão 1.6.0.7. do Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP (ANÇÃO et al., 2002). Os alimentos com suas respectivas informações nutricionais relativas à energia, macronutrientes e zinco foram inseridos no programa a partir dos dados da Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2011).

A adequação da ingestão de macronutrientes foi analisada pela faixa de distribuição aceitável de macronutrientes (*Acceptable Macronutrient Distribution Range – AMDR*), cujos valores são 10 - 35%, 20 - 35% e 45 - 65% para proteínas, lipídeos e carboidratos, respectivamente (IOM, 2005).

A adequação do consumo de nutrientes foi calculada segundo as DRI's – Dietary Reference Intakes (IOM, 2002). Para a estimativa da prevalência da ingestão inadequada de Zn foi utilizado a *Estimated Average Requirement* (EAR) como valor de referência, conforme proposto pelas DRIs (IOM, 2002).

4.4.2 Análise dos Dados Dietéticos

Após verificar a normalidade da distribuição do Zn, os valores de ingestão foram ajustados em relação à energia pelo cálculo do nutriente e corrigidos pela variabilidade intrapessoal e interpessoal, a fim de evitar distorções geradas por diferenças no consumo energético (FISBERG et al., 2005; JAIME et al., 2003; WILLETT; STAMPFER, 1986). O cálculo possui quatro etapas:

Inicialmente utilizando o consumo energético como variável independente e a ingestão de Zn como variável dependente, realizou-se uma análise de regressão linear simples. Utilizando-se a equação geral da regressão linear, pôde-se determinar a quantidade estimada de nutriente (Y_e) que o indivíduo deveria consumir com a sua média de consumo de energia.

$$\text{Equação 1 : } Y_e = \beta_0 + \beta_1 \times \text{média do consumo energético do indivíduo}$$

Onde:

Y_e = quantidade estimada de nutriente

β_0 = intercepto da regressão linear simples

β_1 = tangente

Após aplicação dessa fórmula, o valor encontrado para o nutriente estimado (Y_e) foi subtraído do valor da ingestão de Zn (Y observado) obtendo-se o valor do resíduo (Y residual).

$$\text{Equação 2 : } Y_r = Y_o - Y_e$$

Por definição, o resíduo possui média zero e pode apresentar valores positivos e negativos. Com isso, faz-se necessária a adição de uma constante, que é estatisticamente arbitrária. Willett; Howe; Kushi (1997) propõem que a constante seja o consumo do nutriente estimado para a média do total de energia consumida pela população de estudo.

$$\text{Equação 3 : } Y_c = \beta_0 + (\beta_1 \times \text{média do consumo energético da população})$$

Sendo,

Y_c = constante

β_0 = intercepto da regressão linear simples

$\beta_1 = \text{tangente}$

A soma da constante encontrada com o valor do resíduo (Y residual) de cada pessoa determina o valor de Zn ajustado (Y ajustado) sem correlação com a energia total consumida.

O valor do nutriente ajustado ou residual (Ya) consiste na soma do Yr e da constante Yc e refere-se ao valor do nutriente ingerido não correlacionado com o total de energia consumida. A média de ingestão do grupo antes e depois do ajuste em relação à energia permaneceu igual, no entanto houve diminuição da dispersão dos valores e, por conseguinte, do desvio-padrão.

$$\text{Equação 4 : } Y_a = Y_r +$$

Sendo,

$Y_a = \text{valor do nutriente ajustado}$

Após o ajuste por energia, os valores de zinco foram corrigidos pela variabilidade intrapessoal e interpessoal. Foi feita a análise de variância One-way ANOVA, para se obter o coeficiente de correlação corrigido pela variação intrapessoal e interpessoal. Por meio da média quadrática intrapessoal fornecida pela ANOVA têm-se o valor da variância intrapessoal (S_{intra}^2), inerentes ao consumo de zinco (SLATER; MARCHIONI; FISBERG, 2004).

$$S_{\text{intra}}^2 = MQ_{\text{intra}}$$

Onde,

$MQ_{\text{intra}} = \text{Média quadrática intrapessoal}$

Além da variância intrapessoal também foi calculada a variância interpessoal (S_{inter}^2):

$$S_{\text{inter}}^2 = (MQ_{\text{inter}} - S_{\text{intra}}^2) / K$$

Onde,

$MQ_{\text{inter}} = \text{Média quadrática interpessoal}$

K = número de dias de aplicação de inquérito alimentar

Em seguida, calculou-se a variância total (S_{obs}) da distribuição observada, que é dada pela diferença das variâncias intra e interpessoal:

$$S_{obs} = S_{inter}^2 - S_{intra}^2/K$$

Onde,

S_{obs} = variância total

S_{intra} = variância intrapessoal

S_{inter} = variância interpessoal

Posteriormente, para remover a variância intrapessoal, utilizou-se a equação proposta pelo *US National Academy of Science Subcommittee on Criteria for Dietary Evaluation*:

$$\text{Valor ajustado do nutriente} = \text{média} + (x_1 - \text{média}) \times S_{inter} / S_{obs}$$

Onde:

Média = valor médio de ingestão do grupo

x_1 = valor de ingestão de cada indivíduo

Utilizando a fórmula acima foi feita a distribuição do zinco ajustado do grupo, com redução do desvio padrão. A EAR utilizada foi de 6,8 mg/dia para as mulheres e 9,4 mg/dia para homens na faixa etária entre 20 e 30 anos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2001).

4.4.3 Avaliação antropométrica

Para o diagnóstico do estado nutricional dos participantes foram aferidas medidas de peso, estatura e circunferência da cintura, em triplicata, e utilizada média das medidas. Os valores foram expressos como índice de massa corpórea (kg/m^2), e analisado de acordo com a classificação proposta pela *World Health Organization* (WHO, 2000).

4.4.3.1 Peso e Estatura

O peso corporal foi aferido utilizando uma balança digital Filizola® (São Paulo, Brasil), com capacidade máxima de 150 kg, graduada em 100g. Para a aferição das medidas os estudantes estavam descalços e vestindo roupas leves. Foi utilizado um antropômetro marca Filizola®, graduado em 0,1cm e com barra vertical fixa, para a mensuração da estatura. Os participantes foram colocados em posição ereta, descalços, com os braços estendidos ao longo do corpo, pés unidos, calcanhares encostados no antropômetro, com a cabeça erguida e olhando para um ponto fixo na altura dos olhos (BRASIL, 2004). O peso foi medido em kilogramas (kg) e a estatura em centímetros (cm).

4.4.3.2 Índice de Massa Corpórea (IMC)

O índice de massa corpórea foi calculado a partir do peso (kg) do participante do estudo dividido por sua altura elevada ao quadrado (WHO, 2000).

A classificação do estado nutricional dos estudantes, a partir da distribuição do índice de massa corpórea, foi realizada segundo a recomendação da *World Health Organization* (WHO, 2000), apresentada na Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação do estado nutricional, segundo o índice de massa corpórea, em adultos.

Estado Nutricional	IMC (Kg/m ²)
Baixo peso	< 18,5
Eutrofia	18,5 - 24,9
Pré-obesidade	25,0 – 29,9
Obesidade	≥ 30

Fonte: *World Health Organization* (2000).

4.4.3.3 Circunferência da Cintura

A medida da circunferência da cintura foi realizada utilizando uma fita métrica, flexível e inelástica, com precisão de 0,1 centímetros, circundando a linha natural da cintura, na região mais estreita entre o tórax e o quadril, no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca. As participantes estavam em posição ereta, com abdômen relaxado, braços estendidos ao longo do corpo e pés afastados um do outro. O quadro

2 apresenta os valores de referência da circunferência da cintura associados ao desenvolvimento de complicações relacionadas à obesidade.

Quadro 2 - Valores de referência para avaliação de risco cardiovascular utilizando a medida da circunferência da cintura.

Sexo	Risco de Complicações Metabólicas Associadas à Obesidade	
	Elevado	Muito Elevado
Homem	≥ 94 cm	≥ 102 cm
Mulher	≥ 80 cm	≥ 88 cm

Fonte: *World Health Organization* (2008).

4.4.4 Determinação do Zinco no Plasma e Eritrócito

4.4.4.1 Controle de Contaminação e Preparo dos Reagentes

A fim de garantir o controle de contaminação por minerais, toda a vidraria e material de polipropileno utilizado para as análises foram desmineralizados antes do uso, por meio de imersão em solução de ácido nítrico a 30%, durante um período mínimo de 12 horas. Posteriormente, foram enxaguados em água deionizada no mínimo 10 vezes, secos em estufa e mantidos em depósitos fechados até o momento da utilização (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Os reagentes foram preparados e diluídos em água livre de íons, purificada pelo sistema MILLI-Q® Water System (Continental Water System Corp. El Paso, Texas). Todos os reagentes utilizados possuíam grau de pureza analítica (PA).

4.4.4.2 Coleta de sangue

A colheita de sangue venoso foi realizada nos estudantes, em jejum de no mínimo 10 horas, por técnico de enfermagem. Foram coletados 20 mL de sangue total, com seringas plásticas descartáveis e agulhas de aço inoxidável. Do total de sangue coletado, 10 mL foram transferidos para tubos de ensaio desmineralizados, contendo citrato de sódio a 30% como anticoagulante para a análise de Zn. O sangue restante (10 mL) foi colocado em tubos de polietileno com EDTA, para a determinação da atividade da enzima SOD.

Após a colheita de sangue o plasma foi separado do sangue total por

centrifugação a 3.000 rpm durante 15 minutos. Em seguida foi extraído com pipeta automática, e acondicionados em tubos “ependorfs” de polipropileno desmineralizados. As amostras foram conservadas em freezers -20 °C e -80 °C até o momento das análises.

A separação dos eritrócitos para a determinação do Zn foi realizada por meio da lavagem do sedimento de sangue total em 10 mL de solução salina isotônica, preparada a 0,9%, sendo cuidadosamente homogeneizado por inversão e centrifugado a 10.000 rpm durante 10 minutos. Ao final, o sobrenadante foi descartado. Esse procedimento foi repetido três vezes a fim de remover contaminantes do eritrócito (plaquetas e leucócitos). A massa eritrocitária foi extraída com o auxílio de uma pipeta automática e transferida para tubos de polipropileno desmineralizados, os quais foram estocados em freezers – 20 °C e -80 °C até o momento das análises.

4.4.4.3 Determinação de zinco no plasma

Duas alíquotas de cada amostra de plasma foram diluídas em água processada (MILLI-Q® Water Syster), na proporção de 1:5, e aspiradas diretamente na chama do Espectrofotômetro de Absorção Atômica (AAS), conforme metodologia proposta por Rodriguez et al. (1989).

Para leitura das amostras utilizou-se o AAS marca VARIAN SS 220, com as seguintes condições de trabalho: comprimento de onda (λ) 213,9 nm, fenda 0,4 nm, chama oxidante com mistura de acetileno, ar e leituras com tempo de integração de três segundos.

Como padrão de Zn foi utilizado o Tritizol® (MERCK), preparado por diluição em água Milli-Q® com glicerol a 5%, nas concentrações de 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,5 $\mu\text{g Zn/mL}$. Os resultados foram calculados a partir das absorbâncias obtidas e expressas em $\mu\text{g Zn/dL}$, foi respeitado um coeficiente de variação menor que 10%.

Para fins de classificação do estado nutricional relativo ao Zn foram utilizados os valores de referência propostos por Gibson (2005), de 70 a 110 $\mu\text{g Zn/dL}$ no plasma.

4.4.4.4 Determinação de zinco nos eritrócitos

Para determinação do Zn eritrocitário, 400 µL de massa eritrocitária foram diluídas 40 vezes em água Milli-Q®. A diluição ocorreu em duas etapas, para obtenção dos *lisados* 1 e 2, respectivamente.

A primeira etapa corresponde à diluição da alíquota de 400 µL de massa eritrocitária, na proporção de 1:4 e na segunda, foram pipetados em triplicata 400 µL do *lisado* 1 e diluídos novamente na proporção de 1:10. Em seguida, as amostras do *lisado* 2 foram homogeneizadas e aspiradas diretamente no AAS, sem digestão prévia, para leitura das absorbâncias de Zn e determinação da concentração do mineral nos eritrócitos, expresso em µg Zn/dL. A curva padrão foi preparada em água Milli-Q® com 1% de ácido nítrico.

A leitura das amostras foi realizada no mesmo AAS utilizado para análise das amostras de plasma, em igual condição de trabalho especificada anteriormente. Como padrão de Zn nos eritrócitos também foi utilizado o Tritizol® (MERCK), que foi preparado por diluição em água Milli-Q® a 1% de ácido nítrico nas concentrações de 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,5 µgZn/mL.

Para expressar os resultados em termos de Zn/massa de hemoglobina (Hb), foram preparadas amostras para análise da concentração de Hb. Uma alíquota de 20 µL do *lisado* 1 dos eritrócitos foi diluída em 5.000 µL de Solução de Drabkin e determinada segundo o método da cianometahemoglobina (VAN ASSENDELFT, 1972).

Espectrofotômetro UV visível (FEMTO modelo 700S) foi utilizado para leitura da Hb em comprimento de onda de 540 nm. A partir dos valores das concentrações de Zn e de Hb foi calculada a concentração do mineral, expressa em µg Zn/gHb. Todas as análises foram realizadas em triplicata e obedeceu a um coeficiente de variação menor que 10%. A classificação do estado nutricional relativo ao Zn no eritrócito foi realizada utilizando como referência os valores propostos por Guthrie e Picciano (1994), de 40 a 44 µg Zn/gHb.

4.5 Determinação da concentração plasmática de malondialdeído

A peroxidação lipídica foi determinada no Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São

Paulo (USP), mediante análise das concentrações de malondialdeído (MDA) no plasma por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC/PDA), quantificando a reação do MDA com dinitrofenilhidrazina (DNPH) utilizando absorvância de 308 nm, seguindo-se método adaptado de Rezaei, Jamshidzadeh e Sanati (2013).

Antes do processamento das amostras foi construída uma curva de calibração utilizando uma solução estoque de MDA com 22 µL de tetramethoxypropano e 10 mL de ácido sulfúrico a 1%. Os pontos da curva utilizados foram 0,0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 12,0 µM.

O aparelho de HPLC utilizado é da marca Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com coluna Phenomenex Reverse-phase C18 de 240 mm x 4,6 mm com partículas de 5µm (Phenomenex, Torrance, CA). A temperatura no amostrador foi mantida em 4°C, e a temperatura da coluna a 25°C. A eluição foi realizada em modo isocrático com uma fase móvel constituída de 50% de água deionizada e 50% de acetronitrila, acidificada com 2% de ácido acético. A taxa de fluxo de ingestão da amostra foi de 1 mL/minuto e o tempo de corrida de 15 minutos.

Em microtubos, contendo 100 µL de plasma foram adicionados 10 µL de hidróxido de sódio 4M. Esta hidrólise alcalina teve o objetivo de liberar o MDA das proteínas plasmáticas. Após agitação no vórtex, as amostras foram incubadas no aparelho vortemp® a 60°C durante 30 minutos, para em seguida serem incubadas no gelo por 5 minutos.

Após resfriamento, acrescentou-se 150 µL de ácido sulfúrico a 1% e agitou-se no vórtex vigorosamente, para precipitação das proteínas. Depois incubou-se novamente no gelo por mais 5 minutos. Em seguida, procedeu-se a centrifugação a 14000 rpm por 10 minutos e retirou-se 175 µL do sobrenadante, que foram transferidos para um novo microtubo, no qual foi acrescido 25 µL de DNPH (0,001 g/mL) permanecendo à temperatura ambiente por 30 minutos, protegidos da luz. Posteriormente, centrifugou-se o microtubo a 14000 rpm por 5 minutos e transferiu-se 150 µL do sobrenadante para um vial, do qual foi injetado 100 µL no HPLC.

4.6 Determinação da atividade da enzima Superóxido Dismutase

A determinação da atividade da superóxido dismutase eritrocitária foi realizada com o auxílio de kits comerciais (Ransod SD125 – RANDOX Laboratories, Crumlin/UK) adaptados para o uso em analisador bioquímico automático. Este método

emprega xantina e xantina oxidase para gerar radicais superóxidos que reagem com 2-(4-iodofenil)-3-(4 nitrofenol)-5-cloreto de feniltetrazol para formar o composto vermelho de formazan. A amostra foi diluída com tampão fosfato (0,01 mol/L pH 7,0) e separada em dois lisados, sendo que o primeiro foi composto por 100 µL da amostra e 900 µL de tampão fosfato, e o segundo, 100 µL do lisado anterior e 2,9 mL de tampão fosfato. A concentração da hemoglobina foi determinada e utilizada para expressar o resultado da enzima em unidades por grama de hemoglobina.

4.7 Análise estatística

Os dados foram organizados em planilhas do Excel[®] (2007) para realização de análise descritiva das variáveis observadas nos grupos estudados. Posteriormente, os dados foram exportados para o programa SPSS (for Windows[®] versão 18.0) para análise estatística dos resultados. Realizou-se análise descritiva dos dados por meio de média e desvio padrão.

Aplicou-se teste de Kolmogorov-Smirnov, a fim de verificar a normalidade dos dados e teste de Levene para a homogeneidade de variâncias. Utilizou-se o teste “t” de Student para a comparação das médias dos parâmetros estudados entre os gêneros, quando as variáveis apresentaram-se normais, e o teste de Mann Whitney para aquelas não normais. A existência de associações entre as variáveis analisadas foram verificadas pelo teste qui-quadrado (χ^2). Para a análise das correlações foi utilizado o coeficiente linear de Pearson, para variáveis paramétricas. A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando o valor de $p < 0,05$, adotando-se um intervalo de confiança de 95%.

Resultados

5.1 Caracterização dos estudantes

O estudo foi conduzido em 242 estudantes universitários, dos quais 145 (59,9%) eram do sexo feminino e 97 (40,1%) masculino. As características relativas ao estilo de vida estão descritas na Tabela 1. A distribuição dos estudantes revelou que 62,8% eram sedentários, 29,3% consumiam bebida alcoólica e 2,5% possuíam o hábito de fumar.

Tabela 1 – Distribuição dos estudantes segundo características do estilo de vida. Teresina-PI, Brasil, 2014.

Variável	N	%
Atividade Física		
Sim	90	37,2
Não	152	62,8
Ingestão de bebida alcoólica		
Sim	71	29,3
Não	171	70,7
Fumante		
Sim	6	2,5
Não	236	97,5

Os valores médios e desvios padrão para idade e parâmetros antropométricos utilizados na avaliação do estado nutricional dos estudantes estão demonstrados na Tabela 2.

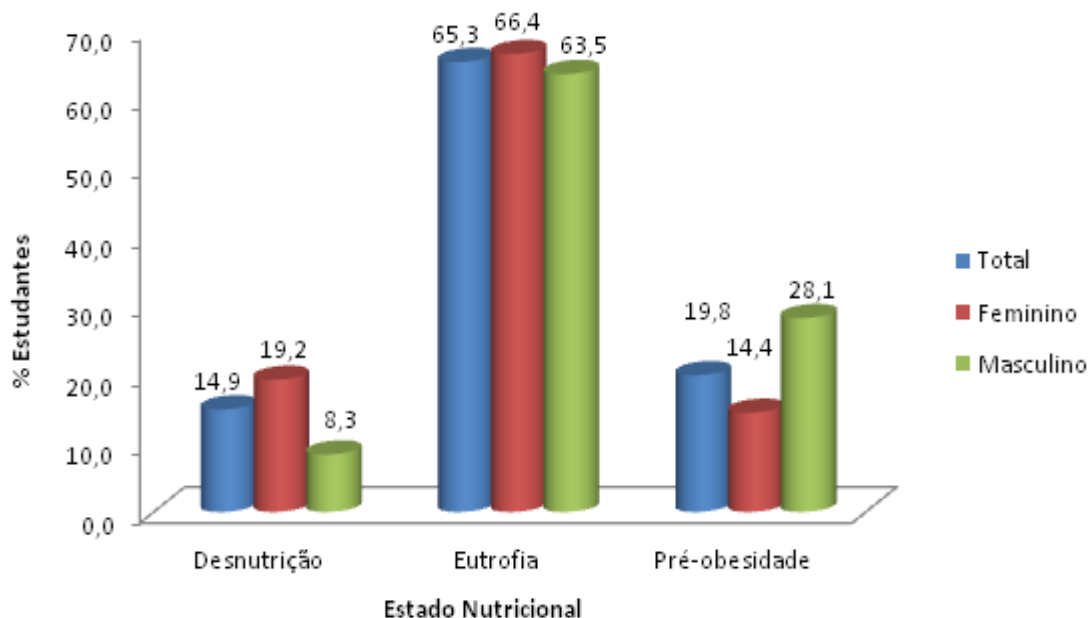
Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão da idade, indicadores antropométricos e circunferência da cintura dos estudantes. Teresina-PI, Brasil, 2014.

Parâmetros	Média (DP)	Feminino	Masculino	P
Idade (anos)	22,43 ± 2,21	22,29 ± 2,19	22,63 ± 2,23	0,256
Peso (kg)	60,36 ± 11,03	55,5 ± 8,57	67,7 ± 10,25	0,000*
Estatuta (m)	1,66 ± 0,084	1,61 ± 0,066	1,72 ± 0,063	0,000*
IMC (kg/m ²)	21,86 ± 3,10	21,26 ± 2,96	22,78 ± 3,10	0,000*
CC (cm)	73,59 ± 8,70	70,03 ± 7,16	78,96 ± 8,06	0,000*

*Valores significativamente diferentes entre os gêneros, teste t de Student ($p < 0,05$); IMC = Índice de Massa Corpórea; CC = Circunferência da Cintura; n=242.

A distribuição dos estudantes, segundo o estado nutricional e gênero, mostrou que 66,4% e 63,5% das mulheres e homens, respectivamente, estavam eutróficos, enquanto que a pré-obesidade foi observada em 14,4% no sexo feminino e em 28,2% no masculino, tendo o baixo peso diagnosticado em 19,2% das mulheres (Figura 4). O estudo identificou ainda associação entre gênero e IMC ($p = 0,006$).

Figura 04 – Distribuição dos estudantes segundo gênero e estado nutricional. Teresina-Pi, Brasil, 2014.



teste χ^2 ($p=0,006$).

A distribuição dos estudantes, segundo história familiar de doenças crônicas não transmissíveis encontra-se demonstrada na Tabela 3. O estudo revelou que 62,4% e 44,6% dos estudantes possuíam familiares com Hipertensão Arterial Sistêmica e Diabetes Mellitus, respectivamente.

Tabela 3 – Distribuição dos estudantes segundo história familiar de doenças crônicas não transmissíveis. Teresina-PI, Brasil, 2014.

Variável	N	%
Obesidade		
Sim	71	29,3
Não	171	70,3
Hipertensão		
Sim	151	62,4
Não	91	37,6
Diabetes Mellitus		
Sim	108	44,6
Não	134	55,4
Doenças cardiovasculares		
Sim	86	35,5
Não	156	64,5
Dislipidemia		
Sim	82	33,9
Não	160	66,1
Câncer		
Sim	93	38,4
Não	149	61,6

5.2 Consumo Alimentar

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos com o inquérito alimentar (registro alimentar de 3 dias) para ingestão de energia, macronutrientes e Zn. A análise de consumo alimentar dos estudantes revelou que as médias de consumo de macronutrientes apresentaram-se adequadas, conforme os intervalos de distribuição aceitável de macronutriente (AMDR).

Tabela 4 - Valores médios, desvios padrão, e percentuais de contribuição energética dos macronutrientes na dieta dos estudantes universitários. Teresina-PI, Brasil, 2014.

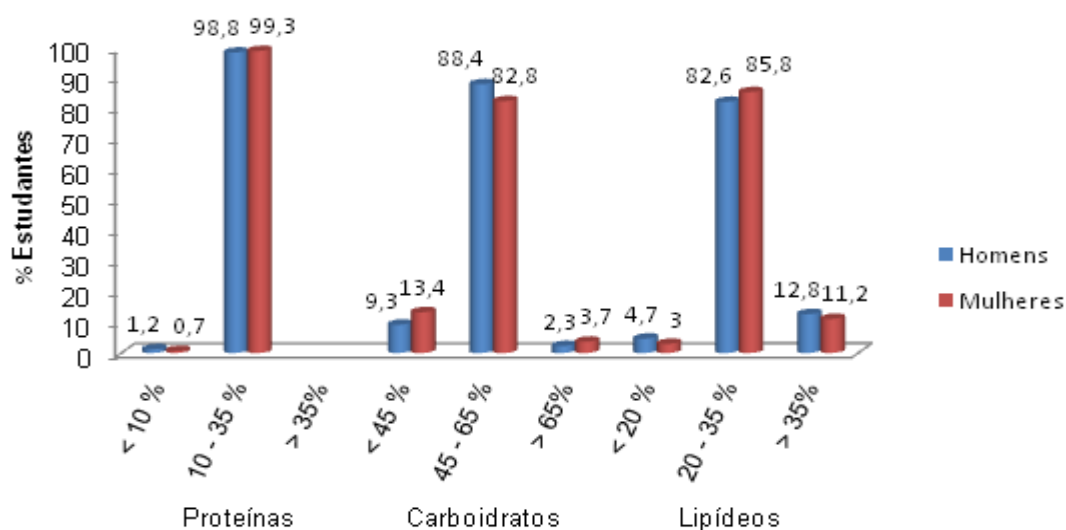
Nutrientes	Média (DP)	Recomendação
Energia (kcal/dia)	2123,28 ± 630,80	-
Proteína (g/dia)	96,74 ± 32,94	

%VCT ¹	18,50	10-35%
Carboidrato (g/dia)	280,39 ± 94,03	
%VCT	52,70	45-65%
Lipídios (g/dia)	67,62 ± 24,20	
%VCT	28,60	20-35%

1 - %VCT – Percentual do Valor Calórico Total. IOM (2005); n = 220.

A distribuição dos estudantes segundo contribuição de macronutrientes para o valor energético total (VET) na alimentação está representada na Figura 5.

Figura 05 – Distribuição dos estudantes, segundo percentual de contribuição dos macronutrientes para a ingestão energética total. Teresina-PI, Brasil, 2014.



Observou-se que 98,8% dos homens e 99,3% das mulheres apresentaram consumo adequado de proteínas em relação ao VET (10 - 35%). Para os carboidratos 9,3% e 13,4%, dos homens e mulheres, respectivamente apresentaram baixo consumo de carboidratos. Em relação aos lipídios foi observado elevado consumo > 35% em relação ao VET, sendo de 12,8% para os homens e 11,2% para as mulheres.

Os dados da ingestão dietética de Zn foram avaliados a partir da média de ingestão da amostra pesquisada. Os valores médios de Zn, após serem ajustados pela energia e corrigidos pela variabilidade, foram maiores que a EAR (6,8 mg/d e 9,4

mg/dia, respectivamente para mulheres e homens na faixa etária de 20 a 30 anos) (Tabela 5). Observou-se que o percentual de inadequação de Zn para os estudantes do sexo masculino (27,09%) foi maior do que para os do sexo feminino (16,85%) (Figuras 06 e 07).

Tabela 5 - Valores médios e desvios padrão do consumo de zinco segundo gênero dos estudantes. Teresina-PI, Brasil, 2014.

Parâmetros	Média (DP)	Feminino	Masculino	P
Zinco ajustado ¹ (g/dia)	10,91 ± 3,86	10,34 ± 3,69	11,8 ± 3,96	0,006*

1 – Os valores brutos de zinco foram ajustados pela energia e corrigidos pela variância intra e interpessoal; *Valor significativamente diferente entre os gêneros, teste t de Student ($p < 0,05$); Valores de referência de ingestão para o zinco: EAR = 6,8 mg/dia para o sexo feminino e 9,4 mg/dia para o sexo masculino, faixa etária de 19 a 30 anos, n = 220.

Figura 06 – Ingestão ajustada de Zn para o sexo feminino e prevalência de inadequação. Teresina-Pi, Brasil, 2014.

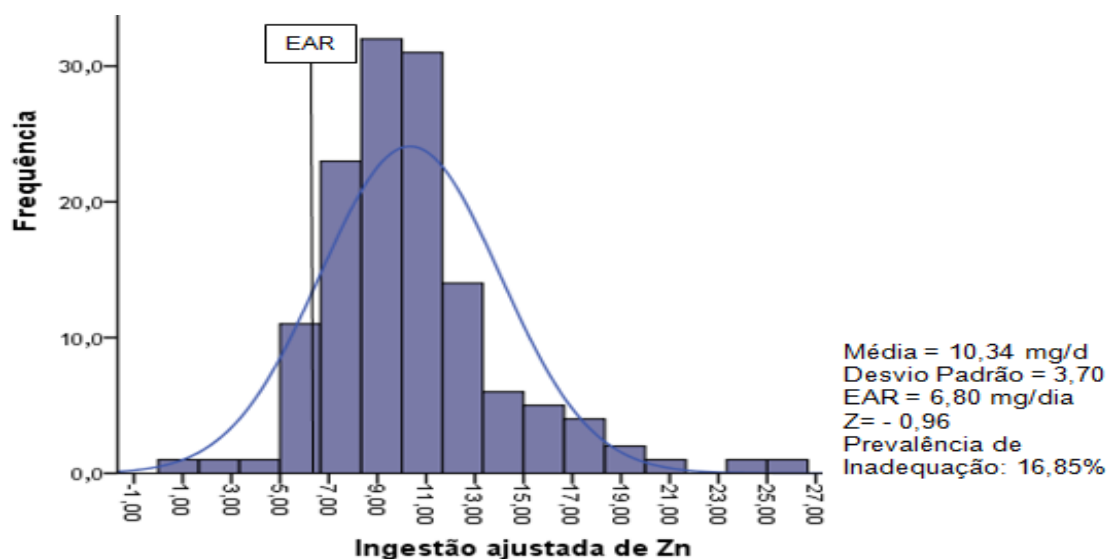
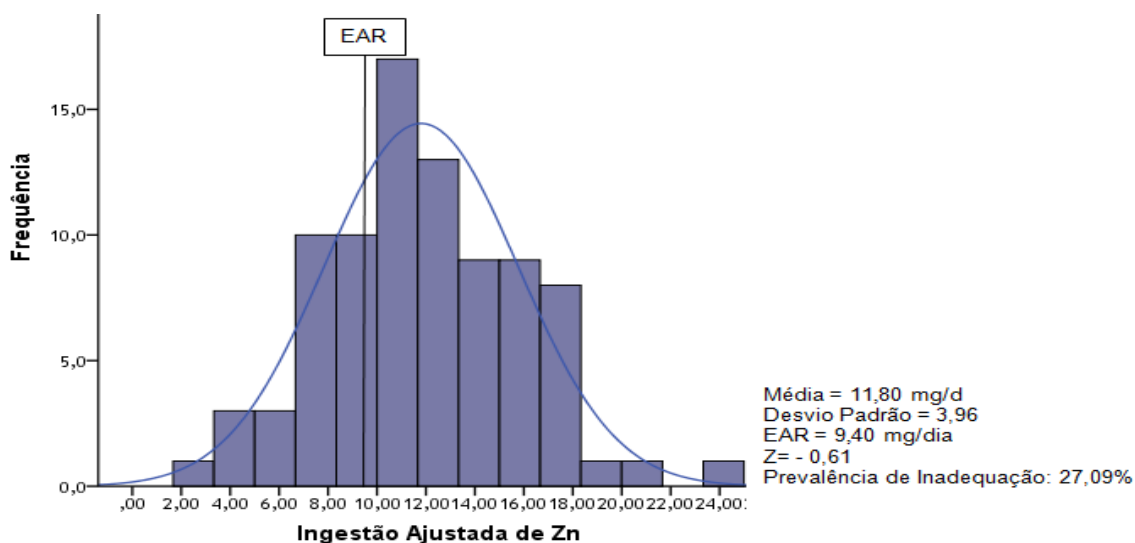


Figura 07 – Ingestão ajustada de Zn para o sexo masculino e prevalência de inadequação. Teresina-Pi, Brasil, 2014.



5.3 Parâmetros Bioquímicos de Avaliação do Zinco

Os valores médios e desvios padrão dos marcadores de zinco dos estudantes estão apresentados na tabela 6. Os estudantes apresentaram valores deficientes de Zn nos compartimentos plasmático e eritrocitário.

Tabela 6 - Valores médios e desvios padrão do zinco plasmático e eritrocitário dos estudantes segundo gênero. Teresina-PI, Brasil, 2014.

Parâmetros	Média (DP)	Feminino	Masculino	P
Zn plasmático ($\mu\text{g/dL}$) (n=242)	67,94 \pm 14,34	65,98 \pm 14,22	70,91 \pm 14,08	0,009*
Zn eritrocitário ($\mu\text{g/g Hb}$) (n=240)	33,95 \pm 9,10	33,61 \pm 9,66	34,46 \pm 8,20	0,480

*Valor significativamente diferente entre os gêneros, teste t de Student ($p < 0,05$); Valores de referências: zinco plasmático 70-110 $\mu\text{g/dL}$ (Gibson, 2005); zinco eritrocitário 40-44 $\mu\text{gZn/gHb}$ (Guthrie; Picciano, 1994).

5.4 Marcadores do estresse oxidativo

Os valores médios e desvios padrão da concentração do MDA e da atividade da enzima SOD, marcadores do estresse oxidativo, estão apresentados na tabela 7. Os estudantes apresentaram valores normais da enzima SOD, enquanto que a média do MDA foi inferior aos valores de **referência**.

Tabela 7 - Valores médios e desvios padrão da SOD e do MDA segundo gênero dos estudantes. Teresina-PI, Brasil, 2014.

Parâmetros	Média (DP)	Feminino	Masculino	P
SOD (U/gHb) (n=240)	1400,79 ± 386,59	1424,29± 401,52	1365,56 ± 362,25	0,250 ¹
MDA (µmol/L) (n=242)	0,74 ± 0,39	0,77 ± 0,47	0,69 ± 0,24	0,267 ²

1 – teste t de Student; 2 – teste de Mann Whitney. Valores de referências: SOD = 1102-1601U/gHb (Kit Randox); MDA = 1 a 3 µmol/L (VASCONCELOS et al., 2007).

5.5 Correlações entre as concentrações de zinco e marcadores do estresse oxidativo

As figuras 08 e 09 mostram as correlações entre os parâmetros bioquímicos do zinco com a SOD e o MDA. Observou-se que o Zn plasmático apresentou baixa e significativa correlação negativa com a SOD ($r = -0,251$; $p = 0,000$), e o Zn eritrocitário baixa e significativa correlação positiva com a SOD ($r = 0,162$; $p = 0,012$). Não houve correlação entre os parâmetros do zinco e o MDA.

Figura 08 – Correlações entre as concentrações plasmáticas e eritrocitárias de zinco e atividade da SOD nos estudantes universitários. Teresina-PI, Brasil, 2014.

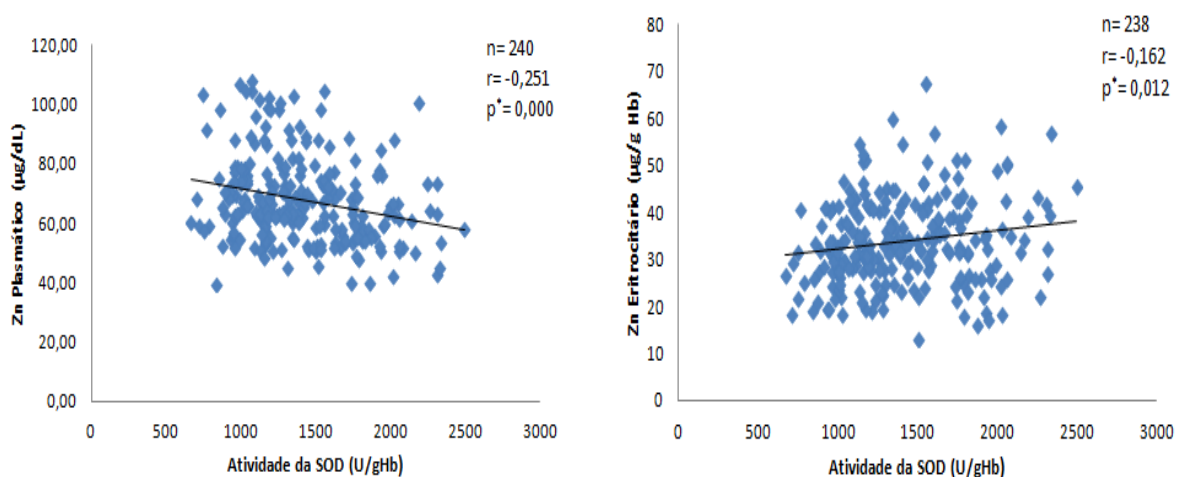
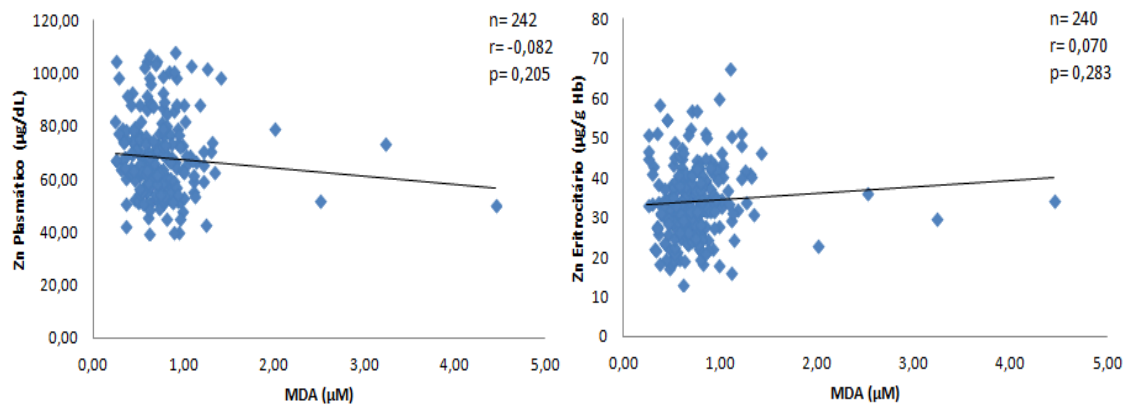


Figura 09 – Correlações entre as concentrações plasmáticas e eritrocitárias de zinco e a concentração de MDA nos estudantes universitários. Teresina-PI, Brasil, 2014.



Discussão

6 DISCUSSÃO

Neste estudo foram avaliados os indicadores - estado nutricional, consumo alimentar, parâmetros bioquímicos relativos ao zinco, concentrações do MDA e atividade da enzima SOD em estudantes universitários.

Os resultados da análise do consumo alimentar mostraram que os valores médios dos macronutrientes estavam dentro da faixa de normalidade estabelecida pela AMDR (IOM, 2005), no entanto, ao categorizar os estudantes segundo as faixas de adequação, para cada macronutriente, foi observado elevado percentual de estudantes do sexo feminino com baixo consumo de carboidratos e, no sexo masculino, elevado percentual no consumo de lipídios. Segundo Li et al. (2012) a diferença entre gêneros ocorre em função de diferenças nas escolhas alimentares, sendo os homens mais propensos a consumirem alimentos ricos em gordura, como por exemplo *fast food*, quando comparado as mulheres.

Os resultados sobre o consumo de macronutrientes por universitários são ainda conflitantes. Em Recife, Petribu, Cabral e Arruda (2009) encontraram menor consumo de lipídios para homens (19,1%) e maior para as mulheres (26,6%) e na Espanha, Burriel et al (2013) encontraram consumo de lipídios semelhantes entre os gêneros.

Ainda sobre o consumo alimentar de estudantes, alterações na ingestão alimentar podem ser atribuídas à vivência universitária, associada às mudanças no estilo de vida, que influenciam seus hábitos alimentares. Dessa forma, tornam-se nutricionalmente vulneráveis, com padrão caracterizado pela omissão de refeições, preferência de lanches rápidos, aumento no consumo de bebidas alcoólicas e açucaradas, e prática de dietas de emagrecimento. Esse perfil é preocupante por **estar** associado a resultados negativos de saúde, como ganho de peso e doenças crônicas não transmissíveis (AGÜERO; GARCÍA; GAETE, 2013; BURRIEL et al., 2013; FEITOSA et al., 2010; KELLY; MAZZEO; BEAN, 2013).

A avaliação antropométrica, segundo o IMC, demonstrou comprometimento nutricional nos estudantes, com predominância de pré-obesidade nos homens, e desnutrição nas mulheres. Resultado semelhante ao encontrado por Feitosa et al (2010), em Sergipe, cujos percentuais de sobrepeso/obesidade para os homens foram de 28,5% e de 19,2% de baixo peso para as mulheres.

O elevado percentual de sobrepeso no sexo masculino corrobora também com os dados apresentados pela Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (POF), que encontrou, segundo a faixa etária, excesso de peso em 30,2% (20-24 anos) e 42,5% (25-29 anos) (IBGE, 2009). A alta prevalência de sobrepeso está associada aos hábitos alimentares inadequados e a falta de atividade física, que podem acarretar agravos à saúde, a médio e longo prazos (CHOURDAKIS et al., 2010).

A alta prevalência de desnutrição no sexo feminino encontrada na pesquisa difere dos padrões encontrados no Brasil, em processo de transição nutricional, com diminuição da desnutrição e aumento do excesso de peso. Sobre este aspecto, Colares, França e Gonzalez (2009) e Petribu, Cabral e Arruda (2009) apontam a possibilidade dos valores encontrados estarem associados ao grau de escolaridade, status socioeconômico ou mesmo à presença de distúrbio alimentar. Aliado a esses aspectos, é comum encontrar entre mulheres de classes econômicas mais elevadas o culto ao corpo, bem como o desenvolvimento de distúrbios alimentares associados ao temor de engordar, identificado entre adolescentes e mulheres jovens.

Segundo a pesquisa Vigitel (BRASIL, 2012), realizada no Brasil, existe relação inversa entre excesso de peso e escolaridade, no que diz respeito ao sexo feminino, isto é, quanto maior o grau de instrução da mulher menor o excesso de peso. Esse dado pode explicar o percentual baixo de sobrepeso encontrado entre estas mulheres, quando comparado aos achados em mulheres na mesma faixa etária analisada pela POF (IBGE, 2009).

Três parâmetros nutricionais relativos ao zinco foram analisados: consumo dietético, e concentrações do mineral, no plasma e eritrócitos. De acordo com o consumo alimentar dos universitários, o estudo revelou valores da ingestão de zinco superiores às recomendações diárias, segundo a EAR. No entanto, é importante destacar que nos estudantes do sexo masculino houve elevado percentual de inadequação para esse mineral (27,09%). Essa prevalência é preocupante, haja vista que valores superiores a 25% são considerados, em nível populacional, risco elevado de deficiência de Zn, e questão de saúde pública, com recomendação de intervenção dietética (IZINCG, 2009).

Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Fayet et al. (2014), Ouellette et al. (2013) e Azadbakht, Haghghatdoost e Esmailzadeh (2012) que também verificaram consumo de zinco acima da EAR para esse micronutriente.

O consumo adequado de zinco pelos universitários pode ter ocorrido devido à presença na dieta de alimentos fonte como carne bovina, suína, aves e produtos lácteos (BHOWMIK; CHIRANJIB; KUMAR, 2010). No entanto, a inadequação do consumo do mineral foi elevada entre os homens, o que os coloca em risco de deficiência marginal, esse fato pode ser justificado pela maior recomendação do mineral para o sexo masculino (RDA – 11 mg/dia).

Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos do IZINCG (2009), que estima, para a população brasileira, consumo médio de 10,5 mg/dia de zinco e de risco de inadequação alimentar para esse micronutriente de 20,3%. Sobre esse aspecto Cakmak (2009) e Gibson et al. (2008) afirmam que a ingestão inadequada de zinco é frequentemente associada ao baixo consumo de alimentos fonte do mineral, e de proteínas, muitas vezes ocasionado pela insegurança alimentar, concomitante ao consumo elevado de cereais refinados, frutas, legumes e ricos em fibras.

No que diz respeito à análise bioquímica do zinco, as médias das concentrações plasmáticas diferiram em relação ao sexo, estando nos homens dentro da faixa de normalidade e nas mulheres com valores inferiores aos de referência.

A diferença de zinco plasmático entre os gêneros, segundo (LOCKITCH et al., 1988) pode ser explicada, em cerca de 50%, em função das diferenças nas concentrações séricas de albumina, estando mais altas no sexo masculino. Aliado a esse fato, os hormônios - estrogênio e progesterona estão associados às menores concentrações de zinco no soro em mulheres, durante fase de ovulação e lútea do ciclo menstrual (DEUSTER, 1987).

A inadequação alimentar é um dos principais determinantes para a deficiência de zinco em populações (GIBSON, 2012), no entanto, o estudo não demonstrou correlação entre o consumo alimentar do mineral e as concentrações plasmáticas do zinco, em ambos os sexos.

O zinco plasmático também pode ter suas concentrações reduzidas devido a infecções agudas e inflamação, provavelmente devido à redistribuição desse micronutriente do plasma para o fígado pela metalotioneína (IZINCG, 2007). Nesse sentido, King (1990), sugere, para avaliar a deficiência de zinco, que se utilize a combinação das concentrações séricas do mineral e da metalotioneína. Partindo dessa recomendação, baixas concentrações dos dois marcadores indicaria deficiência de zinco no plasma, decorrente da ingestão inadequada. E a associação

de concentrações baixas de zinco e elevadas de metalotioneína sérica seria indicativo da redistribuição do mineral.

Estudos sobre as concentrações plasmáticas de zinco em indivíduos saudáveis corroboram com o encontrado neste estudo em relação ao sexo masculino (GALAN et al., 2005; GHASEMI et al., 2012; LOPES et al., 2004). As concentrações plasmáticas de zinco, para as mulheres, foram inferiores aos valores de referência. Acerca deste parâmetro no sexo feminino os estudos são controversos, alguns identificaram concentrações diminuídas desse micronutriente no plasma (ENGLESTONE et al., 2014; LAILLOU et al., 2012; SIYAME et al., 2013), enquanto outros apontam concentrações normais (FOSTER et al., 2012; FEITOSA et al., 2013; GALAN et al., 2005; GHASEMI et al., 2012; LOPES et al., 2004).

Concordando com os resultados do presente estudo Ghasemi et al. (2012), Galan et al. (2005) e Lopes et al. (2004) encontraram que os homens possuíam concentrações de zinco no plasma significativamente maiores que as mulheres.

O pouco conhecimento sobre o metabolismo do zinco em diferentes estados fisiológicos justifica em parte as dificuldades na sua mensuração. Dessa forma, é necessário uma melhor compreensão da distribuição/redistribuição do zinco corporal e seu significado metabólico é essencial para avaliar e propor métodos que quantifiquem o zinco corporal (EL-KHOURY, 1991).

Segundo Whitaker (1998), a dosagem de zinco plasmático não reflete claramente o estado nutricional do indivíduo. Mesmo considerado um parâmetro limitado na avaliação do zinco corpóreo, a literatura traz valores de referência para esse elemento no plasma, com ponto de corte para determinação do risco de deficiência de 70 µg/dL (GIBSON, 2005).

No compartimento eritrocitário o zinco estava abaixo dos valores de referência no grupo pesquisado. Na circulação sanguínea, cerca de 80% desse mineral encontra-se nos eritrócitos, principalmente ligado à anidrase carbônica e em pequenas quantidades na Cu-Zn SOD, e apenas 16% no plasma (KING, 2006). As baixas concentrações de zinco eritrocitário refletem estado nutricional pregresso, relativo ao mineral, em face do eritrócito apresentar vida média de 110 a 120 dias (GIBSON, 1990), não refletindo o consumo dietético atual.

Girish et al. (2012) em estudo comparativo entre pacientes com pancreatite e indivíduos saudáveis, encontraram para o grupo controle resultado semelhante ao deste estudo, com concentrações eritrocitárias baixas (37,14 µg/g Hb), enquanto

Feitosa et al. (2013) em estudo com mulheres, encontraram valores acima dos de referência.

As características da deficiência marginal de zinco (moderada a leve) são mais difíceis de identificar, não existindo consenso sobre os métodos utilizados para mensurar os níveis de zinco no organismo para a identificação dessa deficiência (ANDERSON; ALLEN, 1999; FAIRWEATHER-TAIT; HARVEY; FORD, 2008).

É importante destacar que o Zn é um micronutriente essencial para a saúde humana e desempenha importantes funções no corpo humano, e sua deficiência pode está associada a diversas doenças crônicas como câncer, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, Alzheimer, dentre outras (LITTLE et al., 2010; RANASINGHE et al., 2013; VURAL et al., 2010).

O estresse oxidativo ocorre devido ao desequilíbrio entre formação de radicais livres e sistema de defesa antioxidante (JEZIERSKA-DRUTEL; ROSENZWEIG; NEUMANN, 2013). Os radicais livres em pequenas quantidades são necessários e benéficos para a função fisiológica normal, pois protegem as células de infecções por destruir patógenos invasores. No entanto, em altas concentrações, quando existe estresse oxidativo, são responsáveis por danos às estruturas celulares, incluindo oxidação de membranas, DNA, lipídios e proteínas (HALLIWELL, 2007; VALKO et al., 2007).

O estresse oxidativo foi analisado a partir dos valores das concentrações de MDA e atividade da enzima SOD. Com base nesses parâmetros o estudo não identificou aumento do estresse oxidativo nos estudantes. Esse resultado é amparado na identificação do estilo de vida saudável, verificado no estudo, e por se constituir numa população de jovens também considerados saudáveis.

A superóxido dismutase é considerada um componente importante do sistema de defesa celular contra o dano oxidativo mediado pelos radicais superóxido produzidos como um subproduto do metabolismo de oxigênio (HALLEWELL et al., 1985). Deficiência na sua atividade pode ser de particular importância pelo fato do ânion superóxido, que é gerado continuamente em todo o corpo, não ser inativado eficazmente, com conseqüente aumento nas suas concentrações. Dessa forma, os radicais superóxidos ficariam livres para reagir com o óxido nítrico (NO) formando, potente agente oxidante capaz de iniciar a peroxidação lipídica (KAUR et al., 2008).

O estudo demonstrou ainda que, apesar da redução nas concentrações do Zn eritrocitário, este esteve relacionado positivamente com a atividade da SOD, cujo

comportamento pode ser explicado em função da atividade dessa enzima depender da participação de cofatores enzimáticos, como zinco e cobre (BARBOSA et al., 2010).

A atividade da enzima SOD encontrada neste estudo foi adequada, segundo os valores de referência, no entanto apresentou atividade mais baixa que os observados nos estudos de Silva (2013), Almeida (2013) e Girish et al. (2012). No presente estudo foi observado correlação positiva entre Zn eritrocitário e atividade dessa enzima, o que difere do verificado por Rügauer, Neugebauer e Plecko (2001) e Sfar et al. (2009), que não encontraram correlação entre esses marcadores.

A peroxidação lipídica é um indicador básico da oxidação das lipoproteínas das membranas, que pode ser determinada pela presença seus metabólitos primários, a exemplo dos F₂-isoprostanos, e secundários, como o MDA, considerado um importante biomarcador do estresse oxidativo (RÍSPOLI et al., 2013). Este último é um produto derivado da β -ruptura de endociclicização de ácidos graxos polinsaturados com mais de duas duplas ligações, tais como ácido linoléico, araquidônico e docosahexanóico (GROTTO et al., 2008; VASCONCELOS et al., 2007) e possui ação citotóxica e genotóxica, exacerbando o estresse oxidativo (ANTUNES et al., 2008).

Quanto as concentrações do MDA o estudo não demonstrou relação entre esse marcador do estresse oxidativo e as concentrações de Zn eritrocitário e plasmático. O zinco ajuda na proteção das células contra danos oxidativos por desempenhar várias funções antioxidantes, dentre essas a de interagir com as membranas celulares, evitando sua peroxidação e formação de subprodutos como o MDA (LITTLE et al., 2010). Dessa forma, espera-se que concentrações reduzidas do mineral estejam relacionadas com o aumento da peroxidação lipídica, evento não observado nesse estudo. Vale destacar ainda a atividade da SOD que pode ter contribuído para a proteção da lipoperoxidação e, por conseguinte, às baixas concentrações do MDA nos estudantes.

As concentrações de MDA encontradas neste estudo foram menores que as verificadas por Liu et al. (2009), Pérez et al.(2012) e Li et al.(2013). Almeida (2013) encontrou valores semelhantes em mulheres. Dados sobre a correlação entre MDA e parâmetros bioquímicos de zinco são escassos e controvertidos. Rügauer; Neugebauer e Plecko. (2001) não encontraram correlação entre esses parâmetros, corroborando com os resultados deste estudo. No entanto, Almeida (2013) encontrou correlação negativa entre Zn plasmático e MDA em mulheres saudáveis.

Outro aspecto que deve ser destacado na análise desse marcador diz respeito às variações metodológicas (colorimetria, fluorimetria ou cromatografia) empregadas para a sua determinação, que podem justificar as diferentes concentrações desse marcador nos estudos relativos ao estresse oxidativo (HONG et al., 2000; GIACOMINI; HAHN; SIQUEIRA, 2013).

Conclusão

7 CONCLUSÃO

Os estudantes apresentam comprometimento nutricional, com elevada prevalência de desnutrição entre as mulheres, e pré-obesidade nos homens, a despeito do adequado consumo de macronutrientes, e reduzido risco metabólico.

As concentrações de zinco eritrocitário sugerem comprometimento nutricional relativo ao zinco nos estudantes, com comportamento diferente no plasma, estando reduzidas apenas nas mulheres.

A correlação positiva entre a atividade da SOD e as concentrações eritrocitárias de zinco reforça a participação desse mineral no sistema de defesa antioxidante, atuando indiretamente como protetor da peroxidação lipídica nas membranas celulares.

Referências

REFERÊNCIAS

AGÜERO, S. D.; GARCÍA, S. R.; GAETE, M. C. Aporte de vitaminas y minerales por grupo de alimentos en estudiantes universitarios chilenos. **Nutrición Hospitalaria**, v. 28, n. 3, p. 830-38, 2013.

ALBAYRAK, Y.; ÜNSAL, C.; BEYAZYÜZ, M.; ÜNAL, A.; KULOĞLU, M. Reduced total antioxidant level and increased oxidative stress in patients with deficit schizophrenia: A preliminary study. **Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry**, New York, v. 45, p. 144–149, 2013.

ALMEIDA, I. S. **Avaliação do estado nutricional de mulheres obesas em relação ao zinco e sua associação com o estresse oxidativo e os polimorfismo Arg213Gli e +35A/C**. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo.

ANÇÃO, M. S.; CUPPARI, L.; DRAINE, A. S.; SINGULEM, D. **Programa de apoio à nutrição Nutwin: versão 1.5**. São Paulo: Departamento de Informática em Saúde, SPDM, Unifesp/EPM, 2002. 1 CD-ROM.

ANDERSON, J. J. B.; ALLEN, J. C. Nutrition of macrominerals and trace elements. In: Goldberg I. **Functional Foods: designer foods, pharmafoods, nutraceuticals**. **Aspen Publication**, p. 323-354, 1999.

ANDRIOLLO-SANCHEZ, M.; HININGER-FAVIER, I.; MEUNIER, N. et al. No antioxidant beneficial effect of zinc supplementation on oxidative stress markers and antioxidant defenses in middle-aged and elderly subjects: The Zenith Study. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 27, n. 4, p. 463-469, 2008.

ANTUNES, M. V.; LAZZARETTI, C.; GAMARO, G. D.; LINDENREV, R. Estudo pré-analítico e de validação para determinação de malondialdeído em plasma humano por cromatografia líquida de alta eficiência, após derivatização com 2,4-dinitrofenilhidrazina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 279-87, 2008.

ARAS, M. A.; AIZENMAN, E. Redox regulation of intracellular zinc: molecular signaling in the life and death of neurons. **Antioxidants & Redox Signaling**, Larchmont, v. 15, n. 8, p. 2249-2265, 2011.

AZADBAKHT, L.; ESMAILLZADEH, A. Macro and Micro-Nutrients Intake, Food Groups Consumption and Dietary Habits among Female Students in Isfahan University of Medical Sciences. **Iranian Red Crescent Medical Journal**, v. 14, n. 4, p. 204-209, 2012.

AZADBAKHT, L.; HAGHIGHATDOOST, F.; ESMAILLZADEH, A. Dietary energy density is inversely associate with the diet quality indices among Iranian young adults. **Journal of nutritional science and vitaminology**, Tokyo, v. 58, n. 1, p. 29-35, 2012.

AZIZBEIGI, K.; STANNARD, S. R.; ATASHAK, S.; HAGHIGHI, M. M. Antioxidant enzymes and oxidative stress adaptation to exercise training: Comparison of endurance, resistance, and concurrent training in untrained males. **Journal of Exercise Science & Fitness**, Hong Kong, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2013.

BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G.; DE PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BARRERA, G. Oxidative stress and lipid peroxidation products in cancer progression and therapy. **International Scholarly Research Network Oncology**, Cairo, v. 12, n. 1, p. 1-21, 2012.

BHOWMIK, D.; CHIRANJIB, K.P.; KUMAR, K.P.S. A potential medicinal importance of zinc in human health and chronic disease. **International Journal of Pharmacy and Biomedical Sciences**, India, v. 1, n. 1, p. 05–11, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Vigilância alimentar e nutricional - Sisvan: Orientações básicas para a coleta, processamento, análise de dados e informação em serviços de saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Direção-Geral de Saúde. **Princípios para uma alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde. **Vigitel Brasil 2012: vigilância e fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BURRIEL, F. C; URREA, R. S; GARCÍA, C. V; TOBARRA, M. M; MESEGUER, M. J. G. Hábitos alimentarios y evaluación nutricional en una población universitária. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 28, n. 2, p. 438-446, 2013.

CAKMAK, I. Enrichment of fertilizers with zinc: an excellent investment for humanity and crop production in India. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 23, n. 4, p. 281-289, 2009.

CHASAPIS, C. T.; LOUTSIDOU, A. C.; SPILIOPOULOU, C. A.; STEFANIDOU, M. E.; Zinc and human health: an update. **Archives of toxicology**, Berlin, v. 86, n. 4, p. 521-534, 2012.

CHOURDAKIS, M.; TZELLOS, T.; PAPAZISIS, G.; TOULIS, K.; KOUVELAS, D. Eating habits, health attitudes and obesity indices among medical students in northern Greece. **Appetite**, London, v. 55, n. 3, p. 722–725, 2010.

COLARES, V.; FRANCA, C.; GONZALEZ, E. Conduas de saúde entre universitários: diferenças entre gêneros. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 521-528, 2009.

COSTA, C; TEIXEIRA, V; AFONSO, C; DE ALMEIDA, M. D. V; MOREIRA P. Caracterização do comportamento alimentar e avaliação da ingestão alimentar em estudantes de Ciências da Nutrição. **Alimentação Humana**, v. 13, n. 2, 2007.

COSTA, A. D.; BADAWI, A.; EL-SOHEMY, A. Nutrigenetics and modulation of oxidative stress. **Annals of Nutrition and Metabolism**, Basel, v. 60, suplement. 3, p. 27-36, 2012.

CENCIONI, C.; SPALLOTTA, F.; MARTELLI, F.; VALENTE, S.; MAI, A.; ZEIHNER, A. M.; GAETANO, C. Oxidative stress and epigenetic regulation in ageing and age-related diseases. **International journal of molecular sciences**, Basel, v. 14, n. 9, p. 17643-17663, 2013.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

DESHPANDE, S; BASIL, M. D; BASIL, D. Z. Factors Influencing Healthy Eating Habits Among College Students: An Application of the Health Belief Model. **Health Marketing Quarterly**, v. 26, p. 145–164, 2009.

DEUSTER, P. A.; DOLEV, E.; BERNIER, L. L.; Trostmann, U. H.; Magnesium and zinc status during the menstrual cycle. **American Gynecological Society**, New York, v. 157, p.964–968, 1987.

EDEAS, M. Strategies to Target Mitochondria and Oxidative Stress by Antioxidants : Key Points and Perspectives. **Pharmaceutical Research**, Maryland, v. 28, n. 11, p. 2771-2779, 2011.

EL-KHOURY, A. E. Recent developments in the search for methods of assessing zinc status. **Trends in Food Science & Technology**, Wageningen, v. 2, n. 1, p. 10-12, 1991.

ENGLE-STONE, R.; NDJEBAYI, A. O.; NANKAP, M.; KILLILEA, D. W.; BROWN, K. H. Stunting prevalence, plasma zinc concentrations, and dietary zinc intakes in a nationally representative sample suggest a high risk of zinc deficiency among women and young children in Cameroon. **The Journal of nutrition**, Rockville, v. 144, n. 3, p. 382–391, 2014

FAA, G.; NURCHI, V. M.; RAVARINO, A.; FANNI, D.; NEMOLATO, S.; GEROSA, C.; EYKEN, P. V.; GEBOES, K. Zinc in gastrointestinal and liver disease. **Coordination Chemistry Reviews**, Lausanne, v. 252, n. 10-11, p. 1257-1269, 2008.

FAIRWEATHER-TAIT, S. J.; HARVEY, L. J.; FORD, D. Does ageing affect zinc homeostasis and dietary requirements? **Experimental Gerontology**, Tarrytown, v. 43, n. 5, p. 382-388, 2008.

FATEHI-HASSANABAD, Z.; CHAN, C. B; FURMAN, B. L. Reactive oxygen species and endothelial function in diabetes. **European Journal of Pharmacology**, Amsterdam, v. 636, n. 1-3, p. 8-17, 2010.

- FAYET, F.; FLOOD, V.; PETOCZ, P.; SAMMAN, S. Avoidance of meat and poultry decreases intakes of omega-3 fatty acids, vitamin B12, selenium and zinc in young women. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, England, v. 27, p. 135-142, 2014, Suppl. 2.
- FEITOSA, E. P. S.; DANTAS, C. A. O.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S.; MARCELLINI, P. S.; MENDES-NETO, R. S. Hábitos alimentares de estudantes de universidade pública no nordeste, Brasil. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 225-230, 2010.
- FEITOSA, M. C. P.; LIMA, V. B. S.; NETO, J. M. M.; MARREIRO, D. N. Plasma concentration of IL-6 and TNF- α and its relationship with zincemia in obese women. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 59, n. 5, p. 429–434, 2013.
- FERREIRA, T. S; CHAFAUZER, C; De ARAÚJO JÚNIOR, F. M; SILVA, G. B. Obesidade Central em Jovens. **Science in Health**, v. 3, n. 2, p. 61-73, 2012.
- FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; SLATER, B.; MARTINI, L. A. Inquéritos alimentares: Métodos e Bases Científicas. São Paulo: **Manole**, 2005.
- GIBSON, R. S. **Principles of nutritional assessment**. 2 ed. New York: Oxford, 2005.
- FLATOW, J.; BUCKLEY, P.; MILLER, B. J. Meta-analysis of oxidative stress in schizophrenia. **Biological psychiatry**, Oxford, v. 74, n. 6, p. 400-409 , 2013.
- FOSTER, M.; KARRA, M.; PICONE, T.; CHU, A.; HANCOCK, D. P.; PETOCZ, P.; SAMMAN, S. Dietary Fiber Intake Increases the Risk of Zinc Deficiency in Healthy and Diabetic Women. **Biological Trace Element Research**, London, v. 149, n. 2, p. 135-42, 2012.
- FRANÇA, B.K.; ALVES, M.R.M.; SOUTO, F.M.S.; TIZIANE, L.; BOAVENTURA, R.F.; GUIMARÃES, A.; ALVES JR, A. Peroxidação lipídica e obesidade: Métodos para aferição do estresse oxidativo em obesos. **Jornal Português de Gastroenterologia**, Lisboa, v. 20, n. 5, p.199-206, 2013.
- FRIDOVICH, I. Superoxide radical and superoxide dismutases. **Annual Review Biochemistry**, Palo Alto, v. 64, p. 97-112, 1995.
- FUKAI, T.; USHIO-FUKAI, M. Superoxide dismutases: role in redox signaling, vascular function, and diseases. **Antioxidants & Redox Signaling**, Larchmont, v. 15, n. 6, p. 1583-1608, 2011.
- GALAN, P.; VITERI, F. E.; BERTRAIS, S.; CZERNICHOW, S.; FAURE, H.; ARNAUD, J.; RUFFIEUX, D.; CHENAL, S.; ARNAULT, N.; FAVIER, A.; ROUSSEL, A-M.; HERCBERG, S. Serum concentrations of β -carotene, vitamins C and E, zinc and selenium are influenced by sex, age, diet, smoking status, alcohol consumption and corpulence in a general French adult population. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 59, n. 10, p. 1181–1190, 2005.

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S.; HOSSEINI-ESFAHANI, F.; AZIZI, F. Reference Values for Serum Zinc Concentration and Prevalence of Zinc Deficiency in Adult Iranian Subjects. **Biological Trace Element Research**, London, v. 149, n. 3, p. 307–314, 2012.

GHOSH, S.; WILLARD, B.; COMHAIR, S. A. A.; DIBELLO, P.; XU, W.; SHIVA, S.; AULAK, K. S.; KINTER, M.; ERZURUM, S. C. Disulfide bond as a switch for copper-zinc superoxide dismutase activity in asthma. . **Antioxidants & Redox Signaling**, Larchmont, v. 18, n. 4, p. 412–423, 2013.

GIACOMINI, M. M.; HAHN, S.; SIQUEIRA, L. O. Análise de correlação do perfil lipídico e dano oxidativo em pacientes diabéticos. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Araraquara, v. 34, n. 2, p. 251-255, 2013.

GIBSON, R. S. Assessment of zinc status. In: GIBSON, R. S.; **Principles of nutritional assessment**. New York: Oxford, 1990.

GIBSON, R. S. **Principles of nutritional assessment**. 2 ed. New York: Oxford, 2005.

GIBSON, R. S.; HESS, S. Y.; HOTZ, C.; BROWN, K. H. Indicators of zinc status at the population level: a review of the evidence. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 99, Suppl. 3, S14–S23, 2008.

GIBSON, R. S. Zinc deficiency and human health: etiology, health: consequences, and future solutions. **Plant and Soil**, Haia, v. 361, n.1, p. 291-299, 2012.

GIBSON, R. S. A High Prevalence of Zinc- but not Iron-Deficiency among Women in Rural Malawi: a Cross-Sectional Study. **International journal for vitamin and nutrition research**, Bern, v. 83, n. 3, 176 – 187, 2013.

GIRISH, B. N.; VAIDYANATHAN, K.; RAJESH, G.; BALAKRISHNAN, V. Effects of micronutrient status on oxidative stress and exocrine pancreatic function in patients with chronic pancreatitis. **Indian Journal of Biochemistry & Biophysics**, India, v. 49, n. 10, p. 386-391.

GOODMAN, M.; BOSTICK, R. M.; DASH, C.; TERRY, P.; FLANDERS, W. D.; MANDEL, J. A summary measure of pro and anti-oxidant exposures and risk of incident , sporadic , colorectal adenomas. **Cancer Causes Control**, Netherlands, v. 19, n. 10, p. 1051-1064, 2008.

GROTTO, D.; VALENTINI, J.; BOEIRA, S.; PANIZ, C.; MARIA, L. S.; VICENTINI, J.; MORO, A.; CHARÃO, M.; GARCIA, S. C.; CARDOSO, S. G. Avaliação da estabilidade do marcador plasmático do estresse oxidativo – malondialdeído. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 275-279, 2008.

GUTHRIE, H. A.; PICCIANO, M. F. Micronutrient minerals. In: GUTHRIE, H. A.; PICCIANO, M. F. eds. **Human Nutrition**: Mosby, p. 351-7, 1994.

HALLEWELL, R. A. et al. Human Cu/Zn superoxide dismutase cDNA: isolation of clones synthesizing high levels of active or inactive enzyme from an expression library. **Nucleic Acids Research**, v. 13, n. 6, p. 2017-2034, 1985.

HALLIWELL, B. Biochemistry of oxidative stress. **Biochemical Society Transactions**, London, v. 35, n. 5, 1147–1150, 2007.

HALLIWELL, B. The wanderings of a free radical. **Free Radical Biology & Medicine**, Oxford, v. 46, n. 5, p. 531–542, 2009.

HAMBIDGE, K. M.; MILLER, L. V.; WESTCOTT, J. E.; KREBS, N. F. Dietary Reference Intakes for Zinc May Require Adjustment for Phytate Intake Based upon Model Predictions. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 138, n. 12, p. 2363-2366, 2008.

HANAFY, K. A.; SELIM, M. H. Antioxidant strategies in neurocritical care. **Neurotherapeutics**, Philadelphia, v. 9, n. 1, p. 44-55, 2012.

HONG, Y-L.; YEH, S-L.; CHANG, C-Y.; HU, M-L. Total Plasma Malondialdehyde Levels in 16 Taiwanese College Students Determined by Various Thiobarbituric Acid Tests and an Improved High-Performance Liquid Chromatography-based Method. **Clinical Biochemistry**, v. 33, n. 8, p. 619–625, 2000.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington (DC): National Academy Press, 2002.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes for Energy Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acid**. Washington, DC: National Academies Press, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. 523 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008/2009 – **Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: IBGE, p. 54-57, 2010.

INTERNATIONAL ZINC NUTRITION CONSULTATIVE GROUP. Assessment of the Risk of Zinc Deficiency in Populations. **Food and Nutrition Bulletin**, Boston, v. 25, n. 1, p. S130-S162, 2004.

INTERNATIONAL ZINC NUTRITION CONSULTATIVE GROUP. Conclusions of the Joint WHO/UNICEF/IAEA/IZiNCG Interagency Meeting on Zinc Status Indicators. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 28, n. 31, p. S480-S484, 2007.

INTERNATIONAL ZINC NUTRITION CONSULTATIVE GROUP. Systematic reviews of zinc intervention strategies. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 30, n. 1, p. S1-S184, 2009.

JAIME, P. C.; LATORRE, M. R. D. O.; FORNÉS, N. S.; ZERBINI, C. A. F. Comparative study among two methods for energy adjustment for nutrient intake. **Nutrire**, São Paulo, v. 26, n. único, p. 11-18, 2003.

JEZIERSKA-DRUTEL, A.; ROSENZWEIG, S. A.; NEUMANN, C. A. Role of Oxidative Stress and the Microenvironment in Breast Cancer Development and Progression. **Advances in Cancer Research**, New York, v. 119, p. 107–125, 2013.

JOMOVAA, K.; VALKO, M. Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. **Toxicology**, Amsterdam, v. 283, p. 2–3, p. 65–87, 2011.

KAWAMATA, H.; MANFREDI, G.; Import, maturation, and function of SOD1 and its copper chaperone CCS in the mitochondrial intermembrane space. **Antioxidants & Redox Signaling**, Larchmont, v. 13, n. 9, p. 1375-1384, 2010.

KAUR, G. et al. Alterations in lipid peroxidation and antioxidant status in pregnancy with preeclampsia. **Molecular and cellular biochemistry**, Haia, v. 313, n. 1-2, p. 37-44, 2008.

KELLY, N. R.; MAZZEO, S. E.; BEAN, M. K. Systematic Review of Dietary Interventions With College Students: Directions for Future Research and Practice. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, Hamilton, v. 45, n. 4, p. 304-313, 2013.

KHARE, M.; MOHANTY, C.; DAS, B. K.; JYOTI, A.; MUKHOPADHYAY, B.; MISHRA, S. P. Free radicals and antioxidant status in protein energy malnutrition. **International Journal of Pediatrics**, New York, v. 2014, p. 1-6, 2014.

KING, J. C. Assessment of zinc status. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 120, p. 1474–1479, 1990.

KING, J. C.; Zinc. In: SHILS, M. E.; SHIKE, M. **Modern Nutrition in Health and Disease**. 10 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006, p. 271-285.

KING, J. C. Zinc: an essential but elusive nutrient. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 94, Suplem. 2, p. 679s-684s, 2011.

KLÖPPEL, C. MICHELS, C.; ZIMMER, J.; HERRMANN, J. M.; RIEMER, J. In yeast redistribution of Sod1 to the mitochondrial intermembrane space provides protection against respiration derived oxidative stress. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, San Diego, v. 403, n. 1, p. 114-119, 2010.

LAILLOU, A.; PHAM, T. V.; TRAN, N. T.; LE, H. T.; WIERINGA, F.; ROHNER, F.; FORTIN, S.; LE, M. B.; TRAN, D. T.; MOENCH-PFANNER, R.; BERG, J. Micronutrient Deficits Are Still Public Health Issues among Women and Young Children in Vietnam. **Plos One**, v. 7, n. 4, p. e34906, 2012.

LAZAREVICH, I; IRIGOYEN-CAMACHO, M. E; VELÁZQUEZ-ALVA, M. C. Obesity, eating behaviour and mental health among university students in Mexico city. **Nutrición Hospitalaria**, v. 28, n. 6, p. 1892-99, 2013.

LI, K-K.; CONCEPCION, R. Y.; LEE, H.; CARDINAL, B. J.; EBBECK, V.; WOEKEL, E.; READDY, R. T. An Examination of Sex Differences in Relation to the Eating Habits and Nutrient Intakes of University Students. **Journal of nutrition education and behavior**, New York, v. 44, n. 3, p. 246-250, 2012.

LI, Y.; GUO, H.; WU, M.; LIU, M. Serum and dietary antioxidant status is associated with lower prevalence of the metabolic syndrome in a study in Shanghai, China. **Asia Pacific journal of clinical nutrition**, London, v. 22, n. 1, p. 60-68, 2013.

LITTLE, P. T.; BHATTACHARYA, R.; MOREYRA, A. E.; KORICHNEVA, I. L. Zinc and cardiovascular disease. **Nutrition**, Gateshead, v. 26, n. 11-12, p. 1050-1057, 2010.

LIU, H-H.; LIN, M-H.; LIU, P-C.; CHAN, C-I.; CHEN, H-L. Health risk assessment by measuring plasma malondialdehyde (MDA), urinary 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OH-dG) and DNA strand breakage following metal exposure in foundry workers. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 170, n. 2-3, p. 699–704, 2009.

LOCKITCH, G.; HALSTEAD, A. C.; WADSWORTH, O. L.; QUIGLEY, G.; RESTON, L.; JACOBSON, B. Age and sex-specific pediatric reference intervals and correlations for zinc, copper, selenium, iron, vitamins A and E, and related proteins. **Clinical chemistry**, Baltimore, v. 34, n. 8, p. 1625–8, 1988.

LOPES, P. A.; SANTOS, M. C.; VICENTE, L.; RODRIGUES, M. O.; PAVÃO, M. L.; NÈVE, J.; VIEGAS-CRESPO, A. M. Trace Element Status (Se, Cu, Zn) in Healthy Portuguese Subjects of Lisbon Population. **Biological Trace Element Research**, London, v. 101, n. 1, p. 1-17 2004.

LOWE N. M.; FEKETE, K.; DECSI, T. Methods of assessment of zinc status in humans: a systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 89, n. 6, p. 2040s-2051s, 2009.

MANZANARES, W.; DHALIWAL, R.; JIANG, X.; MURCH, L.; HEYLAND, D. K. Antioxidant micronutrients in the critically ill : a systematic review and meta-analysis. **Critical Care**, Philadelphia, v. 16, n. 2, p. R66, 2012.

MARET, W.; SANDSTEAD, H. H. Zinc requirements and the risks and benefits of zinc supplementation. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 20, n. 1, p. 3–18, 2006.

MILLER, L. V.; KREBS, N. F.; HAMBIDGE, K.M. Mathematical model of zinc absorption: effects of dietary calcium, protein and iron on zinc absorption. **The British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 109, n. 4, p. 695–700, 2013.

MOHAMMEDI, K.; MAIMAITIMING, S.; EMERY, N.; BELLILI-MUÑOZ, N.; ROUSSEL, R.; FUMERON, F.; HADJADJ, S.; MARRE, M.; VELHO, G. Allelic variations in superoxide dismutase-1 (SOD 1) gene are associate with increase risk of diabetic

nephropathy in type 1 diabetic subjects. **Molecular Genetics and Metabolism**, Orlando, v. 104, n. 4, p. 654-660, 2011.

MOHAMMAD, M. K.; ZHOU, Z.; CAVE, M.; BARVE, A.; McCLAIN, C. J.; Zinc and Liver disease. **Nutrition in clinical practice**, Baltimore, v. 27, n. 1, p. 8-20, 2012.

MONTEIRO, M. R. P; ANDRADE, M. L. O; ZANIRATI, V. F; SILVA, R. R. Hábito e consumo alimentar de estudantes do sexo feminino dos cursos de Nutrição e de Enfermagem de uma universidade pública brasileira. **Revista de APS**, v. 12, n. 3, p. 271-77, 2009.

MULLER, F.; SONG, W.; LIU, Y.; CHAUDHURI, A.; PIEKEDAHL, S.; STRONG, R.; HUANG, T.; EPSTEIN, C.; ROBERTSII, L.; CSETE, M., Absence of CuZn superoxide dismutase leads to elevated oxidative stress and acceleration of age-dependent skeletal muscle atrophy. **Free radical biology and medicine**, Oxford, v. 40, p. 1993–2004, 2006.

NEVES, A. L.; MOHAMMEDI, K.; EMERY, N.; ROUSSEL, R.; FUMERON, F.; MARRE, M.; VELHO, G. Allelic variations in superoxide dismutase-1 (SOD1) gene and renal and cardiovascular morbidity and mortality in type 2 diabetic subjects. **Molecular Genetics and Metabolism**, Orlando, v. 106, n. 3, p. 359-365, 2012.

OTEIZA, P. I. Zinc and the modulation of redox homeostasis. **Free radical biology and medicine**, Oxford, v. 53, n. 9, p. 1748-1759, 2012.

OUELLETTE, C. D.; YANG, M.; WANG, Y.; YU, C.; FERNANDEZ, M. L.; RODRIGUEZ, N. R.; CHUN, O. K. Assessment of Nutrient Adequacy with Supplement Use in a Sample of Healthy College Students. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 31, n.5, p. 301-310, 2014.

PAIXÃO, L. A; DIAS, R. M. R; PRADO, W. L. Estilo de vida e estado nutricional de universitários ingressantes em cursos da área de saúde do recife/PE. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 15, n. 3, p. 145-50, 2010.

PARGE, H. E.; HALLEWELL, R. A.; TAINER, J. A. Atomic structures of wild-type and thermostable mutant recombinant human Cu, Zn superoxide dismutase. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States**, Washington, DC, v. 89, n. 6, p. 6109-6113, 1992.

PÉREZ, Y. G.; PÉREZ, L. C. G.; NETTO, R. C. M.; LIMA, D. S. N.; LIMA, E. S. Malondialdeído e grupo sulfidríla como biomarcadores do estresse oxidativo em pacientes com lúpus eritematoso sistêmico. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 52, n. 4, p. 656-660, 2012.

PETRIBÚ, M. M. V; CABRAL, P. C; ARRUDA, I. K. G. Estado nutricional, consumo alimentar e risco cardiovascular: um estudo em universitários. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 6, p. 837-46, 2009.

PINAZO-DURÁN, M. D.; GÓMEZ-ULLA, F.; ARIAS, L.; ARAIZ, J.; CASAROLI-MARANO, R.; GALLEGO-PINAZO, R.; GARCÍA-MEDINA, J. J.; LÓPEZ-GÁLVEZ, M.

I.; MANZANAS, L.; SALAS, A.; ZAPATA, M.; DIAZ-LLOPIS, M.; GARCÍA-LAYANA, A. Do Nutritional Supplements Have a Role in Age Macular Degeneration Prevention? **Journal of ophthalmology**, New York, v. 2014, p. 1-15, 2014.

PODDAR, K. H; HOSIG, K. W; ANDERSON-BILL, E. S; NICKOLS-RICHARDSON, S. M; DUNCAN, S. E. Dairy Intake and Related Self-Regulation Improved in College Students Using Online Nutrition Education. **Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics**, v. 112, n. 12, p. 1976-86, 2012.

PRASAD, A. S. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. **Molecular medicine**, New York, v. 14, n. 5-6, p. 353-357, 2008.

PRASAD, A. S. Zinc: role in immunity, oxidative stress and chronic inflammation. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, London, v. 12, n. 6, p. 646–652, 2009.

PRASAD, A. S. Discovery of human zinc deficiency: 50 years later. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 26, n. 2-3, p. 66-69, 2012.

RAHAL, A.; KUMAR, A.; SINGH, V.; YADAV, B.; TIWARI, R.; CHAKRABORTY, S.; HAMA, K. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. **Bio Med Research International**, New York, v. p. 1-19, 2014,

RAHMAN, K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. **Clinical interventions in aging**, New Zealand, v. 2, n. 2, p. 219–236, 2007.

RANASINGHE, P.; JAYAWARDENA, R.; PIGERA, A.; KATULANDA, P.; CONSTANTINE, G. R.; GALAPPATHTHY, P. Zinc supplementation in pre-diabetes: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, London, v. 14, n. 52, p. 1-6, 2013.

REZAEI, Z.; JAMSHIDZADEH, A.; SANATI, E. A rapid and sensitive method for the determination of malondialdehyde as its hydralazine derivative in human plasma using high performance liquid chromatography. **Analytical Methods**, v. 5, p. 2995-2999, 2013.

RÍSPOLI, L. T.; TARRAGÓN, A. V.; PRADO, A. V.; TORMO, G. S.; ISMAIL, A. M.; PUCHOL, V. G. Estrés oxidativo; estudio comparativo entre un grupo de población normal y un grupo de población obesa mórbida. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 28, n. 3, p 671-675, 2013.

RODRIGUEZ, M. P.; NARIZANO, A.; DEMCZYLO, V.; CID, A. A simple method for determination of zinc human plasma levels by flame atomic absorption spectrophotometry. **Atomic Spectroscopy**, v. 10, n. 2, p. 68-70, 1989.

ROMAÑA, D. L. DE; OLIVARES, M.; UAUY, R.; ARAYA, M. Risks and benefits of copper in light of new insights of copper homeostasis. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 25, n. 1, p. 3-13, 2011.

RÜKGAUER, M.; NEUGEBAUER, R. J.; PLECKO, T. The relation between selenium, zinc and copper concentration and the trace element dependent antioxidative status. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 15, p. 73-78, 2001.

SAMMAN, S. Zinc. **Nutrition and Dietetics**, Austrália, v. 64, n. 2, p. 131-134, 2007.

SAPER, R. B.; RASH, R. Zinc: An Essential Micronutrient. **American Family Physician**, Kansas City, v. 79, n. 9, p. 1-10, 2010.

SERAFINI, M. The role of antioxidants in disease prevention. **Medicine**, New York, v. 34, n. 12, p. 533–535, 2006.

SFAR, S.; JAWED, A.; BRAHAMC, H.; AMOR, S.; LAPORTE, F.; KERKENI, A. Zinc, copper and antioxidant enzyme activities in healthy elderly Tunisian subjects. **Experimental Gerontology**, Tarrytown, v. 44, n. 12, p. 812–817, 2009.

SILVA, B. G. **Estado nutricional relativo ao zinco de pacientes com artrite reumatoide e sua relação com o estresse oxidativo e o polimorfismo Arg213Gli no gene da superóxido dismutase 3**. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) –Universidade de São Paulo.

SIYAME, E. W. P.; HURST, R.; WAWER, A. A.; YOUNG, S. D.; BROADLEY, M. R.; CHILIMBA, A. D. C.; ANDER, L. E.; WATTS, M. J.; CHILIMA, B.; GONDWE, J.; KANG'OMBE, D.; KALIMBIRA, A.; FAIRWEATHER-TAIT, S. J.; BAILEY, K. B.; GIBSON, R. S. A High Prevalence of Zinc- but not Iron-Deficiency among Women in Rural Malawi: a Cross-Sectional Study. **International journal for vitamin and nutrition research**, Bern, v. 83, n. 3, 176 – 187, 2013.

SLATER, B.; MARCHIONI, D. L.; FISBERG, R. M. Estimando a prevalência da ingestão inadequada de nutrientes. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 599-605, 2004.

SMALL, D. M.; COOMBES, J. S.; BENNETT, N.; JOHNSON; D. W.; GOBE, G. C. Oxidative stress, anti-oxidant therapies and chronic kidney disease. **Nephrology**, Australia, v. 17, n. 4, p. 311–321, 2012.

SOLOMONS, N. W. The importance of dietary and environmental zinc for human health can be ignored only at significant peril to child well-being throughout the world. **Annal of Nutrition and Metabolism**, Basel, v. 62, suplement. 1, p. 8-17, 2013.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4 ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

TOMAT, A. L.; COSTA, M. DE LOS Á.; ARRANZ, C. T. Zinc restriction during different periods of life: Influence in renal and cardiovascular diseases. **Nutrition**, Gateshead, v. 27, n. 4, p. 392-398, 2011.

VALKO, M.; RHODES, C. J.; MONCOL, J.; IZAKOVIC, M.; MAZUR, M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-Biological Interactions**, Amsterdam, v. 160, n. 1, p.1-40, 2006.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M. T. D.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, London, v. 39, n. 1, p. 44–84, 2007.

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

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. S.; KUBOTA, L. T. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1323-1328, 2007.

VASILAKI, A.; MANSOURI, A.; REMMEN, H. V.; MEULEN, J. H. V.; LARKIN, L.; RICHARDSON, A. G.; McARDLE, A.; FAULKNER, J. A.; JACKSON, M. J. Free radical generation by skeletal muscle of adult and old mice: effect of contractile activity. **Aging Cell**, Malden, v. 5, n. 11, p. 109-117, 2006.

VITALE, G.; SALVIOLI, S.; FRANCESCHI, C. Oxidative stress and the ageing endocrine system. **Nature reviews, Endocrinology**, London, v. 9, n. 4, p. 228-240, 2013.

VURAL, H.; DEMIRIN, H.; KARA, Y.; EREN, I.; DELIBAS, N. Alterations of plasma magnesium, copper, zinc, iron and selenium concentrations and some related erythrocyte antioxidant enzyme activities in patients with Alzheimer's disease. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, Stuttgart, v. 24, n.3, p. 169–173, 2010.

WANG, Y.; CHUN, O. K.; SONG, W. O. Plasma and dietary antioxidant status as cardiovascular disease risk factors: a review of human studies. **Nutrients**, Basel, v. 5, n. 8, p. 2969-3004, 2013.

WHITAKER, P. Iron and zinc interactions in humans. **The American journal of clinical nutrition**, Bethesda, v. 68, p. 442S-446S, 1998.

WILLETT, W.; STAMPFER, M. J. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 124, n. 1, p. 17-27, 1986.

WILLETT, W. C.; HOWE, G. R.; KUSHI, L. H. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 65, suppl4, p.1220-1228, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. **Technical report series**, Geneva, n.894, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Waist Circumference and Waist–Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation**. Geneva, 2008.

WU, J. Q.; KOSTEN, T. R.; ZHANG, X. Y. Free radicals, antioxidant defense systems, and schizophrenia. **Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry**, New York, v. 46, n. 6, p. 200-206, 2013.

YAO, J. K.; KESHAVAN, M. S. Antioxidants, redox signaling, and pathophysiology in schizo-phrenia: an integrative view. **Antioxidants and redox signaling**, Larchmont, v. 15, n. 7, p. 2011–2035, 2011.

YASUDA, D.; TAKAHASHI, K.; OHE, T.; NAKAMURA, S.; MASHINO, T. Antioxidant activities of 5-hydroxyoxindole and its 3-hydroxy-3-phenacyl derivatives: the suppression of lipid peroxidation and intracellular oxidative stress. **Bioorganic & medicinal chemistry**, New York, v. 21, n. 24, p. 7709-7714, 2013.

YUBERO-SERRANO, E. M.; DELGADO-LISTA, J.; PEÑA-ORIHUELA, P.; PEREZ-MARTINEZ, P.; FUENTES, F.; MARIN, C.; TUNEZ, I.; TINAHONES, F. J.; PEREZ-JIMENEZ, F.; ROCHE, H. M.; LOPEZ-MIRANDA, J. Oxidative stress is associated with the number of components of metabolic syndrome: LIPGENE study. **Experimental & molecular medicine**, Seoul, v. 45, n. 4, p. 1-7, 2013.

ZHENG, J.; RAUTIAINEN, S.; MORGENSTERN, R.; WOLK, A. Relationship between plasma carotenoids, fruit and vegetable intake, and plasma extracellular superoxide dismutase activity in women: different in health and disease? **Antioxidants & Redox Signaling**, Larchmont, v. 14, n. 1, p. 9-14, 2011.

Apêndices

APÊNDICE A - FICHA CLÍNICA DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA



Projeto: Estado nutricional relativo ao selênio, zinco e cobre e a influência do polimorfismo pro198leu na atividade da enzima glutatona peroxidase em uma população saudável da cidade de Teresina/PI



Ficha Clínica

Nº: _____

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

Data de Nascimento: ____/____/____ Data da Avaliação: ____/____/____

Idade: _____ Sexo: () F () M

Naturalidade: _____

Qual a origem da sua família?

- () africana () européia () norte - americana
 () asiática () sul - americana

Renda Familiar:

- () < 1 SM () 1 | - 2 SM () 2 | - 3 SM
 () 3 | - 4 SM () 4 | - 5 SM () > 5 SM

Vínculo com a UFPI:

- () Docente () Técnico administrativo () Terceirizado () Discente

Obs.: Se você marcou a opção "docente", informar há quanto tempo está nesta posição:

Obs.: Se você marcou a opção "discente", informar curso, matrícula e período:

Escolaridade:

- () Analfabeto
 () Ensino Fundamental Incompleto () Ensino Fundamental Completo
 () Ensino Médio Incompleto () Ensino Médio Completo
 () Ensino Superior Incompleto () Ensino Superior Completo
 () Pós-graduando - Mestrado () Pós-graduando - Doutorado

Dados clínicos - Antecedentes familiares:

Obesidade: Não () Sim () grau de parentesco: _____

Hipertensão arterial: Não () Sim () grau de parentesco: _____

Diabetes mellitus: Não () Sim () grau de parentesco: _____

Doença cardiovascular: Não () Sim () grau de parentesco: _____

Dislipidemia: Não () Sim () grau de parentesco: _____

Câncer: Não () Sim () grau de parentesco: _____

Se sim, qual o tipo: _____

Você está usando algum medicamento no momento? () Sim () Não

Se sim, qual: _____

Possui alergia alimentar? SIM () NÃO ()

Prática de exercício físico:

Não () Sim (). Se sim, qual o tipo de exercício você faz: _____

Quantas vezes por semana:

() < 1 () 1 | 2 () 2 | 3 () 3 | 4

() 4 | 5 () 5 | 6 () todos os dias

Quanto tempo você costuma se exercitar:

() 30 min () 45 min () 1h () 1h30 () 2h () > 2h

Hábito de fumar

() Sim () Não Se sim, quantos cigarros por dia? _____

Há quanto tempo você fuma? _____

Hábito de beber

() Sim () Não

Se sim, o que você costuma beber? _____

Quantas vezes por semana:

() < 1 () 1 | 2 () 2 | 3 () 3 | 4

() 4 | 5 () 5 | 6 () todos os dias

Quantidade que bebe:

() 1 copo () 2 copos () 3 copos () 4 copos () 5 ou mais

DADOS ANTROPOMÉTRICOS

VARIÁVEL	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MÉDIA
Peso (Kg)				
Estatura (cm)				
IMC (Kg/m ²)				
CC (cm)				
Bioimpedância	Medida			
Resistência				
Reactância				
% massa magra				
% massa gorda				
TMB				
% água corporal				

UTILIZAÇÃO DO RU

a) No semestre anterior (2012), com que frequência você almoçou e jantou no RU? (Assinale com um X).

	2ª FEIRA	3ª FEIRA	4ª FEIRA	5ª FEIRA	6ª FEIRA	SÁBADO
ALMOÇO						
JANTAR						

b) Consome diariamente a salada oferecida nas refeições do RU? SIM () NÃO ()

c) Consome diariamente a fruta oferecida nas refeições do RU? SIM () NÃO ()

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

1. Informações do Sujeito da Pesquisa

Nome:			
Documento de Identidade nº:		Sexo: ()M ()F	
Data de Nascimento: / /			
Endereço:		Nº	Complemento:
Bairro:	Cidade:		Estado:
CEP:	Telefones:		

2. Informações do Responsável Legal

Nome:			
Documento de Identidade nº:		Sexo: ()M ()F	
Data de Nascimento: / /			
Endereço:		Nº	Complemento:
Bairro:	Cidade:		Estado:
CEP:	Telefones:		

3. Título do Projeto de Pesquisa: Estado nutricional relativo ao selênio e a influência do polimorfismo pro198leu na atividade da enzima glutathiona peroxidase em uma população saudável da cidade de Teresina/PI	
4. Duração da Pesquisa: 1 semana	
5. Nome do pesquisador responsável: Silvia Maria Franciscato Cozzolino	
Cargo/ Função: Professora Titular	Nº do Registro do Conselho Regional: CRN 0621
Instituição: Universidade de São Paulo/ Faculdade de Ciências Farmacêuticas/ Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental	

Caro Senhor(a), vimos por meio deste convidá-lo a participar como voluntário da pesquisa intitulada "**Estado nutricional relativo ao selênio e a influência do polimorfismo pro198leu na atividade da enzima glutathiona peroxidase em uma população saudável da cidade de Teresina/PI**". Este estudo está sendo conduzido pela nutricionista e aluna de doutorado em Ciências dos Alimentos, Kaluce Gonçalves de Sousa Almondes, sob a orientação da Profa. Dra. Silvia Maria Franciscato Cozzolino (pesquisadora responsável pela pesquisa), da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP, e da colaboração das Profas Dras. Nadir do Nascimento Nogueira e Dilina do Nascimento Marreiro, do Departamento de Nutrição da UFPI. Sua participação terá duração estimada de no máximo uma semana e, esta pesquisa é considerada de risco mínimo.

Uma alimentação saudável deve conter todos os nutrientes indispensáveis ao bom funcionamento do organismo. Um destes nutrientes é o selênio, um mineral que participa da estrutura de substâncias antioxidantes como a enzima glutathiona peroxidase e ajuda a combater a presença de substâncias ruins ao organismo que levam ao surgimento de doenças crônicas não transmissíveis como câncer, diabetes, artrite, doenças cardiovasculares, respiratórias e mentais. O selênio pode ser encontrado em alimentos como castanha-do-Brasil, nozes, peixes, carnes bovinas e de aves, feijão, arroz e pão. Por meio desta pesquisa será possível verificar as quantidades desse mineral no sangue e na urina dos participantes e se a alimentação está adequada. Além disso, será possível avaliar o equilíbrio entre as substâncias boas (glutathiona peroxidase, superóxido dismutase, vitamina E, zinco e cobre) e ruins (malondialdeído, 8-isoprostanos e 8-oxo-deoxiguanosina) ao corpo e conhecer a

capacidade total do seu organismo em combater estas substâncias ruins (capacidade total antioxidante). Além disso, será possível saber se, havendo algum desequilíbrio entre estas, isso seria dependente de características individuais como, por exemplo, se o indivíduo possui algum polimorfismo, ou seja, alguma alteração genética no DNA da enzima que estamos pesquisando que é a glutathiona peroxidase 1 e também a superóxido dismutase 1 e 3. Também será feita a avaliação dos seus níveis de colesterol. Ao final da pesquisa, os resultados serão entregues e os participantes serão orientados quanto à alimentação.

Durante a pesquisa, será realizada uma coleta de sangue (30mL) com profissional habilitado que utilizará material estéril. A coleta deverá ser realizada antes do café da manhã (jejum de 12 hs) no Laboratório de Nutrição Experimental do Departamento de Nutrição da UFPI. Além disso, será necessário coletar e armazenar toda a urina de um dia inteiro, em um frasco que será fornecido. Este frasco deverá ser mantido em geladeira e entregue no mesmo setor quando terminar de coletar a urina. O participante precisará, ainda, informar sobre sua alimentação anotando tudo o que comeu durante três dias aleatórios de uma semana, em um formulário que será fornecido para que o leve para sua casa. A anotação deverá ser feita durante dois dias inteiros do meio da semana e um dia do final da semana. O formulário deverá ser entregue no mesmo dia da entrega da urina. Também serão feitas medidas de peso, altura e um teste de bioimpedância elétrica, que consiste na passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade pelo seu corpo para avaliação da distribuição da gordura. Neste teste, o participante permanecerá deitado em uma maca e serão colocados eletrodos nas mãos e nos pés. Será uma medida rápida, não invasiva e normalmente não causa dores ou desconfortos, o que dependerá da sensibilidade do participante.

Os desconfortos e riscos da pesquisa são mínimos. O participante poderá sentir tonturas por estar em jejum para fazer o exame e leve dor devido à picada da agulha durante a coleta do sangue. Poderá também surgir uma mancha um pouco arroxeadada no local da picada. Porém, o exame será feito, por uma pessoa experiente, e depois da coleta, o participante receberá um lanche, o que minimizará ainda mais estes riscos ou desconfortos.

Em qualquer etapa do estudo, o participante, seja ele aluno ou funcionário ligado ou não ao Departamento de Nutrição da UFPI, terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para ter informações sobre a mesma, seja por telefone ou e-mail descritos no final deste termo ou mesmo pessoalmente durante o período das coletas ou ao final das coletas se dirigindo aos endereços indicados também no final deste termo. A participação no estudo não acarretará custos ao participante e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional, porém em caso de haver gastos com transporte e/ou alimentação, e o participante não puder pagar, poderá ser oferecida a quantia referente a estes gastos, com recursos próprios do pesquisador. Os resultados desta pesquisa serão divulgados apenas em revistas e congressos científicos, e o nome e identidade do participante serão mantidos em segredo. O participante poderá desistir do estudo a qualquer momento, sem nenhum constrangimento, e sem nenhum prejuízo a continuidade dos seus estudos ou trabalho na universidade.

Caso você também permita, suas amostras serão armazenadas sob minha responsabilidade no Laboratório de Nutrição Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da

Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP e, possivelmente, serão utilizadas para novas pesquisas. Se isso for necessário, um novo projeto será submetido ao Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP e você será consultado antes de iniciarmos qualquer novo estudo. Em qualquer momento que desejar, manifestando-se por escrito, você poderá retirar seu consentimento para que utilizemos o seu material biológico sem quaisquer gastos ou prejuízos. E, a partir do momento que finalizemos a pesquisa com suas amostras armazenadas ou que elas sejam destruídas, você será informado.

AUTORIZAÇÃO PARA ARMAZENAMENTO DE MATERIAL BIOLÓGICO

O seu material biológico poderá ser utilizado para pesquisas incluindo outros minerais, marcadores de estresse oxidativo, alterações genéticas no DNA ou expressão gênica relacionados aos minerais selênio, zinco e cobre.

Você permite que a urina, o sangue coletado e o DNA sejam armazenados sob minha responsabilidade:

sim não

Escolha uma das opções abaixo:

Permito a utilização do meu material biológico para novas pesquisas sem que haja necessidade de um novo TCLE

Permito a utilização do meu material biológico para novas pesquisas mediante um novo TCLE.

Consentimento Pós-Esclarecido:

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

Obs: O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE deve ser rubricado em todas as folhas, pelo sujeito da pesquisa ou responsável legal e pelo pesquisador responsável, constando as assinaturas na última página. Uma via deverá ser entregue ao sujeito da pesquisa e outra via ficará com o pesquisador responsável que guardará este termo por 5 (cinco) anos.

São Paulo, ___ de _____ de _____.

Assinatura do sujeito de pesquisa

Assinatura do pesquisador responsável

Em caso de dúvidas sobre esta pesquisa ou se houver intercorrências clínicas entrar em contato com:

Silvia Maria Franciscato Cozzolino - responsável pela pesquisa - (11) 3091-3509

Kaluze Gonçalves de Sousa Almondes - doutoranda colaboradora - (11) 6720 3261/(11) 8203 0824

Endereço: Universidade de São Paulo - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Bloco 14 - Av. Prof.

Lineu Prestes, 580 – CEP: 05508-900 São Paulo - SP

Nadir do Nascimento Nogueira - professora colaboradora - Departamento de Nutrição da UFPI - (86) - 3215- 5863

Dilina do Nascimento Marreiro - professora colaboradora - Departamento de Nutrição da UFPI - - (86) - 3215- 5863

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Departamento de Nutrição da UFPI - Bairro Ininga - Teresina - PI - CEP: 64049-550

Emails: Silvia Cozzolino - smfcozzo@usp.br; Kaluce Almondes - kaluce@usp.br; Nadir Nogueira - nadirn@uol.com.br; Dilina Marreiro - dilina.marreiro@gmail.com

Para qualquer questão, dúvida, esclarecimento ou reclamação sobre aspectos éticos dessa pesquisa, favor entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo – Av. Prof. Lineu Prestes, 580 - Bloco 13A – Butantã – São Paulo – CEP 05508-900. Fone: 3091-3622, fone-fax: 3091-3677 – e-mail: cepfcf@usp.br

APÊNDICE C - REGISTRO ALIMENTAR

UFPI

Projeto: Estado nutricional relativo ao selênio, zinco e cobre e a influência do polimorfismo pro198leu na atividade da enzima glutathiona peroxidase em uma população saudável da cidade de Teresina/PI

USP

ORIENTAÇÕES SOBRE COMO PREENCHER O REGISTRO ALIMENTAR

Este texto irá esclarecer algumas das suas dúvidas sobre como preencher o registro alimentar de 3 dias.

1- A primeira coisa muito importante é o **dia** de preencher. É fundamental que você escolha dois dias da semana **alternados** (de segunda a sexta) que representem sua **dieta habitual**. Por exemplo, se você for num barzinho na quarta-feira de última hora, é melhor escolher outro dia. No final de semana sei que é mais difícil fazer sempre a mesma coisa, mas se você costuma almoçar na casa da avó aos domingos, seria interessante escolher este dia. Anote o DIA DA SEMANA na parte superior da folha;

2- Procure anotar o HORÁRIO certo em que você realiza suas refeições;

3- Anote na coluna REFEIÇÃO se é café da manhã, almoço, lanche, etc...

4- Anote a **marca dos alimentos** industrializados olhando a embalagem do produto;

5- Fique atento também para o **tipo de preparação**. Por exemplo, não anote apenas "um pedaço de bife" e sim "1/2 bife médio frito". Sei que é mais chato fazer assim, mas é importante que eu saiba o tipo de preparação porque as calorias mudam muito de uma pra outra;

6- O mais difícil é estimar o **tamanho das porções** para colocar na coluna de MEDIDAS CASEIRAS, mas abaixo há um **quadro com as medidas caseiras** para ajudar. A ideia é você anotar assim: "2 colheres de sopa rasa de farofa pronta" e não apenas "2 colheres de farofa". Eu preciso saber qual o tipo de colher porque a quantidade de alimento varia muito de uma colher de sopa para uma colher de servir. Isso serve também para os copos e xícaras.

7- Se você tiver muita dificuldade em estimar as medidas caseiras, pode anotar o **peso** direto. Por exemplo, "1 caixinha de toddynho" pode virar "200ml de toddynho". Sem problemas.

8- Nas saladas e verduras vai ser mais difícil anotar com exatidão as quantidades. Eu entendo perfeitamente, mesmo porque a nutrição não é uma ciência exata. Normalmente a gente mistura tudo pra ficar gostoso. Nesse caso, anote as **quantidades de todos os ingredientes** da salada, e também se é refogada ou crua.

9- Não se esqueça de anotar as **guloseimas**, como balas, chicletes, pirulitos, etc...

10- Não desista! São apenas 3 dias!

Quadro de Medidas Caseiras	
COLHERES	COPOS E XÍCARAS
café rasa	americano cheio
café cheia	americano normal
chá rasa	requeijão cheio
chá cheia	requeijão normal
sobremesa rasa	café cheia
sobremesa cheia	café normal
sopa rasa	chá cheia
sopa cheia	chá normal
arroz ou servir rasa	caneca cheia
arroz ou servir cheia	caneca normal
ESCUMADEIRAS e CONCHAS	PRATOS
pequena rasa	pires de café raso
pequena cheia	pires de café cheio
média rasa	pires de chá raso
média cheia	pires de chá cheio
grande rasa	sobremesa raso
grande cheia	sobremesa cheio
	prato raso
	prato fundo
	tijelinha para sobremesa

Medidas Caseiras



Medidas Caseiras



Anexo

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA/USP

FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estado nutricional relativo ao selênio e a influência do polimorfismo pro198leu na atividade da enzima glutatona peroxidase em uma população saudável da cidade de Teresina/PI.

Pesquisador: Sílvia Maria Franciscato Cozzolino

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 03935412.1.0000.0067

Instituição Proponente: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 158.233

Data da Relatoria: 26/11/2012

Apresentação do Projeto:

O selênio (Se) é um mineral traço essencial na biologia humana. Participa no processo de defesa antioxidante atuando como selenoproteínas. A concentração de selênio nos alimentos depende do conteúdo do mineral no solo o que pode influenciar as concentrações sanguíneas dos indivíduos, explicando as diferenças no status do mineral em diferentes países. A glutatona peroxidase (GPx), enzima que possui selênio em sua estrutura, faz parte do sistema enzimático antioxidante e apresenta como isoforma intracelular citosólica mais abundante a GPx1. A determinação da atividade da GPx é uma forma de avaliação do status de Se, mas sua funcionalidade pode ser alterada de acordo com a concentração do mineral no organismo ou pela presença de polimorfismos genéticos que alteram sua estrutura. Em estudos de avaliação de Se é importante que sejam considerados o grau de estresse oxidativo que os indivíduos podem estar submetidos, visto que as propriedades antioxidantes do Se são exercidas por meio das selenoproteínas, as quais estão sujeitas a variações genéticas. A inexistência de uma faixa de referência nacional para o status de Se dificulta o diagnóstico de deficiência do mineral em estudos populacionais brasileiros.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o estado nutricional relativo ao selênio e a influência do polimorfismo pro198leu na atividade da enzima glutatona peroxidase em uma população saudável da cidade de Teresina/PI.

Endereço: Av. Profª Lineu Prestes, nº 580 - Bloco 17 -
Bairro: superior - Butantã **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3785 **Fax:** (11)3091-3677 **E-mail:** cepfcf@usp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Está prevista a participação de 300 indivíduos saudáveis selecionados na Universidade Federal do Piauí (UFPI), entre alunos, funcionários e visitantes. Os participantes serão submetidos a uma coleta de 20mL de sangue em jejum. A urina deverá ser coletada durante 24 horas para determinação de Se, Zn, Cu nos compartimentos biológicos, marcadores de estresse oxidativo e de polimorfismos das enzimas antioxidantes. Será realizada avaliação antropométrica na qual serão pesados e medidos, e também serão submetidos a uma avaliação de bioimpedância elétrica para aferição da gordura corporal. Uma avaliação dietética (três registros alimentares) será realizada para obtenção de informações sobre o consumo alimentar de Se, Zn, Cu, α -tocoferol e macronutrientes. O risco é mínimo e os participantes conhecerão o seu estado nutricional de selênio, a possível alteração no DNA das enzimas dependentes de selênio e o seu estado de estresse oxidativo. Terão uma avaliação nutricional e orientações sobre a dieta e receberão um relatório dos resultados ao final da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não é um estudo multicêntrico. Não haverá envio de material biológico para o exterior. Está previsto o armazenamento das amostras visando formação de banco de material biológico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto foi alterado e o TCLE foi reelaborado. As exigências éticas foram atendidas.

Recomendações:

Nenhuma recomendação se faz necessária.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto encontra-se em condições de ser aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP/FCF em reunião de 26/11/12 aprovou o adendo referente ao presente estudo.

Endereço: Av. Profº Lineu Prestes, nº 580 - Bloco 17 -
Bairro: superior - Butantã CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3785 Fax: (11)3091-3677 E-mail: cepfcf@usp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



SAO PAULO, 29 de Novembro de 2012

Assinador por:
Cristina Helena dos Reis Serra
(Coordenador)