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

Efeito da suplementação com castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.) no estado nutricional de praticantes de capoeira em relação ao selênio

Vanessa Fernandes Coutinho

Tese para obtenção do grau de
DOUTOR

Orientador:
Profa. Dra. Silvia M. F. Cozzolino

São Paulo
2003

Vanessa Fernandes Coutinho

Efeito da suplementação com castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.) no estado nutricional de praticantes de capoeira em relação ao selênio

Comissão Julgadora
da
Tese para obtenção do grau de Doutor

Profa. Dra. Silvia Maria Franciscato Cozzolino
orientador/presidente

1º. examinador

2º. examinador

3º. examinador

4º. examinador

São Paulo, _____ de _____.

DEDALUS - Acervo - CQ

30100006118

Ficha Catalográfica

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

Coutinho, Vanessa Fernandes

C817e Efeito da suplementação com castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.) no estado nutricional de praticantes de capoeira em relação ao selênio / Vanessa Fernandes Coutinho. -- São Paulo, 2003.
176p.

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

Orientador: Cozzolino, Silvia Maria Franciscato

1. Selênio : Avaliação nutricional : Ciência dos alimentos
2. Castanha-do-brasil : Ciência dos alimentos 3. Esporte :
Nutrição 4. Metabolismo mineral : Fisiologia humana I. T.
II. Cozzolino, Silvia Maria Franciscato, orientador.

641.17 CDD

AGRADECIMENTOS

IN MEMORIUM

Orlando Fernandes Coutinho

Clara Veiga de Andrade

O destino é um maestro brincalhão que às vezes nos permite acreditar que sozinhos podemos dominar a partitura da vida. O fato é que o som de suas presenças, trouxe mais musicalidade ao sentido da minha existência. Sempre, seremos parte de uma divina composição, no doce som de uma lágrima ou nas cores sólidas do sorriso das nossas lembranças! Abenção paizinho e vizinha!

A minha melhor amiga,

À mulher mais corajosa, feminina e bela que conheço,

Ao seu amor, a nossa história, dores e delícias.

Você me buscou na escuridão e “renascer” com você, foi um verdadeiro privilégio.

Deus me presenteou por ser você a minha MÃE!

Obrigada pela cumplicidade e amor incondicional!

Mas bah tchê: Eu tenho um baita amor por ti!!

A Você !

Que tornou possível a dinâmica de uma ação, pois me ensinou que tão importante quanto sonhar, agir ,faz uma grande diferença. Que me ajudou a acreditar, a realizar e a prosperar. Que me acompanhou e auxiliou. Como você participou? Pelas suas próprias ações! Não importa se não era essa a intenção, se houve dualidade entre a emoção ou razão, se a motivação foi inspirada pela presença ou pela falta de amor... Existe uma tênue linha que discrimina o afeto .

Na verdade, todos somos “estimuladores” em um meio e você vivenciou comigo a vida. Todos somos responsáveis e mais importante do que a nossa “amostragem” é o mais significativo de todos os experimentos, conduzido pelo divino maestro-

apaixonadamente e humildemente VIVER!

Carinhosamente, obrigada!

INDÍCE GERAL

I - INTRODUÇÃO	Página: 01
II – OBJETIVOS	Página: 03
III - REVISÃO DA LITERATURA	Página: 04
IV – CASUÍSTICA E MÉTODO	Página: 52
V - RESULTADOS	Página: 82
VI – DISCUSSÃO	Página: 112
VII – CONCLUSÕES	Página: 144
VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Página: 145
IX - ANEXOS	Página: 165

LISTA DAS PRINCIPAIS ABREVIATURAS

a) Glutathionas:

GPx	Glutathiona peroxidase
GR	Glutathiona redutase
CGPx	GPx celular
EGPX	GPx extracelular
GSH	Glutathiona
GssG	Glutathiona oxidada
GSSGr	Glutathiona redutase
PGPX	GPx plasmática
PLGPx	Fosfolípide Hidroperóxido Glutathiona Peroxidase

b) Selenoproteína:

SePtn	Selenoproteína
SePtn P	Selenoproteína P

c) Selenoaminoácidos:

SeAA	Selenoaminoácidos
SeCis	Selenocisteína
SeMet	Selenometionina

d) Selenoenzimas:

5'DI	Iodotironina 5'-deiodinase
------	----------------------------

e) Enzimas Antioxidantes e afins:

CAT	Catalase
SOD	Superóxido dismutase
RL	Radical livre
EROS	Espécies reativas de oxigênio

f) Indicadoras Dietéticos:

Kcal	Quilo caloria
VET	Valor energético total
CH	Carboidrato
LIP	Lipídio
PTN	Proteína
Vit. C	Vitamina C
Vit. E	Vitamina E
PUFAs	Ácidos graxos polinsaturados
DRI	Ingestão dietética de referência
EAR	Estimativa média de ingestão
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level (A ingestão mais baixa na qual um efeito adverso tenha sido observado)
NOAEL	No Observed Adverse Effect (Maior nível de ingestão que não resulta em efeito adverso observado)
UL	Tolerable Upper Intake Level (Limite Máximo tolerável de maior ingestão)
CB	Castanha-do-brasil ou castanhas-do-brasil

g) Outros

T3	Triiodotironina
T4	Tiroxina
IMC	Índice massa corporal
CV	Coeficiente de variação

SUMÁRIO	Pág.
I - INTRODUÇÃO	1
II - OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III - REVISÃO DA LITERATURA	4
3.1 CASTANHA-DO-BRASIL	4
3.2 CAPOEIRA	7
3.3 SELÊNIO	13
DETERMINAÇÃO DE Se	16
CONCENTRAÇÃO DE Se NO SOLO	17
ALIMENTOS	19
PROCESSAMENTO	20
INGESTÃO	21
RECOMENDAÇÕES DIETÉTICAS	25
BIODISPONIBILIDADE	27
IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA DO Se	30
<i>TOXICIDADE</i>	30
<i>DEFICIÊNCIA</i>	31
AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DOS INDIVÍDUOS EM RELAÇÃO AO Se	34
METABOLISMO	35
SELENOPROTEÍNAS	39
SISTEMA ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE FÍSICA	43
SUPLEMENTAÇÃO	47
IV - CASUÍSTICA E MÉTODO	52
4.1 ESQUEMA DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL	52
4.1.2 ESQUEMA DA INTERVENÇÃO – SUPLEMENTAÇÃO E COLETA DE SANGUE VENOSO E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	53
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO	54
4.2.1 QUESTIONÁRIO APLICADO PARA AVERIGUAR AS CARACTERÍSTICAS SOCIAIS E OBSERVAR OS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	54
4.2.2. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL	55
4.2.2.1 AVALIAÇÃO LABORATORIAL (BIOQUÍMICA)	55
4.2.2.2 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	57
<i>ESPESSURA DO TECIDO SUBCUTÂNEO (DOBRAS CUTÂNEAS)</i>	57
<i>ÍNDICE DE MASSA CORPORAL</i>	61
4.2.2.3 AVALIAÇÃO DIETÉTICA	62

<i>AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR</i>	62
<i>ADEQUAÇÃO DA DIETA</i>	64
4.2.3. CARACTERÍSTICAS DO TREINAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONDICIONAMENTO FÍSICO	65
4.2.3.1 GRADUAÇÃO, TEMPO MÉDIO RELATIVO AO TREINAMENTO E PERMANÊNCIA NA RODA DE CAPOEIRA	65
4.2.3.2 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO	66
4.2.3.3 AVALIAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – PREDIÇÃO DO VO ₂ MÁXIMO (Máx.)	66
4.3 SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO	68
4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA-DO-BRASIL	69
4.4.1 UMIDADE	70
4.4.2 CINZA	70
4.4.1 PROTEÍNAS	70
4.4.4 FRAÇÃO LIPÍDICA (EXTRATO ETÉREO)	70
4.4.5 FIBRA (FIBRA DETERGENTE NEUTRO)	70
4.4.6 FRAÇÃO NIFEXT (CARBOIDRATOS)	71
4. 5 PROCEDIMENTO DE COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES BIOQUÍMICAS	71
4. 5. 1 SANGUE	71
4. 5. 2 UNHAS	72
4. 6 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SELÊNIO	73
4. 6. 1 MANIPULAÇÃO DO MATERIAL	73
4. 6. 2 REAGENTES	73
4. 6. 3 PADRÃO DE REFERÊNCIA	73
4. 6.4 VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se NO MATERIAL BIOLÓGICO E NA CASTANHA DO BRASIL	73
4. 6. 5 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE Se NO MATERIAL BIOLÓGICO	74
4. 6. 6 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se NAS CASTANHAS- DO-BRASIL	76
4. 7 ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GLUTATIONA PEROXIDASE	76
4. 7.1 PREPARO DO MATERIAL E REAGENTES	76
4. 7.2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA	77
4. 7.3 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA NA MASSA ERITROCITÁRIA	79
4. 7.4 DETERMINAÇÃO DAS PROTEÍNAS TOTAIS NO PLASMA	79

4.8 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	79
4.9 DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO	79
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	80
V – RESULTADOS	82
5. 1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA POPULAÇÃO PRATICANTE DE CAPOEIRA	82
5. 1. 1 CARACTERÍSTICAS SOCIAIS	82
5. 1.2 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL	84
5.1.2.1 AVALIAÇÃO LABORATORIAL (BIOQUÍMICA)	84
ANÁLISE DO ERITROGRAMA (HEMOGRAMA) DOS CAPOEIRISTAS	84
ANÁLISE DO LEUCOGRAMA DOS CAPOEIRISTAS	85
5.1.2.2 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	86
PESO – ALTURA - IDADE	86
ESPESSURA DO TECIDO SUBCUTÂNEO (DOBRAS CUTÂNEAS)	86
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL	87
5.1.2.3 AVALIAÇÃO DIETÉTICA	88
AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR	88
ADEQUAÇÃO ALIMENTAR	92
5.1.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO TREINAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONDICIONAMENTO FÍSICO	95
5.1.3.1 GRADUAÇÃO DOS CAPOEIRISTAS	95
5.1.3.2 TEMPO MÉDIO DE TREINAMENTO E PERMANÊNCIA NA RODA DE CAPOEIRA	95
5.1.3.3 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO	96
5.1.3.4 AVALIAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – TESTE ERGOMÉTRICO PARA A PREDIÇÃO DO VO ₂ MÁXIMO	97
5.2 SUPLEMENTAÇÃO DE Se POR MEIO DA INGESTÃO DE CASTANHA-DO-BRASIL	98
5.3 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA-DO-BRASIL	98
5.4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SELÊNIO NO MATERIAL BIOLÓGICO	99
5. 4.1 CONCENTRAÇÃO Se NAS UNHAS	99
5. 4.2. CONCENTRAÇÃO DE Se NO ERITRÓCITO	99
5. 4.3 CONCENTRAÇÃO DE Se NO PLASMA	101
5. 5 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se NA CB	102
5. 6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA GPx	102
5. 6.1 ATIVIDADE ENZIMÁTICA NO ERIITRÓCITO	102

5. 6.2 ATIVIDADE ENZIMÁTICA NO PLASMA	103
5.7 CORRELAÇÕES ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE Se COM A ATIVIDADE DA GPx	105
5.8 RELAÇÃO PROBABILÍSTICA DA ADEQUAÇÃO E INADEQUAÇÃO DA INGESTÃO USUAL DE SELÊNIO, APÓS AJUSTE, COM OS PARÂMETROS DE Se DO PLASMA E ERITRÓCITO	107
5.9 RELAÇÃO PROBABILÍSTICA DA ADEQUAÇÃO E INADEQUAÇÃO DA INGESTÃO USUAL DE SELÊNIO, APÓS AJUSTE, NOS PARÂMETROS DE GPx DO PLASMA E ERITRÓCITO	109
5.10 RELAÇÃO PROBABILÍSTICA DA INGESTÃO USUAL DE SELÊNIO AJUSTADA (ESCORE z) , COM A ATIVIDADE DA ENZIMA (GPx), ANTES E DEPOIS DA SUPLEMENTAÇÃO COM CASTANHAS-DO-BRASIL NO PLASMA E ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	109
VI – DISCUSSÃO	112
6. 1 CAPOEIRA	112
6.2 CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA - CAPOEIRISTAS	113
6. 2. 1 CARACTERÍSTICAS SOCIAIS	113
6. 2. 2 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL	114
6. 2. 2. 1 AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA (LABORATORIAL)	114
6. 2. 2. 2 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	115
<i>ÍNDICE DE MASSA CORPORAL</i>	115
<i>ESPESSURA DO TECIDO SUBCUTÂNEO</i>	116
6. 2. 2. 3 AVALIAÇÃO DIETÉTICA	117
6. 2. 2. 4 CARACTERIZAÇÃO DO TREINAMENTO E COINDICIONAMENTO FÍSICO	125
<i>AVALIAÇÃO DO CONDICIONAMENTO FÍSICO</i>	125
<i>ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO</i>	125
<i>AVALIAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – PREDIÇÃO DO VO² MÁXIMO</i>	126
6.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CASTANHAS-DO-BRASIL (CB)	127
6.4 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE Se	129
6.4.1 CONCENTRAÇÃO DE Se NA UNHAS DOS PÉS	129
6.4.2 CONCENTRAÇÃO DE Se NO ERITRÓCITO	131
6.4.3 CONCENTRAÇÃO DE Se NO PLASMA	133
6.5 ATIVIDADE DA ENZIMA GLUTATIONA PEROXIDASE (GPx)	135
6.5.1 ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO	137
6.5.2 ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA	138
6. 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL DOS INDIVÍDUOS EM RELAÇÃO AO Se E GPx	

6. 7 PROBABILIDADE DE ADEQUAÇÃO EM RELAÇÃO À INGESTÃO USUAL COM A CONCENTRAÇÃO DE Se E ATIVIDADE DA ENZIMA GPx, NO PLASMA E ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	141
6. 8 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INGESTÃO USUAL E OS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS (CONCENTRAÇÃO DE Se E ATIVIDADE DA GPx) DOS CAPOEIRISTAS, ANTES E DEPOIS DA SUPLEMENTAÇÃO	143
VII - CONCLUSÕES	144
VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
IX - ANEXOS	165
RESUMO E ABSTRACT	-

ÍNDICE DE TABELAS

TABELAS	TÍTULO	PÁG.
01	MEIA VIDA DOS ISÓTOPOS DE Se	14
02	INGESTÃO DIETÉTICA DE Se DE DFERENTES PAÍSES E ESTUDOS	24
03	CLASSIFICAÇÃO DAS SELENOPROTEÍNAS	39
04	IDENTIFICAÇÃO DE SELENOPROTEÍNAS EM MAMÍFEROS	40
05	CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL SEGUNDO O IMC	62
06	VALORES DE REFERÊNCIA DO VO ₂ DE ACORDO COM A IDADE, PARA MULHERES	67
07	VALORES DE REFERÊNCIA DO VO ₂ DE ACORDO COM A IDADE, PARA HOMENS	68
08	VALORES MÉDIOS DO LEUCOGRAMA DA POPULAÇÃO FEMININA E MASCULINA, DE CAPOEIRISTAS	85
09	VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA COMPOSIÇÃO DE GORDURA E MASSA MAGRA CORPORAL DOS CAPOEIRISTAS	87
10	MÉDIA DE CONSUMO DE MACRONUTRIENTES DA POPULAÇÃO MASCULINA	91
11	MÉDIA DE CONSUMO DE MACRONUTRIENTES DA POPULAÇÃO FEMININA	91
12	MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA DENSIDADE ENERGÉTICA DA DIETA E DE Se DOS CAPOEIRISTAS SEGUNDO O SEXO	93
13	CONCENTRAÇÃO DE LACTATO DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS ANTES (REPOUSO) E DEPOIS DA RODA DE CAPOEIRA	96
14	PREDIÇÃO DO VO ₂ MÁX. DOS CAPOEIRISTAS SEGUNDO O SEXO	97
15	MÉDIA PERCENTUAL DAS CASTANHAS-DO-BRASIL OFERECIDAS COMO SUPLEMENTO	98
16	CONCENTRAÇÃO DE Se NAS UNHAS DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS	99
17	CONCENTRAÇÕES DE Se NO ERITRÓCITO DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS	100
18	CONCENTRAÇÃO DE Se NO PLASMA DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS	101
19	ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GPx NO ERITRÓCITO DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS	102
20	ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GPx NO PLASMA DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS	104

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO	TÍTULO DOS QUADROS	Pag.
01	LISTA DOS ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO MASCULINA	89
02	LISTA DOS ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO FEMININA	90
03	COMPARAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE MACRONUTRIENTES OBTIDOS COM OS VALORES DE REFERÊNCIA PARA A POPULAÇÃO MASCULINA	92
04	COMPARAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE MACRONUTRIENTES OBTIDOS COM OS VALORES DE REFERÊNCIA PARA A POPULAÇÃO FEMININA	92
05	RECOMENDAÇÃO DIETÉTICA SEGUNDO O NRC – RDA (1989) E DRI (2000) DE ACORDO COM O SEXO	93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO DAS FIGURAS	Pag.
01	CASTANHEIRA	4
02	OURIÇO E CASTANHA-DO-BRASIL	4
03	EXEMPLIFICAÇÃO DOS GOLPES PRATICADOS NA CAPOEIRA	9
04	EXEMPLIFICAÇÃO DOS GOLPES PRATICADOS NA CAPOEIRA	10
05	ESTRUTURA ATÔMICA DO Se	13
06	INTERAÇÕES ENTRE AS FORMAS QUÍMICAS DE Se	16
07	INTERAÇÕES ENTRE AS FORMAS QUÍMICAS DE SE NO SOLO E A FITODISPONIBILIDADE DA PLANTA	18
08	ESQUEMA DA REAÇÃO DA GPx (ADAPTADA DE HUANG, 1996)	45
09	ESQUEMA DA REAÇÃO DA VIT. E COM A VIT. C E A GPx	45
10	MODELO DA RESPOSTA ANTIOXIDANTE E POSSÍVEL ADAPTAÇÃO FISIOLÓGICA DURANTE O EXERCÍCIO FÍSICO	46
11	DELINEAMENTO DA PESQUISA	52
12	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DA SUPLEMENTAÇÃO COM CB, COLETA DE SANGUE VENOSO, MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E DIETA	53
13	DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO O SEXO	82
14	DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO O ESTADO CIVIL	83
15	DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO O NÍVEL DE ESCOLARIDADE	83
16	DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO A FAIXA SALARIAL	84
17	ERITROGRAMA DA POPULAÇÃO FEMININA DOS CAPOEIRISTAS	84
18	ERITROGRAMA DA POPULAÇÃO MASCULINA DOS CAPOEIRISTAS	85
19	PESO, ALTURA E IDADE, SEGUNDO SEXO	86
20	DADOS PERCENTUAIS DE GORDURA, PESO GORDO E MASSA CORPORAL MAGRA NA POPULAÇÃO FEMININA E MASCULINA	87
21	COMPARAÇÃO ENTRE A RECOMENDAÇÃO NUTRICIONAL E OS VALORES ENCONTRADOS NO PRESENTE ESTUDO	94
22	PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO AJUSTADO PELA VARIÂNCIA INTER E INTRAPESSOAL (Z), PARA A EAR E RDA DE AMBOS OS SEXOS	94
23	CLASSIFICAÇÃO PERCENTUAL PELA COR DO CORDÃO	95

24	CONCENTRAÇÃO DE LACTATO NA POPULAÇÃO MASCULINA E FEMININA	96
25	PREDIÇÃO DE VO ₂ PARA A POPULAÇÃO FEMININA E MASCULINA	97
26	CONSUMO DAS CASTANHAS-DO-BRASIL PROPORCIONAL AO NÚMERO DE DIAS DO ESTUDO (VALORES ABSOLUTOS)	98
27	DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SE (μMOL/L) NO ERITRÓCITO NOS DEFERENTES MOMENTOS DE COLETA	100
28	DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SE (μMOL/L) NO PLASMA NOS DEFERENTES MOMENTOS DE COLETA	101
29	ATIVIDADE DA ENZIMA GPx NO ERITRÓCITO NOS DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA	103
30	ATIVIDADE DA ENZIMA GPx NO PLASMA NOS DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA	104
31	DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DO SE COM A ATIVIDADE DA GPx, NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS	105
32	DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DO SE COM A ATIVIDADE DA GPx, NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	106
33	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA EAR, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SE NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS	107
34	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA RDA, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SE NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS	107
35	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA EAR, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SE NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	108
36	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA RDA, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SE NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	108
37	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA EAR, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS	109
38	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA RDA, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS	109

39	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA EAR, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	110
40	PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA RDA, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE SE, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS	110
41	COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GPx COM A INGESTÃO USUAL AJUSTA PELO ESCORE (Z), NO PLASMA, DOS CAPOEIRISTAS ANTES (A) E DEPOIS (D) DA SUPLEMENTAÇÃO COM CASTANHA-DO-BRASIL	111
42	COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GPx COM A INGESTÃO USUAL AJUSTA PELO ESCORE (Z), NO ERITRÓCITO, DOS CAPOEIRISTAS ANTES (A) E DEPOIS (D) DA SUPLEMENTAÇÃO COM CASTANHA-DO-BRASIL	111

ÍNDICES DE ANEXOS

ANEXO	TÍTULO DO ANEXO	PÁG.
01	SELEÇÃO DE INTERESSADOS EM PARTICIPAR DA PESQUISA	165
02	SELEÇÃO - FICHA DE CADASTRAMENTO E QUESTIONÁRIO	166
03	ORIENTAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA COLHEITA DE SANGUE	167
04	ORIENTAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	168
05	FICHA DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	169
06	REGISTRO ALIMENTAR	170
07	RECORDATÓRIO 24h	171
08	ORIENTAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE ERGOMÉTRICO	172
09	ORIENTAÇÃO PARA A INGESTÃO DAS CASTANHAS-DO-PARÁ	173
10	ORIENTAÇÃO PARA A COLHEITA DAS UNHAS DOS PÉS	174
11	CONSENTIMENTO ESCLARECIDO	175

RESUMO

O objetivo deste estudo foi estabelecer uma correlação entre o efeito da suplementação por meio da ingestão de castanhas-do-brasil (CB) com o estado nutricional de praticantes de capoeira em relação ao selênio (Se). A importância deste micronutriente foi evidenciada pela sua participação no sistema de proteção antioxidante, justificada pela incorporação de Se na glutathione peroxidase (E.C. 1.11.1.9). Esta enzima catalisa a redução de hidroperóxidos e facilita a conversão de H_2O_2 , protegendo o organismo contra o dano oxidativo, e outros efeitos prejudiciais das espécies reativas de oxigênio (ROS). A atividade física proporciona um aumento no consumo de O_2 e consequentemente maior produção de ROS, provocando estresse oxidativo. A pesquisa foi composta por 29 capoeiristas, residentes em São Paulo, com idade média de 21 anos para mulheres, e 24 para homens. O período médio de treinamento foi de 3,51 por semana e a duração de cada treinamento em média, foi de 109 minutos. O consumo médio de oxigênio (VO_2 Máx.) foi de 41ml/kg/min para as mulheres, e 48ml/kg/min para os homens. A classificação do estado nutricional dos capoeiristas, de acordo com seu IMC foi normal (Organização Mundial de Saúde, 1995). Antes da suplementação, a ingestão usual de Se dos capoeiristas foi insatisfatória de acordo com a EAR e RDA. A concentração de Se no plasma e eritrócito aumentou depois da suplementação com CB ($p < 0,05$), mas não houve correlação com o sexo dos participantes. A atividade enzimática da GPx também aumentou após a suplementação ($p < 0,05$), demonstrando que a enzima é um sensível indicador do estado nutricional de Se, e não houve correlação em relação ao sexo dos participantes. Os resultados sugerem uma correlação positiva entre o efeito da suplementação com CB e a concentração de Se e da atividade da enzima GPx ($p < 0,05$; $R = 0,72$ para o plasma and $R = 0,85$ para o eritrócito).

ABSTRACT

The purpose of this study was to establish a correlation between the effect of supplementation with Brazilian nuts (BN) with the nutritional status of Se and its activity in young adult *capoeira* players. The biological importance of this oligoelement was evident by the participation in the "antioxidant protection system". Its antioxidant role is justified by its incorporation, as selenium, in the peroxidase glutathione (E.C. 1.11.1.9). This enzyme catalyzes the reduction of organic hydroperoxides and facilitates the conversion of H_2O_2 protecting the organism against the oxidative damage, and other harmful effects of "reactive oxygen species" (ROS). The physical activity causes an increase in consumption of O_2 and consequently high production of ROS, causing oxidative stress. The population has composed of 29 *capoeira* players resident in São Paulo, with a mean age of 21 women and 24 for men. The average training period was 3,51 per week and the duration of each training period was 109,46 minutes. The average oxygen consumption (VO_2 Máx., ml/kg/min) was 41 for women and 48 for men. Nutritional status classification of the *capoeira* players (cap) according with World Health Organization (WHO): IMC (1995) was normal. Before supplementation the usual diet was unsatisfactory for selenium according to EAR and RDA (2000). The Se concentration of the plasma and erythrocyte increased after supplementation with Brazilian nuts ($p < 0,05$), but didn't correlated with the sex of the participants. GSH-Px enzymatic activity also increased after this supplementation ($p < 0,05$), showing that this enzyme is a sensitive marker of nutritional status of Se. Also we didn't found correlation with the sex of the participants. The results suggest a positive correlation between the effect of supplementation with BN and Se concentrations and the activity of the GSH-Px enzyme ($p < 0,05$; $R=0,72$ for the plasma and $R=85$ for the erythrocyte).

I- INTRODUÇÃO

I – INTRODUÇÃO

Existem fatores específicos que determinam a oferta alimentar de selênio, um dos mais importantes é a concentração química do mineral no solo, correspondente a diversidade geoquímica das diferentes regiões do mundo. Outro fator relevante é a fitodisponibilidade da planta, ou seja, a capacidade da própria planta, em absorver e metabolizar o mineral quando disponível no solo (*National Research Council*, 1983; OLDFIELD, 1999).

No Brasil, ainda são insuficientes as informações disponíveis sobre a concentração de Se no solo das diversas áreas existentes. Um dos poucos estudos que referem essa informação, confirma que, devido ao pH ácido do solo do estado de São Paulo, esse possui uma baixa concentração de Se (LUCCI, 1984b).

A árvore castanheira (*Bertholletia excelsa* H. B. R.) é caracterizada como uma planta com alta fitodisponibilidade para o Se, o que confere ao seu fruto, a castanha-do-brasil, ser identificado como uma das melhores fontes desse mineral na alimentação humana.

Estudos realizados, em algumas regiões brasileiras, têm evidenciado uma baixa ingestão alimentar de Se, ocasionando um inadequado estado nutricional dos indivíduos relativo a esse mineral. Pesquisas, realizadas no Laboratório de Nutrição-Minerais da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, evidenciaram a ocorrência de uma baixa ingestão de Se e de concentrações insatisfatórias de Se no organismo, de indivíduos residentes em São Paulo e em outras regiões do Brasil (CINTRA E COZZOLINO, 1993; BOAVENTURA, 1994; MEDEIROS, 1997; COUTINHO, 1999).

As principais funções fisiológicas do Se estão relacionadas a sua participação no sistema de defesa antioxidante do organismo humano. A GPx é a principal enzima envolvida nesse sistema, ela atua no processo de proteção celular dos danos ocasionados pelos radicais livres e necessita de Se para sua síntese e atividade adequada.

Indivíduos que praticam atividade física (esportes) necessitam de uma maior atenção em relação ao seu sistema de defesa antioxidante, visto que, o aumento no consumo de oxigênio implica em uma intensa produção de radicais livres, devido às alterações do metabolismo oxidativo (JACKSON, 1990; BETTGER, 1993; MICHELS et al., 1994).

Assim, considerando o binômio: população com baixa ingestão de Se e praticante de exercício físico, foi proposto o presente estudo, com o intuito de se pesquisar o estado nutricional de indivíduos em relação ao Se e avaliar o efeito de uma intervenção nutricional, oferecida por meio da suplementação com castanha-do-brasil.

II- OBJETIVOS

II – OBJETIVOS

2. 1 OBJETIVO GERAL:

Avaliar o efeito da suplementação de selênio por meio da ingestão de castanhas-do-brasil, no estado nutricional em relação ao selênio de indivíduos praticantes de capoeira.

2. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ↳ Conhecer o perfil dos praticantes de capoeira em relação ao treinamento e condicionamento físico;
- ↳ Realizar a avaliação nutricional por meio da anamnese dietética, avaliação antropométrica e exame de sangue;
- ↳ Avaliar o estado nutricional relativo ao Se dos praticantes de capoeira, antes, durante e depois da suplementação com as castanhas-do-brasil, por meio da análise da concentração de Se no sangue e unhas;
- ↳ Relacionar os parâmetros pesquisados antes, durante e depois da suplementação com a atividade da enzima glutathione peroxidase, que é o indicador biológico utilizado para se avaliar a eficiência da suplementação com as castanhas-do-brasil.

III- REVISÃO DA LITERATURA

III - REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CASTANHA-DO-BRASIL

Figura 01: Castanheira

A castanheira é uma árvore da espécie vegetal identificada como *Bertholletia excelsa* (H. B. K.), encontrada predominantemente em solo argiloso ou argilo-silicoso, em regiões de clima quente e úmido. Esta espécie é comum na região amazônica (Brasil, Venezuela e Colômbia) e sua altura pode atingir até 60m e diâmetro superior a 2 metros. Estas árvores podem apresentar uma idade estimada em mais de oitocentos anos e continuar dando frutos (HANS, 1981; EMBRAPA, 1995).

O fruto é conhecido como ouriço, possui forma esférica e grande variação no tamanho e peso, que pode ser de 200g a 1,5 kg, sendo que em média pesa 700g com cerca de 18 sementes. A casca do fruto é muito dura e em seu interior estão contidas as sementes, que representam cerca de 25% do peso do fruto, e por sua vez contém a amêndoa, sendo essa a parte comestível do fruto, que apresenta um alto valor biológico, denominada de castanha-do-brasil (CB), castanha-do-pará ou castanha-da-amazônia (FIGUEROA, 1976).

Figura 02: Ouriço e castanha-do-brasil

O produto comercializado para consumo, a amêndoa, normalmente é descascada, e vendida com ou sem película, sendo parcialmente desidratada por aquecimento a 50-55°C. As amêndoas possuem um grande valor nutricional, com alta concentração lipídica e protéica, principalmente em ácidos graxos polinsaturados e metionina (HANS, 1981).

A CB é muito explorada economicamente por ser destinada principalmente para o comércio de exportação, o que confere às regiões produtoras uma alternativa de desenvolvimento sustentável (EMBRAPA, 1995).

A CB contém sais minerais (3,5 a 4,5%), vitamina B1 (tiamina, 1,10 mg/100g) e B2 (riboflavina, 0,25 mg/100g), bário 10,2 mg/100g e excelente qualidade protéica, contendo aminoácidos como: treonina, triptofânio e valina, fenilalanina, tirosina, leucina, metionina e cistina (SUDAM, 1976). É uma boa fonte de ácidos graxos polinsaturados com concentrações de 49,9% de ácido linoléico e 27,2% de ácido oléico, ou conforme demonstrado por Tateo (1971) com concentrações de 45,2% de ácido linoléico e 31,4% de ácido oléico (MELO, 1989).

Pesquisadores têm evidenciado uma certa preocupação com o elemento bário por ser naturalmente radioativo, o que poderia promover risco aos indivíduos que consomem freqüentemente grandes quantidades de amêndoas, pois a radioatividade poderia provocar câncer, por exemplo. A presença de radioatividade na CB é devido à capacidade geoquímica da castanheira em absorver do solo o bário e outros minerais como: rádio e descendentes da família de urânio (FRANCA, 1967).

Em 1996, pesquisadores demonstraram que a CB possui cerca de 0,06% a 0,031% de bário, entre outros tipos de radionuclídios também identificados. Porém, os autores esclarecem que o consumo de até 100 gramas de castanha-do-brasil, por semana, é considerado seguro. O mesmo estudo, menciona outros trabalhos que evidenciam um aspecto positivo deste alimento: a ação quimiopreventiva da CB, ou seja um

alimento anticancerígeno, que devido à alta concentração de Se auxilia na prevenção de alguns tipos de cânceres (HIROMOTO, 1996).

A CB é uma das melhores fontes alimentares de Se e apresenta uma grande variabilidade da concentração desse mineral, como por exemplo: valores de 1530µg a 2960µg Se/100g (MARTI et al. Finlândia 1987; PASSWATER, 1980; UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, HNIS/PT – 109, 1992; MÜLLER - EMBRAPA – SPI, 1995).

Coutinho & Cozzolino (1998) analisaram castanhas-do-brasil provenientes de Manaus e o valor encontrado foi de 19,9 µg/g ou de 60µg de Se por amêndoa (peso médio de 3 gramas). Chang e colaboradores (1995) demonstraram que a concentração de Se em castanhas-do-brasil, provenientes da região do Acre e Rondônia, foi de $3,06 \pm 4,01 \mu\text{g/g}$, da região de Manaus foi de $36,0 \pm 50,0 \mu\text{g/g}$ e na região de Belém foi de 0,03 e 1,25 µg/g.

Experimentos com animais evidenciaram que a castanha-do-brasil além de ser uma excelente fonte de Se é também um alimento com alta biodisponibilidade de Se, por produzir um significativo aumento na concentração de Se dos tecidos corporais (PALMER *et. al.* 1982).

No presente estudo a CB foi escolhida como o alimento a ser utilizado na suplementação de Se, por esta apresentar alta concentração de Se e excelente biodisponibilidade orgânica.

3. 2 CAPOEIRA

A capoeira é um esporte tipicamente brasileiro e segundo a Confederação Brasileira de Capoeira é definida como: arte marcial brasileira. Existem pelo menos 2,5 milhões de brasileiros que já praticaram essa atividade. A Federação Paulista de Capoeira (FPC) declara que existe só no Estado de São Paulo cerca de 5 mil academias (BECHARA, 1995).

Os estudos científicos sobre a capoeira normalmente são direcionados ao caráter lúdico e cultural da capoeira no Brasil, sem enfatizarem os aspectos fisiológicos mesmo este esporte atraindo cada vez mais, um maior número de praticantes no Brasil e no mundo (SILVA, 1995).

Existe dificuldade em se definir com precisão o limite histórico e cultural da capoeira, devido à grande controvérsia quanto a sua origem, se oriunda da África ou do Brasil. Entretanto, existe um consenso de que a capoeira atingiu a sua maturidade no Brasil, assim como o aprimoramento dos golpes praticados. Historiadores e pesquisadores que acreditam na origem desta no Brasil, têm sugerido duas propostas: uma estaria centrada no campo, em locais de plantações de cana e engenhos de açúcar e a outra nos centros urbanos como Salvador, Recife e Rio de Janeiro (SOARES, 1994).

O Brasil é um país de colonização mista, evidenciada pela sua cultura eclética e genuína, oriunda da presença de povos brancos, negros e índios. A organização da sociedade negra e a formação da cultura afro-brasileira tiveram sua origem numa história de sofrimento, privação e desapropriação da particular identidade cultural das diferentes tribos que vieram dentro de um regime escravo para o Brasil. Contudo, neste processo foi formado um caráter social, que contribuiu para a formação da capoeira (SILVA, 1995; COUTINHO, 2000).

A palavra capoeira é de origem indígena, mais especificamente da língua tupi, que significa mata extinta. Os pesquisadores evidenciam que os negros Bantos e Haussás, colaboraram com a formação da capoeira, por meio da influência da sua música e dança, rica em movimentos acrobáticos (MARINHO, 1996).

Justamente por tais influências a capoeira é identificada como dança, luta ou um jogo psicomotor, que apresenta três vertentes: a capoeira de Angola com movimentos mais rentes ao chão (movimentos solo), a Regional com movimentos mais aéreos, e uma terceira tendência que mistura as duas anteriores (COUTINHO, 2000).

A capoeira só foi reconhecida oficialmente como esporte em 1995 pelo Comitê Olímpico Brasileiro, apesar de nos anos 1808 a 1831, já haver relatos de praticantes identificados como capoeiras ou capoeiristas. A prática já foi considerada crime previsto pelo Código Penal da República, no período de 1890 a 1937 (SOARES, 1994)

A graduação (grau de classificação dos praticantes) da capoeira Regional varia de grupo para grupo, sendo que em média preconizam-se 10 estágios, e pela Federação Paulista de Capoeira são considerados 12 estágios. Ambos são representados pelo uso de cordões coloridos usados na cintura, cuja combinação de cores foi inspirada nas cores da bandeira do Brasil. A utilização do cordão define uma escala hierárquica, cujo sistema não é utilizado por todos os grupos de capoeira existentes, assim como não é padronizado o treinamento, ficando a critério do mestre (instrutor ou treinador) a formação do grupo de alunos, futuros professores e mestres (SILVA, 1995).

Os movimentos da capoeira são classificados em traumatizantes, desequilibrantes e acrobáticos, e 76 golpes já foram listados para normatização do esporte e homogeneidade na prática, sendo definidos pelo ritmo da música, sempre presente nas manifestações, e pelo ritmo e desfecho dos golpes do parceiro com quem se joga (SILVA, 1995).

Vários movimentos já foram identificados na prática desse esporte, exemplos: Armada, Aú, Banda de costas, Banda de dentro, Banda traçada, Benção, Cabeçada, Chapa de chão, Chapa de chão de costas, Chapa de chão de frente, Chapa de costas, Cocorinha, Coice, Cruz, Escorão, Esquivas, Gancho, Giro, Macaco, Martelo, Martelo voador, Meia lua de compasso, Meia lua de frente, Negativa, Parafuso, Pião de mão, Ponte, Ponteira, Queda de três, Queixada, Rabo de arraia, Rasteira, Rolê, Saída de ponte, Tesoura de costas, Tesoura de frente, Vingativa, e Vôo de morcego.

Figura 03: Exemplificação dos golpes praticados na capoeira (A).

Figura 04: Exemplificação dos golpes praticados na capoeira (B).

Existem ainda outros movimentos, e muitos deles são praticados associados ou sequenciados com golpes de outras modalidades de luta intermitentes. Isto dificulta o trabalho de padronização desta prática esportiva, principalmente para a realização de competições.

Normalmente, o treinamento da capoeira é dividido em duas fases, na primeira ocorre a execução de exercícios como: corrida, saltos, polichinelos e a prática individual e repetitiva dos golpes aplicados neste esporte. A segunda é realizada com os praticantes dispostos em círculo (roda de capoeira), e no centro 2 pessoas executam seqüências de golpes entre si, até que já não mais resistam ao exercício ou sejam interrompidos por um terceiro jogador que substitui um dos dois no centro da roda (COUTINHO, 2000).

Outra característica peculiar da capoeira refere à presença da música durante a execução dos exercícios (golpes), que confere o ritmo e consequentemente a intensidade com o qual os exercícios são executados.

Existe uma forte tendência entre alguns pesquisadores em referir a capoeira como um método de ginástica, a Ginástica Brasileira, que inspirada na capoeira confere flexibilidade, equilíbrio e destreza aos praticantes. Essa proposta seria em substituição aos métodos adotados no Brasil, tais como: o alemão, francês, sueco, dinamarquês, o natural austríaco e a ioga (MARINHO, 1996).

WILKERSON (1997), ao pesquisar praticantes de artes marciais, evidenciou que os principais motivos quanto à escolha dessa modalidade esportiva, foram os seguintes: autodefesa, melhora cardiovascular, flexibilidade e melhora da auto-estima.

A capoeira necessita de um treinamento adequado, envolvendo aquecimento antes do treino, composto por exercícios aeróbios e anaeróbios, e um alongamento posterior ao término das atividades. É necessário tomar cuidado com a predominância da lateralidade e a

sobrecarga para a coluna lombar, isto porque o praticante tende a efetuar os movimentos predominando o apoio em um único lado do corpo (BECHARA, 1995).

A maioria das lesões detectadas nas aulas de capoeira, são de nível articular ou muscular, devido à falta de um aquecimento inicial, ou devido ao instrutor orientar inadequadamente a execução de exercícios, que visem o desenvolvimento das capacidades antagônicas de força e flexibilidade, em um mesmo treino ou de maneira incorreta (POLANOWSKI *et. al.* 1996).

Em suma, a capoeira exige uma preparação física específica, definida como preparação muscular e perceptivo-cinética, cujo tipo de treinamento objetiva o desenvolvimento anaeróbio e aeróbio. Mas como todo esporte, a capoeira também exige uma atenção quanto ao estado nutricional dos praticantes, visto que esse representa a oferta dos substratos energéticos, e a adequação das alterações metabólicas, durante à prática de exercícios físicos (BECHARA, 1995).

Em geral, o treinamento da capoeira é determinado pelo mestre (professor ou instrutor), responsável pelo grupo, que nem sempre possui conhecimento sobre atividade física ou a fisiologia do exercício. Muitos dos mestres são ex-praticantes, que com o passar do tempo, acabam assumindo a responsabilidade de professor (instrutor) e mestre.

3. 3 SELÊNIO

FIGURA 05: ESTRUTURA ATÔMICA DO Se

O selênio (Se) ou *Selene*, palavra grega que significa Lua, é um elemento químico essencial, não metal, que pertence ao 6º grupo da tabela periódica, tendo sido descoberto, em 1817 por Jons Jakob Berzelius, um químico sueco, que o identificou durante uma fase de oxidação do ácido sulfúrico enquanto pesquisava agentes tóxicos. Na figura 01, esta apresentada estrutura atômica do Se (NÉVE, 1991).

O Se pertence ao grupo IV da tabela periódica, apresenta um peso molecular de 78,96 e número atômico 34, com propriedades metálicas e não metálicas. As características físico-químicas do Se são as seguintes: ponto de fusão de 217,0 ° C, ponto de ebulição de 684,9 ° C, número de prótons/elétrons igual a 34, número de nêutrons igual a 45, estrutura cristalina hexagonal, cor predominante é a cinza, configuração eletrônica é descrita como: $3d^{10} 4s^2 4p^4$ e seus estados oxidativos são: -2; 0; +4; +6 (REILLY, 1996).

O selênio está amplamente distribuído na crosta terrestre em concentrações médias de 50 a 200 $\mu\text{g/kg}$ nas rochas e solos. As características geológicas de cada região influenciam fortemente nas concentrações de Se e na predominância química do mineral presente nas rochas ou solos. Por exemplo, em rochas sedimentadas há uma maior concentração de análogos de selenido, enquanto que em solos mais alcalinos, há a predominância química de selenato (FOX & FAIRWEATHER-TAIT, 2000).

Foram identificados seis isótopos de Se, sendo eles: ^{74}Se , ^{76}Se , ^{77}Se , ^{78}Se , ^{80}Se e ^{82}Se (DIPLOCK, 1987). O tempo de vida útil dos isótopos de Se, encontram-se descritos na tabela 01.

TABELA 01: MEIA VIDA DOS ISÓTOPOS DE Se

ISÓTOPO	MEIA VIDA
^{70}Se	41,10 meses
^{71}Se	4,70 meses
^{72}Se	8,50 dias
^{73}Se	7,15 horas
^{74}Se	Estável
^{75}Se	119,78 dias
^{76}Se	Estável
^{77}Se	Estável
^{78}Se	Estável
^{80}Se	Estável
^{81}Se	18,50 meses
^{82}Se	Estável
^{83}Se	22,30 meses
^{84}Se	3,30 meses

FONTE: IUPAC, 1998.

O Se pode ser encontrado no estado elementar (0) na forma coloidal ou cristalina, no estado reduzido (-2), oxidado (+4 e +6) ou em formas combinadas. No estado reduzido, apresenta-se como selenetos (Se^{-2}) que normalmente forma complexos com metais pesados, tais como: seleneto de cobre (CuSe), seleneto de cádmio (CdSe), seleneto de mercúrio (HgSe), ou complexa com o hidrogênio, formando um gás altamente tóxico, o seleneto de hidrogênio ou ácido selenídrico (H_2Se). De modo geral, os selenetos são solúveis em água e são indisponíveis para as plantas em solos ácidos, podendo reagir com metais e ganhar elétrons

para formar compostos iônicos (REILLY, 1996; BAOYAN, e ZHANG, 2000).

No estado de oxidação +4 (selenito), identificamos o dióxido de selênio (SeO_2), ácido selenioso (H_2SeO_3) e sal selenito (SeO_3^{-2}). E no estado +6 (selenato), encontramos o ácido selênico (H_2SeO_4) e o sal selenato (SeO_4^{-2}) que é encontrado em solos alcalinos, sendo mais solúvel que os outros sais de Se e mais biodisponível para as plantas (DIPLOCK, 1987).

Os compostos inorgânicos, como selenito de alumínio, de arsênio, de cádmio, de cálcio ou de sódio, ou ainda, os selenatos de potássio, de cobre e de sódio, e o dióxido de selênio são importantes como matéria prima para as indústrias de vidro, de fertilizantes, farmacêuticas, metalúrgica e outras. Os compostos inorgânicos são também, muito utilizados na indústria xerográfica, devido a sua propriedade como semicondutor (NATIONAL ACADEMY PRESS, 1983; REILLY, 1996).

O Se também pode ser encontrado na forma orgânica, formando compostos orgânicos de Se (organoselênios) como por exemplo: os ácidos selenoamino carboxílicos, os peptídios contendo selênio, os derivados de Se provenientes dos ácidos nucleicos, e principalmente os selenoaminoácidos (SeAA): selenometionina (SeMet), selenocisteína (SeCis), selenocistina e seleno-homocisteína (JANGHORANI *et. al.* 1990).

Muitas interações ocorrem entre os compostos orgânicos e inorgânicos de Se, tanto no solo quanto no organismo humano. A transformação química de Se implica em propriedades fisiológicas e toxicológicas de suma importância. Na figura 02, estão apresentadas as possíveis interações entre as principais formas químicas de Se (inorgânicas ou orgânicas), que resultam nas formas excretadas e na formação das selenoproteínas, que são a combinação de SeAA com enzimas dependentes de Se, que exercem funções importantes nos mamíferos (HUANG, 1996).

FIGURA 06: INTERAÇÕES ENTRE AS FORMAS QUÍMICAS DE Se

FONTE: Adaptado de JANGHORBANI *et. al.* 1990.

DETERMINAÇÃO DE Se

O Se pode ser determinado por meio de métodos gravimétricos, baseados na precipitação de Se, ou por técnicas instrumentais como por exemplo: espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite (GFAAS), espectrofotometria de absorção atômica com geração de hidretos (INAA), análise por ativação de neutrons (radioquímica), diluição isotópica por espectrofotometria de massa (IDMS), ressonância magnética ou por fluorimetria.

O método fluorimétrico é amplamente utilizado, por ser considerado um método seguro, preciso, cujo limite de detecção é de 0,0002 µg/mL e por ser de baixo custo. O Se do material biológico é reduzido pelo peróxido de hidrogênio e se complexa com 2,3 diaminonaftaleno (DAN), formando uma substância fluorescente o

piazselenol. Esta substância é extraída de uma solução ácida, por meio do uso de um solvente como o ciclohexano e então lida em aparelho de fluorimetria (REILLY, 1996).

CONCENTRAÇÃO DE Se NO SOLO

A distribuição de selênio na crosta terrestre depende das características geoquímicas do solo e mantém proporcionalidade com a concentração de enxofre. Existe uma grande variação da concentração de Se no solo, algumas áreas apresentam um teor elevado de Se que chegam a ser tóxicos sendo identificadas como áreas seleníferas e existem ainda as áreas com baixos teores de Se que caracterizam áreas com deficiência do mineral no solo (ORTUÑO, *et. al.* 1997).

Muitos são os fatores que interferem na disponibilidade de Se para o solo. A alcalinidade ou altas concentrações de carbonato de cálcio livre, contribuem com um maior acúmulo de Se no solo, principalmente em regiões com pouca chuva como em algumas regiões dos Estados Unidos da América (EUA), Canadá, Novo México, Colômbia, Israel e algumas localidades da China ou África do Sul. (PAINTER, 1941; DIPLOCK, 1987).

Em solos alcalinos, o Se presente na forma de selenito pode ser convertido para selenato e outros compostos orgânicos que são mais disponíveis para serem utilizados pelas plantas e vegetais. Desta forma, as plantas e vegetais podem passar a incorporar níveis potencialmente tóxicos de Se (OLDFIELD, 1999).

Por outro lado em alguns tipos de solo, mesmo contendo elevado teor de Se, este elemento encontra-se indisponível para ser captado pelos vegetais. Isto ocorre quando no solo há a presença de hidróxidos de ferro e o pH é ácido, como por exemplo em regiões do Havaí, Porto Rico, Nova Zelândia, Finlândia, Alemanha, França, Grécia, entre outros países (PAINTER, 1941; LAKIN e DAVIDSON, 1967; YANG *et. al.* 1988).

Na figura a seguir estão apresentadas esquematicamente as principais interações químicas descritas acima, que ocorrem entre as diferentes formas químicas de Se no solo e a interferência que tais reações no solo podem promover nos vegetais.

FIGURA 07: INTERAÇÕES QUÍMICAS DE Se NO SOLO E A FITODISPONIBILIDADE DA PLANTA (ADAPTADO DE NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1983); FOX & FAIRWEATHER-TAIT (2000); DIPLOCK (1993))

A habilidade específica das plantas em incorporar o Se, presente no solo, é denominada de fitodisponibilidade e depende das interações e características descritas na figura 07 (forma química do Se, presença de metais pesados, pH e intensidade da chuva) bem como das características genéticas da planta em mobilizar e metabolizar o Se absorvido do solo (DIPLOCK, 1987; DIPLOCK, 1993; ORTUÑO, *et. al.* 1997; OLDFIELD, 1999).

Outra característica que pode vir a interferir na fitodisponibilidade das plantas, refere-se ao tipo de fertilizante utilizado na agricultura, pois a presença de sulfato no fertilizante pode ocasionar uma menor absorção de selenito e selenato (BURK, 1978).

ALIMENTOS

O alimentos apresentam uma grande variabilidade da concentração de Se, sendo importante averiguar em qual área o mesmo foi cultivado ou produzido. Um exemplo desta grande variabilidade foi demonstrado em um estudo que analisou o mesmo tipo de alimento em diferentes regiões, como por exemplo: a carne, na Inglaterra, tem 0,12 $\mu\text{g/g}$, na França, tem 0,08 $\mu\text{g/g}$ e nos Estados Unidos, tem 0,22 $\mu\text{g/g}$; os cereais de modo geral quando provenientes da Inglaterra apresentam 0,11 $\mu\text{g/g}$, na França, possuem 0,08 $\mu\text{g/g}$ e nos Estados Unidos, 0,39 $\mu\text{g/g}$ (WYATT *et. al.* 1996).

O milho, arroz e soja, cultivados na China, quando provenientes de áreas com ocorrência de selenose, apresentaram quantidades médias de 8,1; 4,0 e 11,9 $\mu\text{g/g}$ respectivamente. No entanto, os mesmos alimentos quando cultivados em área com deficiência de Se, onde há prevalência da doença de Keshan apresentavam concentrações de Se de 0,005; 0,007 e 0,010 $\mu\text{g/g}$ (LEVANDER, 1987).

Outro aspecto importante, é a concentração protéica do alimento, pois os alimentos protéicos incorporam melhor o Se, principalmente os que possuem uma melhor concentração de aminoácidos que contenham enxofre (metionina e cisteína), o que ocasiona a formação dos SeAA. A combinação da metionina com o Se forma a selenometionina em alimentos de origem vegetal e a combinação de cisteína com o Se forma a selenocisteína, principalmente em alimentos de origem animal.

A selenometionina (SeMet) é predominante nos cereais e leguminosas. As frutas cítricas e vegetais folhosos por possuírem baixas concentrações protéicas, possuem menor teor de Se. Já os alimentos cárneos, o leite e seus derivados e os alimentos marinhos, possuem maior concentração de selenocisteína (SeCis) e menores de selenato (BURK, 1978).

As melhores fontes alimentares de Se, sugeridas por Fairweather-Tait (1997) são as carnes (principalmente miúdos e peixes), os cereais, os ovos, o alho, os cogumelos e as castanhas-do-brasil, como já mencionado anteriormente.

As concentrações de Se em alimentos de origem animal, como carnes em geral, variam de 0,2 a 0,6 μ g/g e para produtos marinhos têm-se observado concentrações de até 0,87 μ g/g (LANE *et. al.* 1983; HIGGS *et. al.* 1972; MARTI *et. al.* 1987). Quantidades menores que 0,1 μ g/g têm sido observadas em produtos lácteos. Para cereais e sementes as concentrações de selênio variam de 0,1 a 0,66 μ g/g (GESSEL-NIELSEN, 1974; PASSWATER, 1980; LEVANDER & MORRIS 1984).

Bender & Bender (1997) relatam as concentrações de selênio por porções de consumo dos alimentos, como por exemplo: 383 μ g de selênio em uma porção de 25g de castanhas-do-brasil; 165 μ g de selênio em 150g de rins, 135 μ g de selênio em 150g de atum enlatado em óleo, 74 μ g de selênio em 150g de camarões pequenos e 27 μ g de selênio em 150g de camarões graúdos.

PROCESSAMENTO

Os compostos de Se em sua maioria são instáveis e voláteis ocorrendo perdas durante o processamento de alimentos, seja no âmbito da culinária doméstica ou processo industrial. Os alimentos cozidos, fritos

ou grelhados e que sofrem secagem no processo de industrialização são os que apresentam maiores perdas de Se (HIGGS *et. al.* 1972).

O cozimento de carnes e a fervura de cereais resultam em pouquíssima perda de Se, enquanto que o aquecimento a seco de cereais, causa perda de até 23%. Porém, a maior perda parece ocorrer durante o processo de cocção de vegetais, que naturalmente já possuem baixo teor de Se (BURK, 1978).

Estudos sobre as principais fontes de Se de uma dieta americana (carne, alimentos marinhos, ovos e produtos a base de cereais), mostraram não haver perda de quantidades excessivas de Se durante os processos caseiros de cocção (HIGGS *et. al.* 1972).

De modo geral, quando a dieta ingerida oferece uma boa variedade de alimentos que inclua fontes de Se (castanha-do-brasil, castanha-de-caju, alho, cebola, carne, alimentos marinhos, cereais e outros) a perda durante o processamento dos alimentos não promove uma alteração significativa no estado nutricional de um indivíduo em relação ao Se (LANE *et. al.*, 1983).

INGESTÃO

A determinação da quantidade ideal de ingestão de um nutriente implica em assegurar o estado de saúde geral de um indivíduo garantindo a ação fisiológica específica daquele determinado nutriente. Em relação à recomendação, quanto à ingestão de Se, foi proposto a quantidade de 55µg ao dia, tanto para homens, quanto para mulheres (U.S./FDA, 1992; MONSEN, 2000; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Um simpósio realizado em 1998, na cidade de New Orleans, EUA, definiu que a ingestão máxima considerada segura de Se, com relevância clínica para quase todas as circunstâncias é de 400µg/dia, reconhecida como NO OBSERVED ADVERSE EFFECT LEVEL - NOAEL que significa

a dose ingerida que apresenta ausência de efeitos adversos à saúde (SANDSTRÖM, 1998).

A ingestão diária de selênio pela população varia nos diferentes países, verificada por exemplo, em algumas cidades do Canadá um consumo médio de 98 a 224 μ g, em algumas regiões da América do Norte de 71 a 331 μ g, na Nova Zelândia de 25 a 50 μ g; na China os valores contrastantes variam de 10 μ g a 5mg; já na Turquia os valores encontrados foram de 30 μ g e no Japão de 130 μ g (STEWART *et. al.* 1978; THOMSON & ROBINSON, 1980; YANG *et. al.* 1983; NÉVE, 1995; LEVANDER, 1991; BENDER & BENDER, 1997).

Na Finlândia, a ingestão média foi de 30 a 50 μ g de Se ao dia, considerada como insatisfatória para garantir o adequado estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, tendo sido adotada a fortificação do solo, por meio do uso de fertilizantes com Se. Tal conduta promoveu um aumento significativo da ingestão de Se e atualmente, a média é de 100 a 200 μ g/dia (LEVANDER & MORRIS, 1984; SANDSTRÖM, 1998).

Algumas regiões apresentam ingestão deficiente de Se, com valores de 10 μ g ao dia, outras regiões onde a selenose é endêmica, a ingestão chega a 5000 μ g ao dia (BENEMARIYA *et. al.*, 1993).

A dieta reflete o hábito alimentar comum de uma população, e o tipo de dieta consumida tem forte influência na qualidade nutricional relativa ao Se. Um estudo realizado, na Bélgica e na Suécia com indivíduos exclusivamente vegetarianos, demonstrou ser insuficiente a ingestão média de Se, correspondente a 12,7 μ g ao dia. Já, em indivíduos que ingerem uma alimentação ovolactovegetariana a ingestão de Se foi pelo menos duas vezes maior que o primeiro grupo, o que sugere a necessidade de uma dieta mista para garantir uma maior ingestão de Se (BENEMARIYA *et. al.*, 1993).

No Brasil, estudos de dietas regionais, normalmente consumidas por populações de baixa renda nos Estados do Mato Grosso e de São Paulo, demonstraram ingestão diária de selênio ao redor de 20 e 40 μ g respectivamente. Em Manaus (AM), a ingestão média foi de 98 μ g ao dia e em Santa Catarina foi de 55,3 a 114,5 μ g ao dia (BOAVENTURA & COZZOLINO, 1993; CINTRA & COZZOLINO, 1993).

COUTINHO & COZZOLINO (1999), em estudo sobre o estado nutricional relativo ao Se, encontraram ingestão média de 42,06 μ g de Se por dia em mulheres e de 61,35 de Se por dia em homens, ambos residentes da cidade de São Paulo.

Estudo realizado com crianças, residentes nos estados do Amapá e Pará, evidenciou que a ingestão média foi pelo menos 4 vezes acima da recomendação nutricional (55 μ g). O motivo é que a merenda escolar é enriquecida com CB e produtos derivados que, como já anteriormente citado, apresenta grande teor de Se (GONZAGA, 2002).

Na tabela 02, encontram-se descritos valores que referem a ingestão em μ g de Se por dia, de diferentes países e estudos. A ingestão recomendada segundo o NATIONAL ACADEMY SCIENCE (2000) para Se é de 55 μ g.

TABELA 02: INGESTÃO DIETÉTICA DE Se DE DIFERENTES PAÍSES E ESTUDOS

LOCALIDADE	INGESTÃO μg/dia	REFERÊNCIAS
Austrália	57 – 87	1
Bélgica	28 - 52	3
Canadá	98 – 224	1
China:		
Província de Enshi	3200 – 6690	1
Área de Keshan	3 - 11	1
Espanha	60	1
França	50 - 65	2
Holanda	67	3
Itália	60 - 90	2
Japão	133	1
México	9,8 – 223,0	1
Nova Zelândia	5 – 102	1
Portugal	10 - 100	1
USA	37 - 500	3
Venezuela	80 – 500	1

FONTE: 1- REILLY, 1996;
 2- BENEMARIYA *et. al.* 1993;
 3- ROBBERECHT *et. al.* 1994.

De modo geral, os estudos têm demonstrado uma ampla variação nas ingestões individuais de Se. Alguns estudos evidenciaram que as observações da dieta de um único dia, podem apresentar um erro de até 90%, quando utilizadas para estimar a ingestão real de Se por um longo período. Porém, quando é utilizada a observação da dieta durante sete dias, o erro diminui consideravelmente para 35% da ingestão real a longo prazo com um intervalo de confiança de 95% (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1998b).

RECOMENDAÇÕES DIETÉTICAS

As recomendações nutricionais são previstas com base na ingestão habitual de uma população somada a uma margem de segurança. O intuito é estabelecer valores recomendados para energia, macro e micronutrientes para o consumo alimentar de pessoas saudáveis, livres de doença ou condições específicas (gestação ou esportistas). Inicialmente, foram estabelecidas as Doses Dietéticas Recomendadas – *Recommended Dietary Allowances* (RDA), que representam o nível de ingestão satisfatório para oferecer a necessidade diária de um específico nutriente para 97% dos indivíduos saudáveis, considerando faixas etárias específicas e o sexo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

Novos valores estão constantemente sendo propostos a partir de uma revisão dos trabalhos científicos publicados, alguns indicadores de saúde e prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Estes valores são assumidos para a população norte americana e canadense, como valores de referência quanto a ingestão de nutrientes, propostos e publicados pelo Conselho de Nutrição e Alimentação do Instituto de Medicina da Academia Nacional de Ciências dos EUA, juntamente com o Programa de Saúde do Canadá (*National Academy of Sciences/ Institute of Medicine*), denominados como *Dietary References Intakes* (DRIs), (NATIONAL ACADEMY of SCIENCES, 2000; MONSEN, 2000).

A primeira recomendação nutricional em relação ao Se foi estabelecida em 1980 e teve como base estudos realizados com animais e os valores foram extrapolados para humanos, estimando uma ingestão diária 50 a 200µg (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

A necessidade basal de Se foi definida a partir do acompanhamento de estudos populacionais com indivíduos que apresentavam a doença de Keshan, em áreas endêmicas da China. Os pesquisadores observaram que os adultos que ingeriram cerca de 19µg por dia não desenvolviam a doença. Esta concentração parece ser

satisfatória para garantir a necessidade basal de Se, estabelecida em 21 e 16µg ao dia para homens e mulheres respectivamente (FOX & FAIRWEATHER-TAIT, 2000; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1998).

Os estudos realizados em áreas seleníferas e com selenose na China e Nova Zelândia contribuíram para o estabelecimento da Estimativa Média de Ingestão (EAR) de Se, que é de 45µg (0,57µmol) por dia para homens e mulheres adultos. A EAR estima o valor de ingestão de um determinado nutriente que garanta a necessidade nutricional para 50% dos indivíduos de uma população (NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

A RDA para Se foi estabelecida a partir do valor estipulado para a EAR somado a duas vezes o coeficiente de variação de 10% (NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

$$RDA = EAR (45 \mu g) + (2 (CV (10\%)))$$

Atualmente, a recomendação nutricional para Se, segundo a DRI que considera a RDA e a EAR entre outros fatores é de 55µg ao dia para adultos do sexo feminino ou masculino. Acredita-se que esta quantidade proporciona uma atividade ótima da principal enzima selenodependente, a GPx (MONSEN, 2000).

O objetivo dos especialistas em determinar a recomendação nutricional adequada de Se, para a população, é oferecer uma quantidade específica (ingerida) de Se que satisfaça pelo menos dois terços da atividade da GPx, assumindo uma variabilidade aceitável de no máximo 16% (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

A necessidade nutricional para diferentes faixas etárias da população foi estabelecida a partir da estimativa da necessidade normativa relativa ao Se e sua atividade biológica em adultos. Essa

necessidade normativa foi calculada com base nos estudos de depleção e repleção e de medidas funcionais de Se, como a atividade da GPx nos parâmetros sanguíneos (LEVANDER & WHANGER, 1996).

Ingestões acima das recomendações nutricionais devem ser cuidadosamente observadas se estão dentro da variabilidade aceitável como tolerância máxima, sem oferecer risco à saúde por manifestar efeitos adversos e induzir a toxicidade, o que poderia induzir danos à saúde e óbito. Tais efeitos indesejáveis são previstos pelas DRIs que incluem recomendações quanto ao limite máximo tolerável, considerado seguro a saúde, a UL (*Tolerable Upper Intake Level*), que para Se é de 400µg por dia (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

BIODISPONIBILIDADE

A expressão da biodisponibilidade é de suma importância a qualquer estudo que tenha como objetivo estudar o efeito no estado nutricional de um indivíduo ou população, em relação a um nutriente. Quando a dieta normalmente consumida apresenta baixa biodisponibilidade sua qualidade nutricional fica comprometida. Portanto, reconhecer a fração do nutriente presente em um alimento e sua ingestão, digestão, absorção e transporte no organismo, nos permite avaliar se realmente o nutriente estará disponível biologicamente e se a quantidade ingerida será devidamente convertida para a forma biológica ativa do nutriente (ORTUÑO *et. al.* 1996; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000; SHILS *et. al.* 1999; SCHRAUZER, 2000).

Tais considerações podem ser observadas no relato de vários experimentos realizados com uma variedade de compostos de Se. O selenato foi quase que completamente absorvido, porém uma grande quantidade foi excretada pela urina. O selenito por sua vez, apresentou um percentual de absorção de cerca de 50%, porém sua retenção no

organismo foi mais significativa do que para o selenato (NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Estudos sobre a biodisponibilidade do Se em humanos, que utilizaram SeMet marcada com ^{75}Se , demonstraram que a SeMet é melhor absorvida do que os compostos inorgânicos (selenato e o selenito). Por sua vez, o selenato é melhor absorvido que o selenito, mas não é eficiente para garantir o estado nutricional relativo ao Se, quando avaliado pela unidade funcional de Se, a atividade da enzima glutathione peroxidase nas plaquetas (LEVANDER, 1983; BUTLER *et. al.* 1991).

A presença ou combinação de alguns fatores podem reduzir a sua biodisponibilidade, como por exemplo: a concentração de proteína da dieta, principalmente da metionina, a concentração de vitamina E, o teor elevado de vitamina A, a presença de inibidores como os metais pesados (cádmio, mercúrio e enxofre) e a própria concentração de Se e a forma química presente na dieta (COMBS & COMBS, 1984).

Outros fatores também influenciam a biodisponibilidade de Se, como as interações ocasionadas pela ingestão de compostos presentes na dieta, tais como: o conteúdo de fitatos, pectina e fibras totais por interferirem negativamente na disponibilidade biológica de Se (GIBSON, 1994).

A vitamina B6 (piridoxina) contribui para promover uma adequada biodisponibilidade de Se, pois o metabolismo e a ativação da SeMet depende da oferta desta vitamina, que por sua vez possui o metabolismo integrado à concentração de outra vitamina, a B2 (riboflavina). Quando há a deficiência de B2, a oxidação da B6 dietética (piridoxal) é consideravelmente diminuída (BENDER & BENDER, 1997; SCHRAUZER, 2000).

A concentração de metionina na dieta também influencia indiretamente a biodisponibilidade de Se, afinal é o pool corporal de metionina que determina a mobilização da SeMet para ser utilizada como

uma análoga da metionina ou para a formação de selenoproteínas. (NAVARRO-ALÁRCÓN & LÓPEZ-MARTINEZ, 2000).

Estudos sobre biodisponibilidade podem ser realizados a partir do uso de isótopos estáveis que servem para marcar o alimento e avaliar a distribuição de um determinado nutriente no organismo. É sugerido que sejam realizados estudos relativos à especiação (forma química) do Se presente no alimento teste, devendo ser levado em consideração que a resposta quanto ao estado nutricional relativo ao Se, depende não somente de como o Se é absorvido, mas principalmente de como ele é convertido à forma biologicamente ativa ou retido no organismo (LEVANDER, 1983).

Um importante marcador orgânico que reflete a biodisponibilidade de Se é a atividade de algumas selenoproteínas, principalmente a atividade enzimática da GPx e da selenoproteína P, nos diversos fluidos corporais. Por isto, os estudos devem determinar os diversos compostos de Se e a atividade dessas enzimas no material biológico, após a intervenção experimental (VAN DAEL & DEELSTRA, 1993).

Os alimentos fontes de Se (castanha-do-brasil, carnes, alimentos marinhos, alguns cereais) apresentam uma grande variabilidade em relação a biodisponibilidade de Se, em função da fitodisponibilidade e do solo, conforme discutido anteriormente. Um estudo comparativo entre a biodisponibilidade de diferentes alimentos referiu essa variabilidade nos alimentos, quando comparados a um padrão de selenito de sódio (100%) administrado no mesmo experimento. Foi demonstrado um percentual igual a 7 para peixes liofilizados e de 210 em galinhas alimentadas com ração enriquecida. Os vegetais apresentaram variabilidade, porém com alta biodisponibilidade (85 a 100%) enquanto que em alimentos marinhos o percentual encontrado foi de 20 a 50% (NAVARRO-ALÁRCÓN & LÓPEZ-MARTINEZ, 2000).

IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA DO Se

TOXICIDADE

A primeiras evidências biológicas sobre o Se foram descritas por volta de 1930. Nesta época, foi observado que animais apresentavam toxicidade de Se, devido ao consumo de pastagens contendo altos teores de Se, produzindo uma doença identificada como selenose (DIPLOCK, 1987; BURK, 1989).

Estudos evidenciaram que animais com elevada ingestão de Se, manifestaram os seguintes sinais clínicos: deficiência no crescimento e desenvolvimento, perda de pêlos, perda da crina e rabo em cavalos, perda de peso, transtornos motores, anorexia, anemia, desnutrição ou ainda hemorragias e graves danos hepáticos (PAINTER, 1941; YANG *et al.* 1983).

Em humanos, a toxicidade foi primeiramente observada na China, em indivíduos que residiam em áreas seleníferas (elevado teor de Se), com ingestões de 1200 a 5000µg de Se ao dia. Os sinais relatados foram: fragilidade das unhas e cabelo, queda de cabelo, distúrbios gastrointestinais, pele seca, lesões cutâneas (vermelhidão, bolhas), mau hálito, fadiga, irritabilidade e anormalidades do sistema nervoso (parestesia, paralisia, hemiplegia). A China apresenta também determinadas regiões com deficiência grave de Se, provocada pela ingestão insuficiente do mineral (YANG *et al.* 1983; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1998a; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

No que concerne ao consumo de Se acima da recomendação nutricional há ainda dois fatores a serem considerados com o intuito de explicitar o que seria a dose prejudicial de Se em humanos. O primeiro é a identificação do Limite sem efeitos adversos observados (NOAEL - *No Observed Adverse Effects Level*), estabelecida em 800µg de Se ao dia. O

segundo é definido como o Limite com efeitos adversos observados (LOAEL - *Lowest Observed Adverse Effects Level*) estabelecida em 910 μ g de Se ao dia (SANDSTROM, 1998; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Atualmente, é considerado ainda o Maior Limite de Ingestão Máximo Tolerável UL, ou seja, a maior quantidade tolerável que pode ser ingerida sem causar efeitos adversos. A UL para Se é de 400 μ g, sendo considerada a partir da dieta habitual (ingestão de alimentos) e pelo uso de suplementos nutricionais de Se (NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Apesar dos graves efeitos da toxicidade em humanos, raramente essa é relatada, devido à grande dificuldade do diagnóstico e escassez de dados em humanos. Acredita-se que a toxicidade ocorra pela ingestão de alimentos com grande concentração deste mineral, provavelmente provenientes de áreas seleníferas e por períodos prolongados. Outra probabilidade é pela inalação de compostos voláteis de Se, tais como: seleneto de hidrogênio, dióxido de selênio ou outros.

O efeito da toxicidade ocasionada pelo alto consumo de alimentos contaminados, induz ao aumento das concentrações de Se no sangue. Indivíduos que consumiram tais alimentos, com aproximadamente 850 μ g de Se ao dia, apresentaram elevadas concentrações sangüíneas, correspondente a 100 μ g/dL de sangue (12,7 μ mol/L), caracterizando um quadro de envenenamento crônico por Se (YANG *et. al.* 1989a, 1989b; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

DEFICIÊNCIA

A primeira evidência da deficiência de Se foi demonstrada pelo médico alemão Klaus Schwarz que identificou o Se como um constituinte orgânico essencial para animais, cuja função estaria relacionada com a

vitamina E, na prevenção da necrose hepática em ratos, degeneração necrótica múltipla em camundongos (coração, fígado, rins e músculo) e diátese exsudativa em pintos (edema subcutâneo com degeneração lipídica) (SCHWARZ & FOLTZ, 1957; HOEKSTRA, 1974; DIPLOCK, 1987; BETTGER, 1993).

A partir desta descoberta, muitas pesquisas foram desencadeadas na tentativa de se estabelecer o importante papel bioquímico e fisiológico do Se na causa, prevenção e tratamento de indivíduos com doenças crônicas não transmissíveis em humanos (NÉVE, 1991).

A deficiência de Se, independentemente da vitamina E, foi evidenciada pela primeira vez em 1969, a partir de experimentos realizados em galinhas e mais tarde com outros animais. Foi observado que instalada a deficiência havia o desenvolvimento de atrofia pancreática e falhas no crescimento das galinhas, necrose hepática em ratos e codornas, diátese exsudativa em pintos, doença do músculo branco no gado e ovelhas. Ao ser suprida a deficiência de Se dos animais desapareciam os sintomas e se recuperava o estado nutricional relativo ao Se (THOMPSON & SCOTT, 1970; BURK, 1978; COMBS & COMBS, 1984).

Muitas pesquisas têm evidenciado a associação da deficiência de Se em animais com o descolamento da placenta e alteração da espermatogênese. Em vista disto é adotado habitualmente a oferta de suplemento de Se juntamente com a vitamina E para garantir a fecundidade e a retenção da placenta (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983).

Um importante grupo de pesquisa da China estabeleceu a relação etiológica do selênio e a doença de KESHAN, uma espécie de cardiomiopatia endêmica ocorrida principalmente em áreas com deficiência de Se na China. Foi observado que os indivíduos que

apresentavam essa doença, possuíam uma ingestão de 10µg ou menos, de Se ao dia (KDRG, 1979a; 1979b; SANDO *et. al.* 1992).

A doença de Keshan é classificada como aguda, subaguda, crônica e latente; todas são caracterizadas por insuficiência cardíaca, acompanhando outros sinais clínicos como: aumento do coração, congestão cardíaca, arritmia, choque cardiogênico e alterações no eletrocardiograma. Esta doença afeta principalmente crianças de 1 a 9 anos de idade e que residem em áreas com escassez de Se o que consequentemente ocasiona uma ingestão insuficiente de Se (YANG *et. al.* 1988).

Muitas pesquisas foram então realizadas com o intuito de erradicar a doença de Keshan. Um grupo de 4510 crianças foi suplementado com selenito de sódio sendo comparado com o grupo placebo. O grupo que recebeu o suplemento apresentou uma menor morbidade e melhorou seu estado de saúde. Contudo, os pesquisadores observaram que existem outros fatores envolvidos na etiologia desta doença, que ainda não foram elucidados (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; FOX & FAIRWEATHER-TAIT, 2000).

Outros efeitos são atribuídos ao quadro clínico da deficiência de Se. Um estudo evidenciou que na deficiência de Se, ocorre um declínio da atividade microbiana dos neutrófilos, influenciando negativamente a resposta do sistema imunológico. Ocorre também, um declínio da atividade de uma enzima selenodependente, a 5'-deiodinase que é a responsável pela conversão da tiroxina (T₄) em triiodotironina (T₃) (ARTHUR *et. al.* 1993).

O papel do Se no metabolismo do hormônio da tireóide sugere uma interação entre o Se e o iodo, podendo estar envolvido na etiologia da deficiência de iodo e ambos ocasionarem efeitos adversos sobre o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência neonatal (ARTHUR & BECKETT, 1994).

Estudos evidenciam que animais deficientes de Se são mais suscetíveis a toxicidade provocada por metilmercúrio ou pelo mercúrio inorgânico. Isto ocorre devido ao complexo formado pelo Se com metais pesados, demonstrado desde 1967, por Parizek e Ostadolova, que apontaram o efeito protetor do Se, na diminuição da toxicidade provocada pelo excesso de mercúrio.

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DOS INDIVÍDUOS EM RELAÇÃO AO Se

A avaliação do estado nutricional relativo a micronutrientes pode ser investigada por variados instrumentos de análise, como por exemplo a análise da dieta consumida, pois esta reflete a ingestão usual do indivíduo que a longo prazo promove alterações bioquímicas que podem ser correlacionadas ao estado nutricional do indivíduo. A avaliação direta (dieta em duplicata ou da pesagem direta dos alimentos consumidos) ou indireta (registro de 24h, diário alimentar ou o uso de questionários de frequência de três ou sete dias). A avaliação direta é realizada por meio da análise química que oferece resultados sobre a composição química da dieta e a análise indireta é realizada por meio do uso de programas computacionais (LEVANDER *et. al.* 1983; GIBSON, 1993).

Uma forma de se avaliar o estado nutricional em relação aos minerais é por meio de análises das concentrações do mineral no sangue, urina e tecidos corporais. A análise realizada no sangue é feita no sangue total, plasma, eritrócito ou plaquetas, e, as realizadas nos tecidos corporais, são feitas em cabelos ou unhas, e apresentam a vantagem de não ser invasiva aos indivíduos (GIBSON, 1989; FAIRWEATHER-TAIT, 1997).

É importante ressaltar que a determinação de Se realizada no cabelo, não é um indicador seguro, pois o uso de xampus, principalmente xampu anti-caspa, tinturas, poluição ambiental, entre outros, interferem na

concentração de minerais, principalmente de Se, pelo mesmo estar presente neste produtos e interferir na análise (GIBSON, 1989).

A atividade da enzima GPx é utilizada como um índice funcional do estado nutricional relativo ao Se, pois ela reflete a ingestão e o metabolismo relativo ao Se, sendo um dos melhores parâmetros até hoje pesquisados. Muitas investigações científicas utilizam a resposta da atividade enzimática das selenoenzimas, principalmente a GPx e a selenoproteína P, após a suplementação com Se, para medir a eficácia de um alimento ou suplemento utilizado nos estudos (XIA *et. al.* 1989; FAIRWEATHER-TAIT, 1997).

Algumas considerações devem ser apreciadas para uma adequada interpretação dos resultados. Para ser avaliado o estado nutricional progresso dos indivíduos em relação ao Se é aconselhável que as análises sejam realizadas no eritrócito e unhas, enquanto que para ser avaliado o estado nutricional atual é recomendado que as análises sejam realizadas no plasma, plaquetas e urina. É necessário ainda, que além da concentração de Se nos materiais biológicos mencionados acima, sejam avaliadas as atividades das selenoenzimas, em especial da GPx (LEVANDER, 1983, GIBSON, 1989; NÉVE, 1995; FAIRWEATHER-TAIT, 1997).

METABOLISMO

De modo geral, os compostos orgânicos e inorgânicos de Se apresentam em média valores maiores que 60%, o que é considerado um bom índice de absorção. O metabolismo dos compostos de Se parece não ser dependente exclusivamente da homeostase do Se total, pois estudos demonstram que a absorção desses compostos foi a mesma em organismos com deficiência ou com a toxicidade de Se. O Se absorvido é rapidamente captado pelo fígado, retornando ao plasma sob a forma

metabolizável (MUTANEN & MYKKANEN, 1985; SWANSON *et. al.* 1991; NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Considera-se que a liberação endógena do Se seja regulada pelos níveis de saturação das proteínas carreadoras e das enzimas selenodependentes no pool corporal total. As alterações moderadas na concentração de Se total são reflexos normais da homeostase e não necessariamente significariam riscos à saúde (MERTZ, 1998).

O principal local de absorção de Se ocorre no intestino delgado, de maneira eficiente (acima de 80% de absorção) para os compostos orgânicos de Se - os selenoaminoácidos (selenometionina - SeMet e selenocisteína - SeCis). Os compostos inorgânicos (selenato, selenito) apresentam uma variação absorptiva de 50 a 80%, sendo que sua principal excreção é via urinária (BROWN *et. al.* 1972; MUTANEN & MIKKANEN, 1985; BURK, 1989; NÉVE, 1995; FERREIRA DA CUNHA & CARVALHO DA CUNHA, 1998).

Experimentos realizados em animais demonstraram que a SeMet é absorvida individualmente por transporte ativo, por mecanismo dependente de sódio, enquanto que a SeCis parece compartilhar o mecanismo comum aos aminoácidos essenciais. Já o selenito é absorvido por meio de difusão simples e o selenato parece ser absorvido por transporte mediado por carreadores dependentes de sódio compartilhado com o sulfato. Acredita-se que o mecanismo de absorção em humanos seja semelhante ao dos animais, contudo, existe uma variabilidade quanto à eficiência da absorção (NÉVE *et. al.* 1987; JANGHORBANI *et. al.* 1990; VENDELAND *et. al.* 1992).

O transporte de Se no organismo está associado à concentração de proteínas (globulinas e lipoproteínas) no organismo, e principalmente pela presença de enzimas dependentes de Se, as selenoenzimas selenoproteína P e a selenoproteína W. Estudos evidenciam que as principais proteínas que transportam o Se no plasma são a albumina e a fração VLDL (very low-density lipoprotein), apenas uma pequena fração

de 1,5% do Se, esta associado com a GPx presente no plasma (COMBS & COMBS, 1984)

O armazenamento de Se no organismo ocorre principalmente nos rins e fígado, e em menores concentrações no coração e tecidos glandulares. A distribuição do Se nos tecidos é dependente da forma química absorvida, sendo que a SeMet apresenta uma melhor retenção tecidual do que qualquer outra forma de Se (BEHNE *et. al.* 1991).

A distribuição de Se ocorre de maneira associada às proteínas e estas recebem a denominação de selenoproteínas (SePtn) ou proteínas contendo Se. A formação das SePtn depende da concentração de Se e do complexo formado com os aminoácidos, chamado de selenoaminoácidos (SeAA). Os SeAA podem ser incorporados nas proteínas por meio de uma ligação não-específica como na incorporação da SeMet, e por ligação específica, como no caso da ligação da SeCis na cadeia peptídica das SePtn. Existem diferentes formas de Se que são encontradas nas proteínas, tais como: a SeCis, a SeMet, os selenotrisulfídios, os complexos de Se com metais pesados e outras formas que ainda estão sendo identificadas e que necessitam ser esclarecidas suas funções biológicas. (BURK e HILL, 1993; HUANG, 1996).

No organismo humano, 80% do Se encontrado está na forma de selenocisteína, normalmente ligada a uma selenoproteína. Outra importante forma de selenoaminoácido é a SeMet que é sintetizada somente em organismos vegetais. A SeMet assume importância por apresentar alta biodisponibilidade ao organismo humano com uma eficiência absorviva maior que 90%, o que significa que esta é uma excelente fonte a ser ingerida para satisfazer as necessidades nutricionais dos indivíduos em relação ao Se (SUNDE *et. al.* 1990; BURK & HILL, 1993).

Os organismos vegetais como as plantas, leveduras e algas marinhas sintetizam a SeMet a partir dos compostos de Se inorgânico

(selenito ou selenato), formando uma selenocisteína que se transforma em selenocistationa, selenohomocisteína e por fim em SeMet. A ativação destas reações ocorre por intermédio de enzimas específicas para SeMet que são dependentes da concentração ideal de vitamina B6 (piridoxina), portanto a concentração desta vitamina exerce influência na formação da SeMet (SCHRAUZER, 2000).

Existem evidências que sugerem não haver distinção entre selenometionina e a metionina, parecendo que no lugar de incorporar a metionina na proteína seja incorporada a SeMet. Quando ocorre deficiência ou alterações no metabolismo de metionina no organismo a SeMet pode ser utilizada em substituição à metionina, sendo que o oposto não é possível (SUNDE & HOEKSTRA, 1980; COMBS & COMBS, 1984).

A oferta de SeMet para o organismo humano depende exclusivamente da dieta e o *pool* de metionina determina a sua utilização como aminoácido ou para a formação de selenoproteínas, depois é o pool metabólico de Se que mobiliza a SeMet para a síntese de SeCis na enzima GPx, na selenoproteína P, ou para a síntese de outras selenoproteínas (ORTUÑO, 1997).

A SeMet é armazenada no organismo em conjunto com os tecidos que contêm as maiores concentrações de proteína tais como: músculo esquelético, eritrócitos, pâncreas, fígado, rins, estômago e mucosa gastrointestinal e cérebro (SCHRAUZER, 2000).

A principal via de excreção de Se é a via urinária, variando de 65% a 80% (10-150 mg/L); a excreção fecal é de aproximadamente 35%, sendo que os homens possuem maior excreção fecal que as mulheres. Uma menor parte é eliminada pela via respiratória, na forma de metabólitos de Se, principalmente o dimetilselenido (DIPLOCK, 1993; LEVANDER & BURK, 1999).

Um estudo realizado na Nova Zelândia demonstrou aumento na excreção de Se em mulheres suplementadas com 200µg de

selenometionina ou selenato. O grupo que ingeriu selenato excretou mais que o grupo que ingeriu selenometionina, 123 *versus* 66 µg/d após a segunda semana, ou seja, 57% e 27% da dose ingerida, respectivamente (ROBINSON *et. al.* 1997).

SELENOPROTEÍNAS

Como já mencionado, o Se no organismo é distribuído em função da concentração dos SeAA e da formação das selenoproteínas (SePtns). Existem diferentes funções e classes de SePtn determinados de acordo com o tipo de precursor de Se e do mecanismo de incorporação do Se. A classificação das SePtns esta apresentada na tabela 03.

TABELA 03: CLASSIFICAÇÃO DAS SELENOPROTEÍNAS

CLASSIFICAÇÃO DAS SELENOPROTEÍNAS	
I.	SELENOPROTEÍNAS ESPECÍFICAS
	Glutationa peroxidase
	Formato desidrogenase
	Selenoproteína P
II.	PROTEÍNAS ESPECÍFICAS
	Tiolase
	β-galactosidase
	Proteínas musculares
III.	PROTEÍNAS ESPECÍFICAS
	β-globina
	Proteínas de leveduras
IV.	PROTEÍNAS LIGADORAS DE Se
	Proteína ligadora de [Se] – ácido graxo
	Proteína ligadora de Se no plasma (130 Kda)
	Proteína ligadora de Se na mitocôndria (77 KDa)

FONTE: SUNDE (1990)

A primeira classe de SePtns com atividade enzimática e comumente conhecida como selenoenzimas é referida como a classe mais importante devido às funções fisiológicas no organismo. Nos mamíferos 11 tipos diferentes de SePtns já foram identificadas. Na tabela 04 estão descritas essas SePtns e os estudos que as identificaram.

TABELA 04: IDENTIFICAÇÃO DE SELENOPROTEÍNAS EM MAMÍFEROS

TIPO DE SELENOPROTEÍNAS	AUTORES
Glutathione Peroxidase Celular (cGPx)	ROTRUCK <i>et. al.</i> 1973; FLOHÉ <i>et al.</i> , 1973
Glutathione Peroxidase Extracelular (eGPx)	TAKAHASHI <i>et. al.</i> 1987
Glutathione Peroxidase Hidroperóxido Fosfolípido (pHGPx)	URSINI <i>et al.</i> , 1985
Glutathione Peroxidase Gastrointestinal (giGPx)	CHU <i>et. al.</i> 1993
Tipo I Iodotironina Deiodinase (5'DI)	BEHNE <i>et. al.</i> 1990; ARTHUR <i>et. al.</i> 1990
Tipo II Iodotironina Deiodinase	SALVATORE <i>et. al.</i> , 1996
Tipo III Iodotironina Deiodinase	SALVATORE <i>et. al.</i> , 1996
Selenoproteína P (Se-P)	READ <i>et. al.</i> 1990
Selenoproteína W (Se-W)	VENDELAND <i>et. al.</i> 1993
Selenoproteína Cápsula Mitocondrial (cmSePtn)	KLEENE <i>et. al.</i> 1994
Selenoproteína Epitélio Prostático (PESe)	KALCKLÖCH <i>et. al.</i> 1995
Tireoxina Redutase	TAMURA e STADTMAN, 1996

FONTE: HUANG, 1996

As selenoproteínas Iodotironina 5'-deiodinase Tipo I, II e III (5'DI) são encontradas predominantemente na glândula tireóide, e em outros tecidos como: fígado, rins, músculo, placenta, cérebro e pele. Dentre essas a mais estudada é a tipo I, que contém SeCis no seu sítio ativo, ela

realiza a conversão por deiodinação do hormônio tiroxina (T4) em triiodotironina (3,5',3'- triiodotironina, T3), que é a forma hormonal mais ativa (BURK & HILL 1993).

Estudos evidenciaram que ratos com deficiência de Se podem apresentar uma concentração elevada do hormônio T4 no plasma, 3 a 4 vezes maior que nos ratos controle. Esse efeito pode ser explicado por meio de três mecanismos propostos. O primeiro ocorre pela diminuição da concentração de 5'- iodotironina deiodinase tipo I, diminuindo sua atividade principalmente na glândula da tireóide. O segundo seria pela diminuição da atividade da GPx, o que ocasionaria um excessivo aumento da produção de peróxidos de hidrogênio, induzindo um efeito tóxico na glândula tireóide. E o terceiro, é um efeito combinado das alterações da concentração do T4 com o aumento da concentração do hormônio estimulante da tireóide, o TSH (ARTHUR *et. al.* 1993).

A SePtn mais abundante no organismo humano é a Selenoproteína P, cerca de 44% da atividade desta selenoenzima é encontrada no plasma de indivíduos saudáveis. É uma glicoproteína que contém resíduos de selenocisteína na sua estrutura primária e se caracteriza por conter mais de uma selenocisteína por cadeia polipeptídica. A função biológica da selenoproteína P é explicitada pela sua ação antioxidante extracelular e por ser considerada como o principal transportador de Se no organismo (BURK, 1989; ARTHUR *et. al.* 1993; PERSSON-MOSCHOS *et. al.* 1998).

Estudos evidenciam que a SePtn P é a principal responsável pelo efeito detoxificante do Se, pois ela se liga facilmente com metais pesados como o mercúrio, formando um complexo do mercúrio com selênio e selenoproteína P (SUZUKI *et. al.* 1998).

A mais importante e pesquisada selenoenzima foi identificada em 1957, e foi denominada de glutathione peroxidase (GPx; E.C. 1.11.1.9). Somente em 1973, é que foi identificado o Se no sítio ativo dessa enzima, sob a forma de selenocisteína contendo quatro subunidades idênticas,

cada uma com um átomo de selênio (ROTRUCK *et. al.* 1973; DIPLOCK, 1978; SUNDE & HOEKSTRA, 1980; AWAD *et. al.* 1994).

A atividade da GPx ocorre em vários tecidos e em quantidade variável. Em estudos com animais a atividade foi observada principalmente no fígado, seguida dos eritrócitos, músculos, plasma e baço. A atividade da enzima GPx corresponde de 60 a 75% no citoplasma de células eucarióticas e de 25 a 40 % nas mitocôndrias (NÉVE *et. al.* 1987; BURK & HILL, 1993, MICHIELS *et. al.* 1994).

A GPX apresenta três papéis fundamentais, o primeiro é o de converter peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em H_2O , o segundo é o de reduzir hidroperóxidos lipídicos. E por último, possui o papel de reverter a oxidação de proteínas para grupos sulfidrilas (CHANCE *et. al.* 1979).

Existem diferentes selenoenzimas da mesma família da GPx. A GPx celular (cGPx) que apresenta atividade no eritrócito e a glutathione peroxidase extracelular (eGPx) ou glutathione peroxidase plasmática (pGPx) que apresenta atividade no plasma, sendo que ambas contém Se no seu sítio ativo sob a forma de SeCis, com 4 sub-unidades idênticas. Outra selenoenzima é a Fosfolípide Hidroperóxido Glutathione Peroxidase (PLGPx), que foi purificada no coração e fígado de porcos, mostrando ser uma forma monômera com 20 kDa, que atua na transformação dos hidroperóxidos no citosol e na redução dos hidroperóxidos derivados do colesterol e fosfolípidos da membrana celular, que não são substrato para a GPx clássica (URSINI *et. al.* 1985; BURK & HILL, 1993).

A ação biológica da GPx extracelular e celular é de catalisar a redução, preferencialmente, dos peróxidos de hidrogênio e hidroperóxidos lipídicos, porém a pGPx não apresenta ação para metabolizar os hidroperóxidos de fosfolípidos e de colesterol (THOMAS *et. al.* 1990).

A PLGPx por apresentar ação na redução de hidroperóxidos lipídicos na membrana celular, promove uma explicação para o efeito poupador do Se na deficiência de vitamina E, conferindo a essa enzima o

papel de proteção peroxidativa das membranas lipídicas juntamente com a vitamina E. A GPx age dentro da célula contra a ação oxidativa dos peróxidos (SPALLHOLZ, 1990).

A síntese e atividade das GPx depende do estado nutricional do indivíduo em relação ao Se. Estudos evidenciam que é necessária a ingestão de no mínimo 40µg de Se ao dia para que a atividade plasmática dessa enzima seja promovida no organismo humano (NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Não somente a quantidade de Se ingerida, como também a concentração de ácidos graxos polinsaturados (PUFAS) da dieta ingerida, influenciam na reação oxidativa da GPx, pois, as duplas ligações dos PUFAs são os alvos da reação que inicia a formação dos peróxidos lipídicos. Estudos demonstraram que na deficiência de Se ocorre aumento da oxidação dos ácidos graxos e uma diminuição da concentração de Se no sangue. Acredita-se que isto ocorra em função de uma maior mobilização do Se para promoção da atividade da GPx (BELISSOLA *et al.* 1992).

SISTEMA ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE FÍSICA

Sem dúvida a mais importante função fisiológica do Se é devido a sua participação nos processos do sistema de defesa antioxidante, por meio da ação das diferentes GPxs que agem na proteção celular contra os danos provocados pelos radicais livres, juntamente com um complexo sistema antioxidante que envolve outras substâncias contra a promoção excessiva dos radicais livres.

A formação de radicais livres (RL) é um processo natural e contínuo que se apresenta nas reações bioquímicas essenciais do organismo, principalmente quando ocorre a geração da oxidação lipídica. É uma reação em cadeia que origina várias espécies reativas de oxigênio (EROs), geradas “in vivo” no citoplasma, mitocôndrias, retículo

endoplasmático, membrana celular e núcleo de células aeróbias (ABDALLA, 1993; BARBER & HARRIS, 1994; HALLIWELL, 1994; WISEMAN, 1996).

O organismo recorre a uma adaptabilidade funcional para manter as EROs em baixas concentrações, por meio da existência de um sistema de defesa antioxidante, constituído de compostos que protegem o sistema biológico contra os efeitos danosos de processos ou reações que promovem a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares. Estes compostos são subdivididos em três sistemas de defesa. O primário é formado por substâncias que evitam a formação ou as interações provocadas pelas EROs, constituído pelas enzimas antioxidantes (GPx, SOD, Catalase), proteínas (transferrina e ceruloplasmina) e substâncias não enzimáticas como o urato, ascorbato, albumina, bilirrubina e carotenóides que interagem com as EROs. O sistema de defesa secundário é constituído por compostos fenólicos ou aminas aromáticas (α -tocoferol, tocotrienóis, flavonóides e antioxidantes sintéticos). O terceiro mecanismo de defesa é composto pelos sistemas de reparo do DNA (polimerase), proteínas e lipídios respectivamente (ABDALLA, 1993).

Os antioxidantes são definidos como qualquer substância que quando presente em baixas concentrações, comparada aos substratos oxidáveis, retardam ou previnem a oxidação destes substratos (HALLIWELL, 1994; WISEMAN 1996).

Quando ocorre um aumento da concentração de EROs, concomitante com a depleção dos níveis de antioxidantes, é estabelecido o quadro de estresse oxidativo, que contribui para os processos de envelhecimento e doenças. Isto ocorre devido a uma alimentação inadequada, com baixas concentrações de vitaminas e minerais antioxidantes, bem como da diminuição dos níveis fisiológicos dos antioxidantes (SALGANIK *et. al.* 1994).

O exercício físico leva a um aumento do consumo de oxigênio de 10 a 15 vezes acima dos valores de repouso e conseqüentemente a uma maior produção de espécies reativas de oxigênio (EROs). A Glutathione

peroxidase e a Glutathione redutase são duas enzimas que compõem o ciclo redox da Glutathione, um dos importantes mecanismos do sistema de defesa antioxidante. A figura 8 demonstra o ciclo redox da Gpx, que atua como um catalisador para reduzir os peróxidos, utilizando como substrato a glutathione reduzida que por sua vez necessita da glutathione redutase para ser regenerada, utilizando NADPH como agente redutor (JI, 1988).

FIGURA 08: ESQUEMA DA REAÇÃO DA GPx (Adaptada de HUANG, 1996).

Wolinsky & Hickson (1994) demonstraram o aumento da peroxidação lipídica na mitocôndria do músculo esquelético de ratos deficientes de selênio após o exercício. A ação do selênio como antioxidante, em conjunto com a vitamina E, na redução da peroxidação lipídica nas células, demonstra a importância deste mineral quando ocorre a peroxidação lipídica induzida pelo exercício árduo.

FIGURA 09: ESQUEMA DA REAÇÃO DA VIT. E COM A VIT. C E A GPX

A vit. C associa-se à vit. E, que reage com o RL e forma o radical α -tocoferil, que é então regenerado pela vit. C. A glutathione (GSH) regenera o radical ascorbil novamente a vit. C.

Estudos posteriores, também confirmaram que ratos treinados e que receberam dietas deficientes de selênio, apresentaram redução da atividade da GPx nos músculos e fígado em 80%, outros experimentos na mesma linha de pesquisa, também demonstraram que os níveis da GPx diminuíram em 90% no fígado e mais de 75% no músculo esquelético de ratos deficientes de selênio (JI, 1995).

O mesmo autor propôs o esquema abaixo, como um possível esclarecimento da resposta antioxidante e da adaptação do organismo durante a prática de exercícios:

FIGURA 10: MODELO DA RESPOSTA ANTIOXIDANTE E POSSÍVEL ADAPTAÇÃO FISIOLÓGICA DURANTE O EXERCÍCIO FÍSICO (Adaptado de JI, 1995).

A ação das enzimas antioxidantes durante os processos de transferência de elétrons, devido ao metabolismo celular, sofrem a ação pró-oxidante do exercício físico. E o desequilíbrio entre o sistema de defesa antioxidante e o aumento de oxidantes no organismo, induz a danos celulares comuns no estresse oxidativo. Este desequilíbrio pode ser ocasionado por exemplo por insuficiência do substrato da enzima, como o Se para a ação da GPx (ARUOMA, 1994).

SUPLEMENTAÇÃO

Muitas publicações têm relatado o uso de suplementos à base de selenoaminoácidos (SeMet e SeCis) e outros compostos à base de Se, para se esclarecer a absorção e o metabolismo do Se. Estudos de suplementação servem ainda para determinar a biodisponibilidade de produtos farmacológicos e alimentos DIPLOCK, 1978; FAIRWEATHER-TAIT, 1997).

Investigações sobre o efeito da suplementação de Se no estado nutricional de sujeitos em relação ao Se, evidenciaram que jovens e adultos quando suplementados com 100 e 200 µg respectivamente, apresentam um aumento significativo da concentração de Se e da atividade da GPx no plasma, seu indicador biológico no homem (XIA *et. al.* 1989). O mesmo efeito foi observado por Robinson (1989), ao pesquisar o efeito da suplementação com selenometionina em indivíduos residentes em áreas que apresentavam deficiência de Se, na China e Nova Zelândia.

Foi realizado um estudo, na Nova Zelândia, com 52 adultos de 19 a 59 anos de idade, que ingeriam em média 28 µg de Se ao dia. Foram formados 5 grupos com 10 indivíduos cada e estes receberam doses de 0, 10, 20, 30 ou 40µg de selenometionina pelo período de 20 semanas. A atividade da GPx no plasma foi significativamente maior após a suplementação (DUFFIELD *et. al.* 1999).

Yang e colaboradores (1988) observaram que em pacientes com a doença de Keshan após a suplementação com Se o quadro de distúrbios musculares regredia. O mesmo ocorreu com indivíduos suplementados com Se que apresentavam a doença de Keshan-Beck, uma espécie de artrose endêmica definida como uma osteoartropatia, identificada principalmente na China, que acometia principalmente jovens, caracterizada por uma disfunção degenerativa crônica e necrose das articulações e epífises ósseas dos braços e pernas, causando dor e enrijecimento.

As pesquisas realizadas, na China, serviram para que fosse estipulada a necessidade normativa do Se com base nos estudos experimentais de Yang e colaboradores (1987). A amostra estudada consistiu de oito homens adultos com idade de 18 a 42 anos e aproximadamente 60kg que compuseram cinco grupos e que receberam doses orais de DL-selenometionina de 0, 10, 30, 60 e 90 μ g ao dia por 8 meses. Os resultados evidenciaram que a ingestão acima de 30 μ g de Se oferecido pela suplementação, somada a 11 μ g proveniente da dieta normalmente consumida, foi o suficiente para promover a resposta fisiológica de Se por aumentar a atividade da GPx no plasma.

Swanson e colaboradores (1990) observaram que existe uma forte correlação entre a ingestão de Se e sua concentração no sangue total, soro e unhas, de indivíduos suplementados pelo período de três meses. O interessante dos resultados encontrados por estes autores, é que apesar da ingestão ter sido maior na população masculina do que na feminina, a correlação foi semelhante em ambos os sexos. Isto evidencia que não há diferença significativa no metabolismo relativo ao Se entre homens e mulheres.

Estudos com pacientes submetidos a nutrição parenteral (NP) prolongada tem demonstrado que os mesmos apresentam deficiência de Se e também menor atividade da GPx no sangue, desenvolvendo a sintomatologia característica, tal como: distrofia muscular, miopatia

esquelética e fraqueza, que desapareceu após a suplementação com selenometionina (VAN RIJ *et. al.* 1979; HATANAKA *et. al.* 2000).

Cohen e colaboradores, em 1989, observaram que na deficiência de Se, a concentração de Se no plasma e nos eritrócitos diminuem paralelamente, assim como, o metabolismo celular dos hidroperóxidos. Verificaram também que com a suplementação, ocorre uma elevação na atividade da GPx no plasma, mas a atividade no eritrócito somente volta ao normal após um longo período de suplementação, sugerindo assim, que para haver uma atividade enzimática eficiente, o selênio deve estar presente no momento da formação dos eritrócitos.

A suplementação com Se apresenta efeito protetor contra o câncer (CA), pois o Se possui atividade anticarcinogênica em alguns tipos de CA induzidos quimicamente ou por vírus (OLDFIELD, 1987). Por outro lado, um estudo ressalta o cuidado na suplementação de Se, pois quantidades de ingestão muito elevadas podem desenvolver uma atividade citotóxica (SPALLHOLZ, 1994).

Um estudo randomizado foi realizado por um longo período de 4,5 anos em média, com 1312 pacientes com CA de pele. Os pacientes receberam um suplemento de 200µg de Se na forma de tabletes. Os resultados demonstram que não houve efeito significativo na melhoria da incidência de CA de pele, porém houve uma redução significativa na mortalidade total causada por CA, bem como, houve uma redução na incidência de CA no pulmão, intestino e próstata quando comparado aos indivíduos controles (CLARK, 1996).

Yoshizawa e colaboradores (1999) demonstraram que o risco de CA de próstata em homens suplementados com 200µg de Se, foi menor quando comparado com o grupo placebo (NATIONAL ACADEMY SCIENCE, 2000).

Outro enfoque, quanto à suplementação, é a dificuldade em se discutir as conseqüências desta para humanos, visto que a maioria dos

estudos não realiza a suplementação por um período longo, como também não se tem a preocupação com a forma química do Se na dieta, suas funções biológicas, seu metabolismo, sua excreção e seus metabólitos (ROBINSON *et. al.* 1996).

Experimentos com indivíduos treinados que receberam suplementação de selênio na forma de selenometionina, demonstraram o efeito positivo da suplementação de Se no aumento da atividade enzimática da GPx e na concentração de selênio nos eritrócitos. Entretanto, não houve correlação significativa destes parâmetros com um possível aumento do VO₂ Máx. durante o treinamento. Observou-se maior oxidação da Glutathione provavelmente ocasionado pela maior produção de Espécies de Radicais Livres Derivados do Oxigênio - EROs (TESSIER *et. al.* 1995).

Estratégias propostas para que seja amenizado os possíveis danos celulares ocasionados pelo exercício físico devido à promoção de radicais livres, têm considerado a necessidade do esportista ingerir uma dieta antioxidante, composta por vitaminas, minerais e flavonóides, ou o uso de compostos farmacológicos isolados. Esta última alternativa atualmente muito utilizada, deve ser observada cautelosamente, pois são necessários melhores estudos sobre o efeito da suplementação e seu mecanismo de ação fisiológica (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

Portanto, ao compreendermos as reflexões acima, e ao considerarmos que a GPx é a principal enzima do sistema de defesa antioxidante e que sua atividade depende da disponibilidade de Se no organismo, a intervenção nutricional deve ser estudada para que se possa garantir o adequado estado nutricional de esportistas em relação ao Se.

Os praticantes de capoeira são um interessante grupo de observação, por apresentarem maior produção de EROs e possível risco de estresse oxidativo. É cada vez maior o número de adeptos e o interesse de estudos científicos sobre este esporte, que vem sendo praticado em

muitas academias esportivas e em escolas públicas na disciplina de educação física.

No presente estudo, a intervenção nutricional sugerida entendida como conveniente, seria por meio de suplementação alimentar, em especial com a castanha-do-brasil, considerando que uma única amêndoa ao dia satisfaz a recomendação de ingestão diária de Se, além de ser facilmente consumida e conservada.

IV- CASUÍSTICA E MÉTODOS

IV - CASUÍSTICA E MÉTODO

4.1 ESQUEMA DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL:

FIGURA 11: DELINEAMENTO DA PESQUISA

4. 1. 2 ESQUEMA DA INTERVENÇÃO – SUPLEMENTAÇÃO E COLETA DE SANGUE VENOSO E MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Abaixo está apresentado o esquema que foi assumido na intervenção, oferecida por meio da suplementação de castanha-do-brasil (CB). Três coletas foram realizadas ao todo, a primeira foi realizada no tempo zero (T0), ou seja antes da intervenção, a segunda coleta foi realizada após 80 dias de suplementação (T1) e a última coleta foi realizada ao final do período de suplementação após 170 dias (T2).

FIGURA 12: DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DA SUPLEMENTAÇÃO COM CB, COLETA DE SANGUE VENOSO, MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E DIETA

4. 2 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO

Diante da escassez de literatura científica sobre aspectos fisiológicos, treinamento e condicionamento físico, bem como sobre avaliação antropométrica, tais parâmetros foram pesquisados no presente estudo, objetivando se conhecer a população estudada.

A proposta desse estudo foi divulgada em diversos locais onde ocorre a prática de capoeira, com o intuito de obter adesão de voluntários à pesquisa. Em vista disto, foram realizadas palestras explicativas em 08 desses locais na cidade de São Paulo. Aos interessados em participar foi solicitado o preenchimento de um formulário para posterior contato, conforme anexo 01.

Os locais que participaram da pesquisa foram: CEPEUSP (Centro Poliesportivo da USP), CEACA (Centro de Estudos e Aplicação da Capoeira, localizado na residência estudantil da USP - CRUSP) e o DEFE (Departamento de Educação Física do Estado) .

4. 2. 1. QUESTIONÁRIO APLICADO PARA AVERIGUAR AS CARACTERÍSTICAS SOCIAIS E OBSERVAR OS CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Ao todo 124 voluntários foram submetidos a uma entrevista individual acompanhada do preenchimento de um questionário (anexo 02), para conhecer o treinamento esportivo e caracterizar o perfil social da população estudada. Após a aplicação desse questionário, 44 voluntários contemplaram as exigências quanto ao protocolo aplicado no presente estudo, por satisfazerem os seguintes critérios de exclusão:

- ↳ uso de fármacos
- ↳ uso de suplementos de vitaminas e minerais
- ↳ enfermidades graves
- ↳ tabagistas
- ↳ frequência de treinamento inferior a 4 vezes por semana

- ↳ duração de treinamento inferior a quarenta minutos
- ↳ indivíduos com menos que 1 ano consecutivo de treinamento
- ↳ indivíduos que habitualmente consumiam alimentos como: barra de cereais a base de castanha-do-brasil (exemplo: NUTRY® ou TRIO®), rins, fígado e frutos do mar.
- ↳ idade abaixo de 19 anos e acima de 31 anos.

O questionário teve por objetivo coletar informações sobre as características pessoais e sociais dos voluntários, tais como: a naturalidade, grau de instrução, estado civil; informações sobre os dados clínicos gerais relatando sobre doenças pessoais e dos familiares, bem como informações sobre o consumo de medicamentos e suplementos esportivos. Foi possível averiguar sobre as atividades físicas praticadas, a frequência e incidência, a duração do treino, o local onde exerciam suas atividades, quem era seu mestre (treinador) e porque escolheram a prática de capoeira.

4. 2. 2 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL:

A avaliação nutricional dos voluntários foi considerada a partir da interpretação do hemograma completo, composição corporal obtida pela avaliação antropométrica e Índice de Massa Corporal e avaliação dietética obtida pelo consumo alimentar e adequação da dieta.

4. 2. 2. 1 AVALIAÇÃO LABORATORIAL (BIOQUÍMICA):

O teste laboratorial realizado no sangue venoso identificado como hemograma completo (eritrograma e leucograma), após jejum de 12h, conforme orientação oferecida pela pesquisadora (anexo 03), foi realizado para uma melhor interpretação nutricional e triagem dos participantes da pesquisa.

Foram assumidos os seguintes critérios de exclusão obtidos pelo histórico terapêutico:

- ↪ uso de antibióticos e quimioterápicos antibacterianos;
- ↪ corticosteróides;
- ↪ anticoagulantes orais;
- ↪ agentes hipoglicemiantes;
- ↪ antipsicóticos;
- ↪ doença hematológica

Para a série eritrocitária (eritrograma) foram consideradas as seguintes variáveis:

- ↪ eritrócito
- ↪ hemoglobina (Hb)
- ↪ hematócrito (Ht)
- ↪ volume corpuscular médio (VCM)
- ↪ hemoglobina corpuscular média (HCM)
- ↪ concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM)

Para a série leucocitária (leucograma) foram consideradas as seguintes variáveis:

- ↪ neutrófilos bastonetes (NBt)
- ↪ neutrófilos segmentados (NS)
- ↪ eosinófilos (Eos)
- ↪ basófilos (Bas)
- ↪ linfócitos (Lin)
- ↪ monócitos (Mon)

Os exames foram realizados no Laboratório de Análises Clínicas da FCF/USP, por contagem automática em aparelho CELL-DYN 3000 (ABBOT), segundo os métodos de WINTROBE (1981) e BESSMAN (1983).

4. 2. 2. 2. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Para realizar a avaliação antropométrica foi agendada uma data comum para que todos os voluntários pudessem comparecer. Os participantes receberam orientação com a descrição do protocolo de procedimento (anexo 04).

Neste protocolo constava as orientações quanto ao vestuário (homens vestissem um calção e camiseta e as mulheres um shorts e míni blusa ou top) e que os integrantes da pesquisa deveriam comparecer em jejum de 8h, sem ter realizado exercícios físicos 24h antes, sem fazer uso de medicamentos diuréticos ou sem ter ingerido bebida alcóolica ou café preto puro até 4h antes do exame.

Todos dados foram coletados por três vezes para cada medida e anotados em formulário padronizado conforme anexo 05.

Foram mensurados:

A) Peso – Obtido pela utilização de balança digital - ECHOLAC[®], com os voluntários vestindo roupas esportivas leves (shorts e camiseta) e descalços.

B) Estatura - Obtida por meio do uso de um estadiômetro, fixado em uma parede lisa, sem rodapé. Os participantes mantiveram postura ereta e cabeça erguida, permanecendo descalços enquanto era aferida sua altura.

ESPESSURA DO TECIDO SUBCUTÂNEO (DOBRAS CUTÂNEAS)

As medidas de espessura do tecido subcutâneo (dobras cutâneas) foram provenientes da média obtida após a coleta de uma série de três tomadas (triplicata) do mesmo local, no hemicorpo direito do indivíduo avaliado, com exceção da prega cutânea tricipital, que foi colhida no hemicorpo esquerdo. As medidas coletadas encontram-se descritas abaixo.

Para todas as coletas, os voluntários permaneceram em postura ereta, descalços e com roupas leves do tipo esportivas como descritas para

a coleta de peso, estando os mesmos relaxados para o momento da coleta das dobras.

Todas as dobras foram medidas por meio da utilização de um compasso de *LANGE* (*LANGE SKINFOLD CALIPER – Cambridge Scientific Industries Inc.*) com pressão constante de 10g/mm² e precisão de 0,1 milímetro com escala de 0 a 65 mm.

DOBRAS	DESCRIÇÃO
↪ PCT (prega cutânea tricipital)	Esta dobra foi medida verticalmente na parte posterior do antebraço esquerdo, sobre o músculo tricipital, onde os voluntários permaneceram com o braço fletido a um ângulo de 90° e foi estabelecido o ponto médio entre o acrômio e o olécrano marcado suavemente com uma caneta. Após determinado o ponto médio, o braço foi estendido, e quando relaxado foi pinçada a dobra.
↪ PCB (prega cutânea do bíceps)	Essa dobra foi medida verticalmente, sendo medida no eixo longitudinal do braço, na sua face anterior, no ponto de maior circunferência aparente do ventre muscular do bíceps.
↪ PCA (prega cutânea abdominal)	Essa dobra foi medida verticalmente, tendo sido pinçada paralelamente ao eixo longitudinal, aproximadamente 2 cm à direita do umbigo.

↘ PCS (prega cutânea subscapular)	Essa dobra foi medida obliquamente ao longo do eixo longitudinal, seguindo a orientação dos arcos costais. Foi pinçada sobre o ponto médio de uma linha imaginária traçada entre a borda vertebral até 1 a 2 cm do ângulo inferior da omoplata (escápula).
↘ PCSI (prega cutânea supra-iliaca)	Dobra oblíqua pinçada aproximadamente 2 cm acima da crista-iliaca, no ponto imaginário de intersecção com o prolongamento da linha axilar anterior média e da crista-iliaca.
↘ PCC (prega cutânea da coxa)	Dobra vertical pinçada sobre a superfície anterior da coxa, paralelamente ao eixo longitudinal da perna, sobre o músculo do reto femural, a 2/3 da distância do ligamento inguinal e a borda proximal da rótula.
↘ PCP (prega cutânea da panturrilha)	O voluntário permanece sentado com o joelho em um ângulo de 90° de flexão sem apoiar o pé e permanecendo com o joelho em posição anatômica. Foi pinçada a dobra no sentido paralelo ao eixo longitudinal do corpo, na altura de maior circunferência da perna apoiado no bordo medial da tibia.

Os cálculos dos indicadores antropométricos foram aplicados a partir de uma modificação de fórmulas de vários estudos com base na “Equação de SIRI - 1961”, adaptada para a população brasileira por GUEDES (1994).

A seguir estão descritas as etapas que foram realizadas :

Inicialmente, foi calculado o valor predito para a densidade corporal (g.mL^{-1}), através das seguintes equações de acordo com o sexo:

- Sexo masculino (M):

$$\text{DENS} = 1,1714 - 0,0671 \text{ Log}_{10} (\text{PCT} + \text{PCSI} + \text{PCA})$$

- Sexo Feminino (F):

$$\text{DENS} = 1,1665 - 0,0706 \text{ Log}_{10} (\text{PCC} + \text{PCSI} + \text{PCS})$$

A conversão da densidade corporal pode ser realizada pela aplicação de outra equação ou pela utilização de tabelas percentuais. Portanto, em uma segunda etapa, foi aplicado o cálculo do somatório de três dobras cutâneas (ΣDC) colhidas diferencialmente nos homens e mulheres.

Em seguida, foi consultada a tabela de referência quanto à conversão dos valores de densidade corporal preditos tanto para o sexo masculino, quanto para o sexo feminino. O resultado dessa consulta ofereceu a porcentagem da gordura do peso corporal (%).

Depois, foi então estimada a gordura corporal em termos absolutos (peso gordo em kg), a massa corporal magra (MCM, kg), o peso ideal (PI, kg) e o peso corporal em excesso (PE, kg).

$$\Sigma \text{DC (cm)} = X \quad M = \Sigma \text{ de PCT} + \text{PCSI} + \text{PCA},$$

$$F = \Sigma \text{ de PCC} + \text{PCSI} + \text{PCS}$$

Vide tabela (anexo X) = Y (% G)

$$\text{PG (KG)} = \text{Peso corporal atual (PA)} \times \left(\frac{\text{Y (\% G)}}{100} \right)$$

$$\text{MCM (kg)} = \text{PA} - \text{PG}$$

$$\text{PI (kg)} = \text{MCM} \div 0,85 \text{ (fator constante)}$$

$$\text{PE (kg)} = \text{PA} - \text{PI}$$

ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC):

O IMC ou “Índice de QUETELET” é a razão entre o peso atual (PA - expresso em kg) do indivíduo e a altura (A - expressa em metro) ao quadrado (WHO, 1998).

Este indicador não oferece a representação percentual de cada compartimento corpóreo, mas foi utilizado para classificar o estado nutricional geral de um indivíduo. Abaixo apresenta-se descrita fórmula que descreve o IMC.

$$\text{IMC (peso (kg)/ altura (m)}^2\text{)} = \left(\frac{\text{Peso Atual (kg)}}{(\text{Altura (m)})^2} \right)$$

A tabela 5 apresenta os parâmetros de normalidade adotados pela Organização Mundial da Saúde, onde demonstra-se a classificação do estado nutricional de acordo com IMC.

TABELA 05: CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL SEGUNDO O IMC

ESTADO NUTRICIONAL	IMC (kg/m ²)
Baixo Peso Grave	<16.0
Baixo Peso Moderado	16,0 – 16,99
Baixo Peso	17,0 – 18,49
Desnutrição	<18.45
Normal	18,5 – 24,99
Pré-obeso	25,0 – 29,99
Obesidade I	30,0 – 34.99
Obesidade II	35.0 – 39.99
Obesidade III	> 40,0

Fonte: WHO, 1998.

4. 2. 2. 3. AVALIAÇÃO DIETÉTICA

AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR

O consumo alimentar foi avaliado por meio do registro de 3 dias e recordatório de 24h, descritos nos anexo 5 e 6 (Gibson, 1993). Durante todo o período de suplementação com as CB foram realizados 9 registros alimentares com cada voluntário, 3 no início do experimento (T0), 3 na metade (T1) e 3 no final do experimento (170d, T2).

O registro de alimentos foi utilizado para avaliar a ingestão usual e o recordatório de 24h, foi utilizado para avaliar a frequência alimentar, para a partir destes dados poder discutir as principais fontes de Se.

Inicialmente, foi realizada uma reunião com os integrantes da pesquisa para prestar esclarecimentos sobre a importância da colaboração dos mesmos em oferecerem informações sobre o seu consumo alimentar, bem como esclarecer dúvidas gerais sobre os métodos adotados e

principalmente esclarecer de que forma os voluntários deveriam anotar as informações pertinentes às medidas caseiras utilizadas.

Uma demonstração prática sobre medidas caseiras foi realizada na mesma reunião. Foi utilizada louça doméstica e comum, tais como: copo de vidro de requeijão, xícara de vidro da marca Durelex[®], caneca de louça com alça, talheres inoxidáveis de diversos tamanhos e tipos (garfos, facas, colher de chá, colher de café, colher de sopa e colher de servir, concha e escumadeira), e pratos da marca Durelex[®] (raso, fundo e de sobremesa). Os voluntários foram ainda esclarecidos quanto ao tamanho das porções utilizadas para expressar as medidas caseiras, como por exemplo: uma colher de sopa pode ser rasa, normal e cheia. Também, foi esclarecido sobre tamanho de porções de frutas, pães, bolos, biscoitos, carnes e outros (unidade, fatia, pedaço).

Após a reunião, foram entregues aos voluntários 4 formulários para o preenchimento do registro alimentar de 3 dias (1 cópia extra), para que cada um dos voluntários anotasse todos os alimentos e bebidas consumidos em três dias, sendo 2 dias deveriam expressar de segunda a sexta-feira e 1 dia expressar o sábado ou o domingo.

Para a aplicação do recordatório de 24h foi agendada uma entrevista com cada participante da pesquisa. O método de recordatório de 24h foi executado em dois estágios, o primeiro estágio consistiu em listar todos os alimentos e bebidas consumidos em cada refeição e questionar quais os horários em que cada indivíduo realizava suas refeições.

O segundo estágio do recordatório de 24h consistiu na descrição detalhada de cada alimento e bebida consumidos, sendo foi questionado ao entrevistado qual a porção consumida em relação a quantidade e qual a medida caseira que representava essa porção. Também foi questionado qual o tipo de preparação utilizada durante a cocção dos alimentos e quais as marcas de cada produto alimentício consumido ou utilizado no preparo das refeições.

Após o recolhimento dos registros alimentares devidamente preenchidos e da entrevista realizada para obtenção do recordatório de 24h, foi realizada uma planilha individual para cada voluntário, onde foram obtidas

a média de cada alimento e bebida consumidos em todas as refeições declaradas pelos voluntários.

A análise da composição de nutrientes dos alimentos ingeridos, foram obtidas por meio do uso de um programa de computador (software), o Sistema de Apoio a Decisão em Nutrição, conhecido como Nutri, desenvolvido pelo Centro de Informática em Saúde da Escola Paulista de Medicina.

Todos os alimentos que não constavam no banco de dados original foram acrescidos para cálculo posterior com base em informações colhidas em uma tabela de composição química dos alimentos inglesa - *The Composition of Foods* (McCANCE & WIDDONSON'S, 1991). O mesmo procedimento foi adotado quanto à inclusão das concentrações de nutrientes específicos, em especial referentes ao Se.

ADEQUAÇÃO DA DIETA

Foi calculada a média e desvio padrão de energia e nutrientes que compuseram as refeições dos participantes da pesquisa, obtidas pelo registro de 3 dias em cada momento de coleta (T0, T1 e T2), o que perfaz ao todo 9 inquéritos alimentares.

Os valores médios obtidos foram comparados com as recomendações dietéticas de energia e nutrientes, para indivíduos e populações, estabelecidas pelo *National Research Council* – RDA (1989) e especificamente para Se a adequação foi averiguada após a correção estatística da variação intrapessoal e interpessoal da ingestão segundo *National Academy Science* - DRI (2000).

Os cálculos aplicados para a adequação da ingestão de Se, estabelecidos com base na EAR a partir das equações propostas pela NAS – DRI (2000, 2002; FISBERG, *et.al.*, 2003). Os valores da ingestão usual dos capoeiristas foram ajustados a partir do cálculo de prevalência do consumo alimentar, por meio da aplicação da análise de variância intrapessoal e interpessoal, para posteriormente ser conhecida a distribuição da inadequação e adequação pelo escore “z” da EAR e RDA.

Os resultados sobre a ingestão usual foram ainda comparados aos diferentes momentos do experimento e com os dados bioquímicos de selênio e da enzima glutathione peroxidase.

De acordo com a quantidade do nutriente ingerido e o tempo ao qual um indivíduo permanece com uma ingestão insuficiente, pode acarretar uma inadequação do seu estado nutricional em relação a este nutriente ou ao seu estado nutricional geral (GIBSON, 1989).

A identificação desse estado nutricional inadequado, caracteriza o indivíduo de duas formas: um estado nutricional de risco, onde provavelmente venha a desenvolver deficiências nutricionais, ou a um estado nutricional de atenção, pois as alterações bioquímicas podem ainda não ser mensuráveis.

4. 2. 3 CARACTERÍSTICAS DO TREINAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONDICIONAMENTO FÍSICO

4. 2. 3.1 GRADUAÇÃO, TEMPO MÉDIO RELATIVO AO TREINAMENTO E PERMANÊNCIA NA RODA DE CAPOEIRA

Foi averiguado a duração do treino dos participantes da pesquisa, visto que o esporte capoeira quase não possui relatos científicos sobre os aspectos fisiológicos promovidos pela prática esportiva.

Cada participante da pesquisa foi acompanhado no seu próprio local de treino. O tempo médio de treinamento dos participantes da pesquisa foi determinado após o acompanhamento de dez visitas que ocorreram na segunda e última semana de cada mês que compôs o período total do experimento (170 dias).

O esportista normalmente entra na roda de capoeira e realiza a execução de uma série de exercícios variados juntamente com outro capoeirista. Foi cronometrado o tempo em que cada participante da pesquisa permanecia na roda de capoeira e foram contadas quantas vezes o mesmo participante voltava a executar exercícios na roda de capoeira.

4. 2. 3. 2 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO

A medição foi realizada por meio de análise de reflectância em sangue, que determina a concentração de lactato. A leitura foi realizada em um aparelho denominado de lactímetro, da marca Accusport[®], fabricado pela *Boeringer Manheimm*.

O sangue foi obtido por punção digital após a limpeza com álcool etílico da área local a ser perfurada. Foi utilizado um instrumento identificado como Softclix[®] (tipo uma caneta), fabricado pela *Boeringer Manheimm*, no qual foi colocada uma agulha especial para a caneta, para realizar perfuração da pele.

Após a perfuração foi coletada uma gota de sangue que foi colocada em uma lanceta descartável que posteriormente era acoplada ao lactímetro e a leitura apresentada foi anotada em planilha.

As informações foram coletadas três vezes em um mesmo dia em dois diferentes momentos, antes e depois da execução dos exercícios.

Para o efetivo controle das análises foi utilizado um padrão controle para lactato, também fabricado pela *Boeringer Manheimm*, identificado como BM controle[®]. Tal produto foi utilizado uma única vez sempre antes da coleta de sangue dos participantes da pesquisa.

4. 2 . 3. 3 AVALIAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – PREDIÇÃO DO VO₂ MÁXIMO (Máx.)

Os voluntários receberam um informativo prévio para a realização do teste conforme anexo 8, que descrevia o protocolo ao qual os participantes da pesquisa seriam submetidos.

O teste consistiu em uma etapa inicial de aquecimento prévio e curto de todos os participantes, seguido de cargas de trabalho definidas em 150 Watts para a população masculina e 100 Watts para a população feminina, realizado em uma bicicleta ergométrica da marca *Monark*, por um período total de 5 minutos.

Foi registrada a frequência cardíaca no quarto ou quinto minuto, através da utilização de um frequencímetro, o utilizado foi da marca POLAR®. Foi observado o valor médio da frequência cardíaca e por meio da aplicação de uma fórmula preconizada por ASTRAND em um protocolo adaptado por ARAÚJO (1984), foi obtida a predição de VO_2 Máx.

Para a aplicação deste teste foi contratada uma equipe de assessoria esportiva, a BIOCORP ASSESSORIA EM APTIDÃO FÍSICA. Os profissionais contratados eram habilitados como professores de educação física.

Os padrões assumidos para os valores de referência assumidos como padrão, para a comparação dos resultados, foram os preconizados pelo *American Heart Association* (1995), conforme descrito nas tabelas a seguir, distribuídas segundo o sexo.

TABELA 06: VALORES DE REFERÊNCIA DO VO_2 DE ACORDO COM A IDADE, PARA MULHERES

IDADE	MUITO BAIXA	REGULAR	BOA	ALTA
17 – 29 anos	< 23	31 – 37	38 - 48	> 49
30 – 39 anos	< 23	28 – 33	34 – 44	> 45
40 – 49 anos	< 16	24 – 30	31 – 41	> 42
50 – 59 anos	< 16	21 – 27	28 – 37	> 38
60 – 69 anos	<12	18 – 23	24 – 34	> 35

FONTE: AMERICAN HEART ASSOCIATION (1995).

TABELA 07: VALORES DE REFERÊNCIA DO VO₂ DE ACORDO COM A IDADE, PARA HOMENS

IDADE	BAIXA	REGULAR	BOA	ALTA
17 – 29 anos	25 – 33	34 – 42	43 – 52	> 53
30 – 39 anos	23 – 30	31 – 38	39 – 48	> 49
40 – 49 anos	20 – 26	27 – 35	36 – 44	> 45
50 – 59 anos	18 – 24	25 – 33	34 – 42	> 43
60 – 69 anos	17 - 22	23 - 30	31 - 40	> 41

FONTE: AMERICAN HEART ASSOCIATION (1995).

4.3 SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO:

A suplementação consistiu na ingestão de uma única noz de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.R.) ao dia pelo período total do estudo, que correspondeu a 170 dias.

Os participantes foram orientados quanto a conservação das castanhas, que deveriam ser preferencialmente acondicionadas em refrigerador (anexo 09), e que caso houvesse qualquer eventualidade (nozes deterioradas, perda do suprimento de castanhas, alergia alimentar, outras) essa fosse comunicada imediatamente à pesquisadora responsável pelo estudo, que disponibilizou um número de biper (aparelho eletrônico de mensagens) exclusivamente aos participantes dessa pesquisa, para que estes pudessem contatar a pesquisadora sempre que necessário.

As castanhas eram provenientes de Manaus/AM e foram obtidas por doação da empresa “Comércio, Indústria e Exportação Ltda. - CIEIX”. Ao todo foi doado um saco de 30 kg de nozes com casca, desidratadas em secador a 45 - 50° C, conforme informado pela empresa doadora.

Todas as castanhas foram previamente selecionadas e acondicionadas em pequenos pacotes plásticos com 10 unidades cada,

contendo uma etiqueta de identificação com as instruções (anexo 6) descritas abaixo:

- ⇒ ingerir uma única castanha-do-brasil ao dia no mesmo horário;
- ⇒ leve consigo uma quantidade a mais de castanhas em caso de viagem;
- ⇒ armazenar preferencialmente em geladeira;
- ⇒ caso você note alguma alteração na aparência ou sabor das castanhas entre em contato para trocar o alimento;
- ⇒ a ingestão deve ser contínua para não prejudicar as análises na pesquisa;
- ⇒ anote a data caso ocorra algum imprevisto.

Os pacotes foram entregues semanalmente pela própria pesquisadora nos locais e horários onde habitualmente os voluntários treinavam. Nesta oportunidade foi questionada verbalmente a regularidade da ingestão e uma orientação caso houvesse interrupção de poucos dias, pois seria possível repor a quantidade que eventualmente não fosse consumida.

O acompanhamento quanto à ingestão foi argüido individualmente, quantificado e anotado em planilha de controle no momento da entrega de um novo suprimento.

4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA-DO-BRASIL:

A análise quanto a composição centesimal das castanhas-do-brasil foi realizada segundo AOAC (1990). Esta análise nos permite exprimir o valor nutritivo das castanhas-do-brasil em relação aos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios). Todos os resultados foram relacionados para 100g de alimentos.

As castanhas-do-brasil foram selecionadas a partir do lote recebido para ser efetuada a suplementação. A amostra foi devidamente pesada, moída, homogeneizada e armazenada sob refrigeração, tendo sido destinada para analisar a composição centesimal e concentração de Se.

4. 4. 1 UMIDADE:

A determinação da umidade foi obtida por meio de método gravimétrico, que consistiu na determinação do resíduo seco da amostra, obtido pela perda de peso da mesma após essa ter sido submetida ao aquecimento em estufa ventilada a 105°C, até atingir peso constante.

4. 4. 2 CINZA:

A fração cinzas ou resíduo mineral fixo, foi determinada por método gravimétrico, que consistiu na determinação da diferença obtida pela perda de peso da matéria orgânica da amostra. Foi considerada cinza total o resultado da incineração, ocorrida com a amostra, em bico de Bunsen e mufla a 550°C.

4. 4. 3 PROTEÍNAS:

A quantidade protéica da amostra foi determinada de maneira indireta por método de Micro-Kjeldahl, que consiste na determinação do nitrogênio total que representa teoricamente a quantidade protéica da amostra. O resultado da concentração de nitrogênio foi multiplicado por 6,25 e relacionado a 100g de amostra.

4. 4. 4 FRAÇÃO LIPÍDICA (EXTRATO ETÉREO):

A extração da fração lipídica ou extrato etéreo foi realizada em um extrator intermitente (aparelho de Soxhlet). A amostra foi previamente dessecada e foi utilizado éter etílico como solvente.

4. 4. 5 FIBRA (FIBRA DETERGENTE NEUTRO):

A determinação da fibra bruta foi realizada pelo método de fibra detergente neutro, descrito por Van Soest & Wine (1967). As amostras foram previamente dessecadas e desengorduradas, para então serem tratadas com solução de detergente neutro.

4. 4. 6 FRAÇÃO NIFEXT (CARBOIDRATOS):

O resultado foi obtido pela diferença da somatória das percentagens das determinações de proteína, fração lipídica, umidade, cinza e fibra em relação a 100g de amostra (Σ 5 determinações – 100).

4. 5. PROCEDIMENTO DE COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES BIOQUÍMICAS

4. 5. 1 SANGUE

O sangue foi coletado no Laboratório de Análises Clínicas da FCF/USP, por um profissional habilitado, acompanhado pela pesquisadora responsável.

Os voluntários receberam um informativo sobre o procedimento para a coleta de sangue, com data, local e horário. Foi solicitado jejum de 12 h conforme orientado no protocolo entregue a cada voluntário (anexo 07).

Para a coleta de sangue foi utilizado material descartável (seringa, agulha e tubos) e tubos de polipropileno (Sorvall® Centrifuges) previamente desmineralizados, contendo como anticoagulante a quantidade de 0,10 mL de citrato de sódio a 30 % para cada 10 mL de sangue coletado destinado a determinação de Se.

Uma outra parte do sangue coletado, cerca de 5mL, foi reservada para a análise do hemograma completo, essa parte foi acondicionada em tubos de vidro (Vacuum II; Labnew®) contendo EDTA (ácido etileno dietilaminotetracético) a 15% utilizado como anticoagulante.

O sangue destinado a análise de Se foi fracionado em centrífuga refrigerada (Sorvall Instruments - RC5C - Automatic Superspeed Refrigerated Centrifuge) a 907g, por 15 minutos a 4°C para obtenção do plasma que foi acondicionado em tubos do tipo *Eppendorf* e imediatamente congelado em nitrogênio líquido e armazenado a -80°C.

Em seguida, foi separada a massa eritrocitária por meio de três centrifugações a 10086g por 10 minutos a 4°C, tendo sido em cada vez

realizada a lavagem da massa eritrocitária com 5mL de solução salina a 0,9%. O material foi acondicionado e armazenado tal como descrito para o plasma.

Para a determinação da atividade enzimática na massa eritrocitária foi reservada uma quantidade de aproximadamente 1,5mL de amostra em tubos do tipo *Eppendorf* com solução tampão 143mM com pH de 7,5 (EDTA + Na₂HPO + Na H₂ PO₄). As amostras foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -80°C, temperatura essa, necessária para que fossem realizadas as análises enzimáticas.

Para a determinação da atividade enzimática no plasma não houve necessidade de armazenar o material em solução tampão, visto que a análise é feita diretamente no material após o descongelamento.

4. 5. 2 UNHAS

As unhas foram coletadas e armazenadas em saquinhos plásticos, um exclusivamente para os dois dedões dos pés e outro para as demais unhas de ambos os pés.

Os participantes da pesquisa receberam dois saquinhos plásticos com uma etiqueta anexada contendo uma orientação descritiva sobre como realizar a coleta das suas unhas (anexo 10). As informações contidas na etiqueta recomendavam aos voluntários que estas fossem limpas com sabão comum e água antes de serem cortadas.

Após o recebimento do material coletado, primeiramente foi realizado um processo de higienização das unhas, que consistia em imergi-las em detergente neutro a 5% por 12 horas, seguidas da sonicação por 5 minutos, enxaguadas 8 vezes com água desionizada e por último secadas em estufa ventilada a 105°C por um período de 12 horas.

4. 6 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SELÊNIO

4. 6. 1 MANIPULAÇÃO DO MATERIAL

Todo o material utilizado (vidrarias, plásticos, ponteira, ependorffs, etc) para a análise de Se foi previamente desmineralizado em banho de ácido nítrico a 30% pelo mínimo de 12 horas e posteriormente enxaguados pelo menos 10 vezes com água desionizada, segundo o procedimento de rotina do laboratório de Nutrição-Minerais (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4. 6. 2 REAGENTES

Todos os reagentes utilizados nas análises foram de grau de pureza analítica (P. A.), o ácido clorídrico utilizado a 30% foi Suprapur® da Merck.

A água utilizada para o preparo de soluções e diluições das amostras em todas as análises realizadas neste estudo, foi desionizada e nanopura (MILLI-Q®).

4. 6. .3 PADRÃO DE REFERÊNCIA

Com o intuito de garantir a qualidade metodológica e assegurar controle das análises foi utilizado fígado bovino como material de referência, sendo este certificado por uma comissão da comunidade científica europeia (*Commission of The European Communities*, BCR - *Community Bureau of Reference*, comercializado como – BCR 185®). Este material certifica a análise fluorimétrica para determinação de Se.

4. 6. 4 VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se NO MATERIAL BIOLÓGICO E NA CASTANHA-DO-BRASIL

O método fluorimétrico (WATKINSON, 1966) adotado para determinar a concentração de Se, foi avaliado por meio da aplicação dos procedimentos recomendados por Taylor (1987), descritos a seguir:

- 1) Exatidão: foi determinado o grau de concordância do resultado obtido na análise com o teoricamente esperado, por meio da aplicação de testes de recuperação que oferecem um percentual relativo à exatidão do método. Nesta etapa, foi utilizado o mesmo material de referência anteriormente descrito, e uma curva padrão. Abaixo está descrita a fórmula utilizada.

$$\% \text{ recuperação} = \frac{\text{valor obtido} \times 100}{\text{valor certificado/ esperado}}$$

- 2) Precisão: Foi determinado o nível de detecção e sensibilidade por meio da determinação do coeficiente de variação em função do desvio padrão (DP) obtido na análise. Para esta etapa foram assumidos 9 graus de liberdade (10 amostras) em cada ponto de precisão representado pelo DP.
- 3) Sensibilidade: Foi definida com 95% de confiança. Representando a diferença mínima entre duas amostras de concentração próximas.
- 4) Seletividade: Todo o material utilizado nas análises de Se foram testados, juntamente com o material de referência. Para tanto, foi calculada a repetibilidade que forneceu o número de replicatas necessárias para satisfazer o nível de precisão, obtida pela seguinte equação = $2\sqrt{2} \times S$ (de uma única análise) ao nível de confiança de 95%. Em seguida, foi calculada a reprodutibilidade utilizada na análise da precisão metodológica, tendo sido utilizada a seguinte equação = $2\sqrt{2} \times S$ (de 10 análises) ao nível de confiança de 95%.

4. 6. 5 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE Se NO MATERIAL BIOLÓGICO

O teor de selênio foi determinado no plasma, eritrócito e unhas, por método fluorimétrico (WATKINSON, 1966) adaptado, descrito a seguir. As

alíquotas utilizadas para as análises foram de 1000 μ L para o plasma, 500 μ L para o eritrócito e aleatórias para as unhas, ou seja foi analisada a quantidade recebida pela coleta, conforme já esclarecido anteriormente.

Todas as amostras (unhas, eritrócitos e plasma) foram analisadas em triplicata. Para a análise nas unhas foi utilizado todo o conteúdo entregue pelos participantes e posteriormente estabelecido o correspondente por grama e por quilo de unhas em relação a concentração de Se. Para a análise no plasma, utilizou-se a alíquota de 1mL e para a análise no eritrócito foi utilizada a alíquota de 0,5mL (500 μ g).

As amostras foram oxidadas previamente por via úmida tendo sido utilizado ácido nítrico e perclórico, em bloco digestor a 200°C de temperatura máxima.

Após o processo de digestão foi acrescido 1,25mL de HCL (1+9) e o material foi colocado em banho-maria a 50 °C por 30 minutos, seguido pelo esfriamento completo e acompanhado pela adição de 2,5mL de EDTA +Hidroxilamina, onde a amostra foi então transferida para um tubo de ensaio com tampa esmerilhada.

A próxima etapa consistiu no ajuste do pH, que foi realizado com o uso do indicador vermelho de Cresol e adição de Hidróxido de amônia (NH₄OH) até a viragem da cor para amarelo indicando assim o pH básico. Foi adicionado gotas de HCL (1+9) até ocorrer novamente modificação da cor amarelo para salmão ou marrom claro que indica o pH ácido.

Em seguida, foi realizada a complexação do Se das amostras. Primeiramente consistiu na adição de 2,5mL de diaminonaftaleno (2,3 - DAN) em cada amostra e levou-se em banho-maria a 50° C por 30 minutos, deixou-se então a amostra esfriar até atingir a temperatura ambiente e realizou-se a partir dessa etapa todo o processo restante com ausência de luz.

Foi utilizado como solvente para a extração do complexo formado, 5mL de ciclohexano para cada amostra, onde após a colocação do mesmo foi realizada uma agitação das amostras em *Shaker* horizontal por 5 minutos. Posteriormente, a fração sobrenadante foi aspirada para um tubo

de vidro contendo 12,5 mL de HCL 0,1N onde então a amostra foi novamente submetida à agitação por mais 1 minuto.

Na etapa seguinte, a fração sobrenadante foi aspirada utilizando-se pipeta de *Pasteur* e colocada em tubos de vidro (5 mL) para que o complexo formado fosse então lido em um espectrofluorímetro. O equipamento utilizado foi um HITACHI modelo 3010, que foi ajustado para um comprimento de onda de 340nm para excitação e 525nm para emissão.

Tanto o padrão de referência, quanto a curva de calibração foram submetidos ao mesmo procedimento experimental como descrito para as amostras. Para o preparo da curva padrão, foi utilizada uma solução com 0,1µg de Se/mL preparada com selenito de sódio pentahidratado.

4. 6. 6 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se NAS CASTANHAS-DO-BRASIL

A amostra de castanha-do-brasil previamente preparada foi pesada em triplicata, com a quantidade de 50mg cada, e foi oxidada por via úmida tendo sido utilizado ácido nítrico e perclórico, em bloco digestor a 200°C em temperatura máxima.

A amostra após ter sido digerida foi diluída com água desionizada, e trinta tomadas de ensaio foram analisadas para a determinação da concentração de Se, conforme o protocolo experimental descrito para a determinação da concentração de Se no material biológico, conforme item 4.11.5.

4. 7 ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GLUTATIONA PEROXIDASE:

4. 7. 1 PREPARO DO MATERIAL E REAGENTES

A água utilizada para o preparo de soluções e diluições das amostras foi desionizada e nanopura (MILLI-Q®), para que não houvesse interferentes na atividade enzimática determinada.

As amostras de material biológico analisadas, foram transportadas e mantidas em gelo durante todas as etapas de análise para se evitar a oxidação e perda da atividade enzimática.

4. 7. 2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A atividade da enzima Glutathione Peroxidase (GPx, EC. 1.11.1.9) foi determinada no plasma e eritrócito. As enzimas especificamente são identificadas de acordo com o compartimento em que se encontram:

- Glutathione Peroxidase no plasma ou também chamada de extracelular (pGPx ou eGPx)
- Glutathione Peroxidase no eritrócito também chamada de celular (cGPx).

Para a determinação da atividade enzimática do material biológico, a pesquisadora fez uma adaptação para a análise em humanos (COUTINHO, 1999), dos métodos utilizados por Wendel (1981), Mannervik (1985) e Homem De Bittencourt (1995).

As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Celular do Departamento de Fisiologia do Instituto de Ciências Biomédicas – USP. A absorbância desta reação foi monitorada a um comprimento de onda de 340 nm em média por 10 minutos e a 37°C em espectrofotômetro GILFORD.

O método considera a reação de um hidroperóxido (t-butila; TBHP; final 1,2 mM; SIGMA-B2633) com a glutathione (GSH; PM20mM). Esta reação é catalisada pela GPx produzindo radical peróxido de hidrogênio (ROH*) mais água (H₂O) e glutathione oxidada (GSSG) em função do seu acoplamento com a enzima glutathione redutase (GSSGr) que catalisa a clivagem oxidativa do dissulfeto de glutathione da GSSG regenerando e reconstituindo o mesmo, formando glutathione na sua forma reduzida (GSH). Para que ocorra esta regeneração há necessidade do consumo de dinucleotídeo nicotinamida adenina fosfato (NADPH), conforme demonstrado no esquema da reação descrita abaixo.

Por existirem interferentes na reação acima explicitada, foi utilizada Azida sódica (NaN_3 ; PM 65,01) para promover a inibição da atividade da enzima catalase que compete com a ação da GPx.

Outro controle quanto à qualidade experimental foi o uso do ácido Metafosfórico (5%) para o preparo da diluição de GSH, pois esse confere estabilidade à GSH na reação ocorrida durante a análise, evitando que a GSH se oxide facilmente e se transforme em GSSG.

Os resultados foram expressos em nmol de TBHP reduzido por minuto em consideração ao coeficiente de extinção MOLAR do NADPH que é de $6,22 \times 10^3$ e em função do comprimento de onda utilizado na leitura das amostras.

O cálculo da atividade da cGPx no eritrócito ocorreu em função da concentração de hemoglobina previamente determinada na amostra e para o cálculo da atividade da pGPx foram consideradas as diluições ocorridas para o preparo da amostra, como também a concentração de proteínas totais do plasma. Ambos resultados levaram em consideração o consumo de NADPH ocorrido na reação.

A equação proposta para expressar os resultados do modelo experimental apresenta-se descrita a seguir:

$$\frac{\Delta \text{ absorvância da amostra/min}}{6.22} = \times \text{ diluições}$$

4. 7. 3 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA NA MASSA ERITROCITÁRIA

O teor de hemoglobina foi determinado pelo método de cianometahemoglobina descrito por Drabkin (1935) e Henry (1974). Esta análise foi utilizada para expressar os resultados no eritrócito relativos a atividade enzimática da GPx ($\mu\text{mol NADPH oxidado/min/g Hb}$).

4. 7. 4 DETERMINAÇÃO DAS PROTEÍNAS TOTAIS NO PLASMA

Os teores protéicos foram determinados pelo método descrito por Lowry et al. (1951) utilizando-se albumina bovina como padrão. Esta análise foi utilizada para expressar os resultados no plasma relativos a atividade da enzima GPx ($\mu\text{mol NADPH oxidado/min/mg ptn}$).

4. 8 APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

O presente estudo foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, após apresentação integral do projeto de pesquisa.

4. 9 DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO

Todos os indivíduos integrantes da pesquisa foram esclarecidos sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos e o destino do material biológico coletado, assim como da demanda de tempo necessária para a realização do estudo. Os mesmos foram ainda informados que teriam direito a desistirem de colaborar (participar) em qualquer momento que lhes fosse conveniente.

Os voluntários assinaram um formulário descritivo sobre o projeto de acordo com a “Declaração de Helsinque III”, capítulo 50, parágrafos 50.20/27, que trata da proteção dos participantes e orienta procedimentos referentes às pesquisas que necessitam experiências com humanos, conforme anexo 11.

4. 10 ANÁLISE ESTATÍSTICA*

As análises estatísticas foram realizadas pela pesquisadora e pelo estatístico José Nelson Vancea. Também houve a participação do estatístico Alexandre Ryuzoshinzato que construiu um modelo de regressão linear para testar as diferenças inter e intraindividuais nos três momentos de coleta, para as variáveis Se e GPx no sangue (plasma e eritrócito).

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva unidimensional das variáveis existentes. Foi calculada a média, mediana, erro padrão e desvio padrão de cada variável determinada nas análises, considerando separadamente o sexo (feminino e masculino) e como grupo (masculino + feminino) (ANDERSON, 1958). Como medida de posição foi adotada a média, uma vez não foi encontrada diferença significativa entre os valores da média e mediana.

A análise inferencial paramétrica foi realizada para a média das concentrações de Se e a atividade enzimática da Glutathione Peroxidase (GPx), no plasma e no eritrócito. Para avaliar a existência de diferenças significativas nas concentrações médias de Se e GPx observadas no plasma e eritrócito, foi aplicada uma técnica univariada – Análise de Variância com Medidas Repetidas (NETER, 1990), tendo-se inicialmente verificado as suposições iniciais, que levam em consideração:

- Distribuição normal segundo sexo;
- Igualdade de variâncias.

A verificação da suposição de normalidade dos dados de concentração de Se e GPx, foi realizada através da aplicação do Teste de Anderson-Darlin. Ainda com o intuito de averiguar a igualdade das variâncias dos grupos comparados (sexo - masculino e feminino), considerando a suposição de normalidade dos dados, foi aplicado o Teste de BARTLET e Teste de LEVENE, que consideram a distribuição contínua dos dados (NETER, 1990).

Após os resultados obtidos para a análise de variância foram construídos contrastes para determinar as diferenças entre as três coletas (tempos), e foi verificada a significância estatística desses contrastes.

Os programas computacionais utilizados foram:

- ↙ EXCEL for Windows – versão 5.0
- ↙ WORD for Windows – versão 6.0
- ↙ SPSS for Windows – versão 6.0
- ↙ BMDP for Windows – versão 1.1
- ↙ MINITAB for Windows – versão 10.2
- ↙ MICROCAL ORIGIN for Windows – versão 4.0

As técnicas estatísticas utilizadas foram:

- ↙ Análise Descritiva Unidimensional (03:010)**
- ↙ Análise Descritiva Bidimensional (03:010)**
- ↙ Análise de Variância com Medidas Repetidas (10:050)**

** Entre parênteses encontra-se a classificação de acordo com o “STATISTICAL THEORY & METHOD ABSTRACT” (ISI).

V- RESULTADOS

V - RESULTADOS

5. 1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA POPULAÇÃO PRATICANTE DE CAPOEIRA

5. 1. 1 CARACTERÍSTICAS SOCIAIS:

As informações obtidas com o questionário aplicado (anexo 02) para os voluntários participantes da pesquisa, foram dispostas a seguir. A primeira parte denominada de Características Sociais foi definido o sexo, o grau de escolaridade, o estado civil, a faixa salarial e o nível de instrução.

Na figura 13, pode ser observado que 52% (15) dos indivíduos participantes da pesquisa eram do sexo masculino e 48% (14) do sexo feminino, perfazendo um total de 29 voluntários.

FIGURA 13: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO O SEXO.

Quanto ao estado civil, a maioria dos participantes (96%) da pesquisa eram solteiros e apenas 4% casados, conforme demonstrada figura 14.

FIGURA 14: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO O ESTADO CIVIL

Na figura 15, está expresso o número de indivíduos distribuídos conforme o nível de escolaridade, demonstrando que a maioria destes (82%) possuía um nível de instrução superior incompleto, sendo esta maioria de alunos da Universidade de São Paulo, de diferentes cursos.

FIGURA 15: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO O NÍVEL DE ESCOLARIDADE

A maioria dos participantes não trabalhava (90%) e apenas 3 possuíam salário próprio e destes nenhum contribuía com as despesas familiares, conforme demonstrado na figura 16. Dos indivíduos que trabalhavam 2 apresentavam renda proveniente de bolsa de pesquisa e apenas 1 apresentava emprego fixo.

FIGURA 16: DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL SEGUNDO A FAIXA SALARIAL

5. 1. 2 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL:

5. 1. 2. 1. AVALIAÇÃO LABORATORIAL (BIOQUÍMICA):

ANÁLISE DO ERITROGRAMA (HEMOGRAMA) DOS CAPOEIRISTAS:

Os resultados do eritrograma encontram-se dentro da normalidade para ambos os sexos, como demonstrado na figura 17 e 18.

FIGURA 17: ERITROGRAMA DA POPULAÇÃO FEMININA DOS CAPOEIRISTAS

Eritrograma * = eritrograma $\times 10^{-3}$
 Hb = Hemoglobina
 Ht = Hematócrito
 VCM = Volume Corpuscular Médio
 HCM = Hemoglobina Corpuscular Média
 CHCM = Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média

◆ mulheres
 ◆ homens
 ◆ padrão

FIGURA 18: ERITROGRAMA DA POPULAÇÃO MASCULINA DOS CAPOEIRISTAS

Eritrograma * = eritrograma $\times 10^3$
 Hb = Hemoglobina
 Ht = Hematócrito
 VCM = Volume Corpuscular Médio
 HCM = Hemoglobina Corpuscular Média
 CHCM = Concentração da Hemoglobina Corpuscular Média

ANÁLISE DO LEUCOGRAMA DOS CAPOEIRISTAS:

Os resultados do leucograma apresentaram valores dentro da normalidade para ambos os sexos, como demonstrado na TABELA 8 .

TABELA 08 : VALORES MÉDIOS DO LEUCOGRAMA DA POPULAÇÃO FEMININA e MASCULINA DE CAPOEIRISTAS

SÉRIE LEUCOCITÁRIA	VALORES NORMAIS	POPULAÇÃO FEMININA	POPULAÇÃO MASCULINA
Leucócitos	5.000 a 10.000/mm ³	6.000	10.000
Neutrófilos Bastonetes	2% a 4 %	2	3
Neutrófilos Segmentados	54% a 62 %	57	65
Eosinófilos	1% a 4 %	2	1
Basófilos	0% a 1%	0	0
Linfócitos	22% a 33%	25	28
Monócitos	3% a 7%	6	7

5. 1. 2. 2. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

PESO – ALTURA – IDADE

Abaixo estão apresentados a média e o desvio padrão dos resultados relativos ao peso atual, altura e idade, que são estatisticamente diferentes quando considerados segundo o sexo.

FIGURA 19: PESO, ALTURA E IDADE, SEGUNDO O SEXO.

F	= população feminina	M	= população masculina
I	= Idade da população	A	= Altura da população
PA	= Peso Atual da população		

ESPESSURA DO TECIDO SUBCUTÂNEO (DOBRAS CUTÂNEAS)

Os resultados do percentual de gordura (%G), peso gordo (kg) e massa corporal magra (MCM, kg), conforme o sexo, segundo GUEDES (1994), estão apresentados na figura abaixo.

FIGURA 20: DADOS PERCENTUAIS DE GORDURA, PESO GORDO E MASSA CORPORAL MAGRA NA POPULAÇÃO FEMININA E MASCULINA, SEGUNDO GUEDES, (1994).

Na tabela 9 estão apresentados os valores médios e desvio padrão relativos a composição corporal dos participantes da pesquisa, de acordo com o sexo (segundo Guedes, 1994).

TABELA 9: VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA COMPOSIÇÃO DE GORDURA E MASSA MAGRA CORPORAL DOS CAPOEIRISTAS (GUEDES, 1994).

INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS	MASCULINO	FEMININO
% G ¹	14,3 ± 5,1	16,3 ± 9,0
P G ² (Kg)	11,0 ± 1,5	9,43 ± 2,1
MCM ³ (Kg)	65,1 ± 3,7	52,8 ± 4,1

1- %G – Percentual de gordura

2- P.G. – Peso Gordura

3- MCM – Massa corporal magra

ÍNDICE DE MASSA CORPORAL:

Os resultados relativos ao IMC, segundo *World Health Organization* 1995, foi de $19,0 \pm 5,3$ para a população feminina e de $25,0 \pm 2,7$ para a população masculina. Para ambas as populações os resultados encontram-se dentro dos padrões de normalidade.

5. 1. 2. 3. AVALIAÇÃO DIETÉTICA:

AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR

A partir das considerações sobre a dieta consumida, apresenta-se descrito nos quadros abaixo a relação percentual dos alimentos mais consumidos segundo o tipo de alimento e a concentração de Se expressa em microgramas de Se por 100 gramas de alimento.

Observa-se um diferencial quanto ao consumo de frutas, verduras e legumes, maior na população feminina em relação a população masculina, bem como um consumo maior de alimentos do tipo bebidas energéticas e alcóolicas por parte da população masculina em relação a feminina.

Também pode ser percebido que a população feminina consumia mais alimentos desnatados ou light, carnes brancas, e consumia menos bebida alcóolica ou energética e açúcar branco quando comparada a população masculina.

QUADRO 01: LISTA DOS ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO
MASCULINA

ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS NA DIETA	TIPO DE ALIMENTO	% DE CONSUMO	QUANTIDADE DE Se µg Se/100g de alimento
Laticínios (leite e derivados)	Leite tipo B	87	10 a 30 ^a
	Queijo tipo muzzarella	63	10 a 30 ^a
	iogurte com sabor	74	~2,42 ^b
Carnes	Carne branca - Frango	29	7,33 ^c
	Carne vermelha - Alcatra	70	8,0 ^c
Pães, cereais, massas, Bolacha ou Biscoitos	Macarrão	93	-
	Arroz	67	4,24 ^c
	Bolacha recheada	38	-
	Pão francês	72	2,83 ^c
	Pão de Queijo	41	?
Leguminosas	Feijão – carioca	61	16,0 ^c
Frutas	Banana	75	0,4 a 7 ^a
	Laranja	32	
	Maçã	26	
	Mamão	19	
Verduras e Legumes	Alface	83	0,4 a 7 ^a
	Tomate	75	
	Batata	72	
	Cenoura	18	
	Brócolis	14	0,88 ^b
Açúcares e Doces	Açúcar branco refinado	35	-
	Adoçantes	18	-
	Chocolate em barra	14	?
	Pão de mel	13	?
Óleos e Gorduras	Margarina vegetal	51	-
	Óleo de soja	36	-
Alimentos + utilizados por esportistas	Bebida energéticas:	64	-
	Gatorade®		
	Barra Energéticas (NUTRY®)	29	?
Bebidas Alcoólicas	Cerveja	72	0 ^b

a → FOSTER, (1997)

b → LANE, (1983)

c → BENDER & BENDER (1997)

QUADRO 02: LISTA DOS ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS PELA POPULAÇÃO FEMININA

ALIMENTOS MAIS CONSUMIDOS NA DIETA	TIPO DE ALIMENTO	% DE CONSUMO	QUANTIDADE DE Se µg Se/100g de alimento
Laticínios (leite e derivados)	Leite desnatado	73	10 a 30 ^a
	Queijo tipo muzzarella	22	10 a 30 ^a
	Queijos brancos	76	
	Iogurte com frutas	53	~2,42 ^b
Carnes	Carne branca - Frango	64	7,33 ^c
	Carne vermelha - Alcatra	24	8,0 ^c
Pães, cereais, massas, Bolacha ou Biscoitos	Macarrão	79	-
	Arroz	46	4,24 ^c
	Pão Integral	62	?
Leguminosas	Feijão – carioca	30	16,0 ^c
Frutas	Banana	72	0,4 a 7 ^a
	Laranja	64	
	Maçã	55	
	Mamão	41	
	Morango	19	
Verduras e Legumes ^b	Alface	83	0,4 a 7 ^a
	Tomate	54	
	Batata	74	
	Cenoura	37	
	Brócolis	32	0,88 ^b
Açúcares e Doces	Açúcar branco refinado	14	-
	Adoçantes	48	-
	Chocolate em barra	32	?
	Pão de mel	09	?
Óleos e Gorduras	Margarina vegetal light	62	-
	Óleo de soja	24	-
Alimentos + utilizados por esportistas	Bebida energética (Gatorade)	37	-
	Barra Energéticas(NUTRY®)	52	?
Bebidas Alcolólicas	Cerveja	25	0 ^b

a → FOSTER, (1997)

b → LANE, (1983)

c → BENDER & BENDER (1997)

Abaixo estão relacionados os dados respectivos ao consumo médio relativo aos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios) para a população masculina e feminina. Estas variáveis apresentam-se em uma tabela descritiva quanto ao consumo alimentar, em relação a quantidade em gramas por quilo de peso corporal, gramas ao dia, quilocalorias e percentual da dieta usualmente consumida.

TABELA 10: MÉDIA DE CONSUMO DE MACRONUTRIENTES DA POPULAÇÃO MASCULINA

NUTRIENTES	g/kg	g/dia	kcal	% do VCT
HC	5,8	439,5	1758	56
PTN	2,6	197,6	790	25
LIP	0,9	66,1	595	19
Total			3143	100

HC = Carboidratos
 PTN = Proteínas
 LIP = Lipídios
 g = Gramas
 kcal = Quilo calorias
 % do VCT = Percentual do valor calórico total

TABELA 11: MÉDIA DE CONSUMO DE MACRONUTRIENTES DA POPULAÇÃO FEMININA

NUTRIENTES	g/kg	g/dia	kcal	% do VCT
HC	5,1	295,0	1180	63
PTN	1,5	87,0	348	18
LIP	0,7	38,4	346	19
Total			1874	100

HC = Carboidratos
 PTN = Proteínas
 LIP = Lipídios
 g = Gramas
 kcal = Quilo calorias
 % do VCT = Percentual do valor calórico total

Em seguida está apresentado no quadro abaixo, os percentuais relativos aos macronutrientes encontrados comparados com os percentuais recomendados de acordo com a NAS/DRI (*NATIONAL ACADEMY SCIENCES, 2002*).

QUADRO 03: VARIAÇÃO ACEITÁVEL DE DISTRIBUIÇÃO DOS MACRONUTRIENTES SEGUNDO NAS/DRI PARA A POPULAÇÃO MASCULINA

NUTRIENTES	DRI %	% encontrado
HC	45 – 65	56
PTN	10 – 35	25
LIP	20 – 35	19

- 1 → DRI = Dietary Reference Intakes (National Academy of Sciences, 2002)
 2 → HC = Hidratos de Carbono (Carboidratos)
 3 → PTN = Proteínas
 4 → LIP = Lipídios

QUADRO 04: VARIAÇÃO ACEITÁVEL DE DISTRIBUIÇÃO DOS MACRONUTRIENTES SEGUNDO NAS/DRI PARA A POPULAÇÃO FEMININA

NUTRIENTES	DRI %	% encontrado
HC	45 – 65	63
PTN	10 – 35	18
LIP	20 – 35	19

- 1 → DRI = Dietary Reference Intakes (National Academy of Sciences, 2002)
 2 → HC = Hidratos de Carbono (Carboidratos)
 3 → PTN = Proteínas
 4 → LIP = Lipídios

ADEQUAÇÃO ALIMENTAR

As recomendações quanto a necessidade de energia e Se com base na recomendação dietética da *National Academy of Sciences* - DRI (2000; 2002), esta demonstrada no quadro a seguir, de acordo com a faixa etária e o sexo dos integrantes da pesquisa.

QUADRO 06: RECOMENDAÇÃO DIETÉTICA SEGUNDO NAS/DRI DE ACORDO COM O SEXO (NATIONAL ACADEMY of SCIENCES, 2002)

NUTRIENTE	HOMENS	MULHERES
	19 a 50 anos	
Energia (Kcal)	3081	2436
Selênio (µg)	55	55

kcal = quilo caloria
µg = microgramas

No que concerne à densidade energética da dieta consumida e especificamente quanto a ingestão de Se, os dados relativos à média e ao desvio padrão estão apresentados na tabela 12, de acordo com o sexo.

TABELA 12 : MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA DENSIDADE ENERGÉTICA DA DIETA E DE Se DOS CAPOEIRISTAS SEGUNDO O SEXO

SEXO	ENERGIA kcal/dia	SELÊNIO µg/dia
Masculino ^a	3143 ± 451,3	45,02 ± 28,4
Feminino ^a	1874 ± 263,3	39,16 ± 15,9

a → As médias são significativamente diferentes (p<0,05)

kcal = quilo caloria

µg = microgramas

Na figura 21, estão apresentados os dados comparativos entre a recomendação nutricional para energia de acordo com a RDA (*National Research Council*, 1989) e para Se segundo a DRI (*National Academy of Sciences*, 2000), distribuídos conforme o sexo masculino (MAS) e feminino (FEM) dos integrantes da pesquisa.

FIGURA 21: COMPARAÇÃO ENTRE A RECOMENDAÇÃO NUTRICIONAL E OS VALORES ENCONTRADOS NO PRESENTE ESTUDO

Na figura 22 pode ser observado a ingestão usual, obtida dos nove inquéritos, ajustada pela variância intra e interpessoal segundo a *National Academy of Sciences* – DRI. Os resultados demonstram que nenhum dos capoeiristas satisfizeram 100% da EAR ou da RDA, após os valores de ingestão usual terem sido ajustados.

FIGURA 22: PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO AJUSTADO PELA VARIÂNCIA INTER E INTRAPESSOAL (Z), PARA A EAR E RDA DE AMBOS OS SEXOS

5. 1. 3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO TREINAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONDICIONAMENTO FÍSICO

5. 1. 3. 1. GRADUAÇÃO DOS CAPOEIRISTAS

Como descrito na revisão da literatura, existe uma proposta de classificação para praticantes de capoeira segundo a cor do cordão utilizado. Os cordões amarelo e verde apresentam similaridade quanto ao domínio dos golpes praticados, e foram os predominantes nos integrantes da pesquisa, como apresentado na figura 22.

FIGURA 23: CLASSIFICAÇÃO PERCENTUAL PELA COR DO CORDÃO

A frequência de treinamento dos participantes da pesquisa foi em média de $4,8 \pm 1,1$ por semana, e a duração de cada sessão de treinamento foi de 107 minutos ($107,8 \pm 36,8$), pelo menos nos últimos seis meses consecutivos que antecederam a seleção.

5. 1. 3. 2. TEMPO MÉDIO DE TREINAMENTO E PERMANÊNCIA NA RODA DE CAPOEIRA

O tempo de permanência na roda, ou de jogo como também é chamado, foi de $2,57 \pm 0,23$ minutos. É importante ressaltar que o mesmo indivíduo retorna a roda de capoeira no mínimo duas vezes, sendo a média apresentada de $3,05 \pm 0,92$.

5. 1. 3. .3 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO

Os resultados encontrados para a população feminina e masculina apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

TABELA 13: CONCENTRAÇÃO DE LACTATO DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS ANTES (REPOUSO) E DEPOIS DA RODA DE CAPOEIRA

	FEMININA		MASCULINA	
	mM/L*			
	ANTES	DEPOIS	ANTES	DEPOIS
Média	2,3	4,9	2,9	6,8
Desvio Padrão	1,3	2,6	1,85	3,5
Mediana	2,5	4,3	2,7	6,3
Coefficiente de Variação	18	27,1	22,6	35,5
Tamanho da amostra	14		15	

* = mM/L = milimol por litro de sangue

Na figura 24 demonstram-se os valores relativos à média da concentração de lactato da população masculina e feminina.

FIGURA 24: CONCENTRAÇÃO DE LACTATO NA POPULAÇÃO MASCULINA E FEMININA

5. 1. 3. 4. AVALIAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO - TESTE ERGOMÉTRICO PARA A PREDIÇÃO DO VO₂ MÁXIMO

Os valores apresentados para a população feminina e masculina estão descritos na tabela 14. A análise estatística evidencia diferença significativa quando estratificado por sexo ($p < 0,05$).

TABELA 14: PREDIÇÃO DO VO₂ MÁX. DOS CAPOEIRISTAS SEGUNDO O SEXO

	FEMININA	MASCULINA
	mL/ kg / min.	
Média	41,1	48,4
Desvio Padrão	4,1	3,8
Mediana	39,9	47,6
Coeficiente de Variação	11,5	17,2
Intervalo de Confiança	38,9 a 43,2	42,6 a 54,2
Tamanho da amostra	14	15

Na figura 25 demonstram-se os valores relativos à média do VO₂ Máx. da população masculina e feminina.

FIGURA 25: PREDIÇÃO DE VO₂ MÁXIMO PARA A POPULAÇÃO FEMININA E MASCULINA

5. 2. SUPLEMENTAÇÃO DE Se POR MEIO DA INGESTÃO DE CASTANHAS-DO-BRASIL

Na figura abaixo pode ser observada a distribuição do consumo de castanhas-do-brasil, pelos indivíduos participantes da pesquisa. A maioria destes ingeriu as castanhas entre 151 a 170 dias, sendo que nenhum dos capoeiristas ingeriu por menos de 123 dias.

FIGURA 26: CONSUMO DAS CASTANHAS-DO-BRASIL PROPORCIONAL AO NÚMERO DE DIAS DO ESTUDO (VALORES ABSOLUTOS)

5. 3. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA-DO-BRASIL

Na tabela abaixo estão apresentados os resultados relativos à análise da composição centesimal das castanhas-do-brasil oferecidas como suplemento no presente estudo, apresentadas como média e desvio padrão.

TABELA 15: COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DAS CASTANHAS-DO-BRASIL OFERECIDAS COMO SUPLEMENTO

UMIDADE	CINZAS	PROTEÍNA	FRAÇÃO LIPÍDICA	FIBRA (FDN) ¹	FRAÇÃO NIFEXT (≠ CH) ²
3,2 ± 0,9	3,4 ± 1,3	16,7 ± 4,2	63,3 ± 13,0	2,8 ± 1,0	10,6 ± 2,3

1 FDN = fibra detergente neutro

2 ≠ CH = carboidratos obtidos por diferença da soma percentual dos demais componentes

5. 4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SELÊNIO NO MATERIAL BIOLÓGICO:

No que concerne à determinação de Se em todas as variáveis pesquisadas (unhas, eritrócito e plasma), a análise estatística (descritiva e de variância) não evidenciou diferenças significativas entre os sexos ($p>0,05$) da população estudada.

Em vista desta constante nos resultados encontrados não será repetida tal informação, portanto os resultados serão representados como grupo (masculino mais feminino).

5. 4. 1 CONCENTRAÇÃO DE Se NAS UNHAS:

Os resultados das análises da concentração de Se nas unhas, estão demonstrados na tabela abaixo. Esses resultados são relativos a coleta inicial (T0), considerando que não foi possível a obtenção do material após a suplementação pois não houve colaboração dos integrantes da pesquisa na entrega do material.

TABELA 16: CONCENTRAÇÃO DE Se NAS UNHAS DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS

	T 0
	µg de Se/kg
Média	583,6
Desvio Padrão	61,1
Mediana	527,5
Coefficiente de Variação (%)	30,2
Intervalo de Confiança	481,9 a 685,5
Tamanho da amostra	29

T0 = tempo zero, respectivo ao período inicial da pesquisa, antes da suplementação
µg de Se/kg = microgramas de selênio por quilo de amostra

5. 4. 2 CONCENTRAÇÃO DE Se NO ERITRÓCITO:

Na tabela 17 estão apresentados os valores relativos à análise da concentração de Se no eritrócito do grupo de capoeiristas, de acordo com o período do experimento.

TABELA 17: CONCENTRAÇÃO DE Se NO ERITRÓCITO DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS

	T 0	T 1	T 2
	$\mu\text{mol de Se/L}$		
Média	1,5	2,1	2,9
Desvio Padrão	0,5	0,5	0,5
Mediana	1,4	2,1	2,9
Coefficiente de Variação (%)	29,6	23,8	16,6
Intervalo de Confiança	1,4 a 1,7	1,9 a 2,3	2,1 a 3,0
Tamanho da amostra	29		

T0 = tempo zero, respectivo ao período inicial da pesquisa, antes da suplementação

T1 = tempo 1, respectivo aos 80 dias de suplementação

T2 = tempo 2, respectivo ao término da suplementação = 170 dias

$\mu\text{mol de Se/L}$ = micromol de selênio por litro de amostra

A figura 27 ilustra a distribuição e a média do grupo em relação aos três momentos de coleta (T0, T1 e T2). De acordo com a Análise de Variância com Medidas Repetidas, os três momentos apresentam diferença estatística significativa entre si ($p < 0,05$), demonstrando assim um aumento significativo do Se durante o experimento.

FIGURA 27: DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se ($\mu\text{mol/L}$) NO ERITRÓCITO NOS DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA

5. 4. 3 CONCENTRAÇÃO DE Se NO PLASMA:

Na tabela 18 estão apresentados os valores relativos à análise da concentração de Se no plasma do grupo de capoeiristas, de acordo com cada período do experimento.

TABELA 18: CONCENTRAÇÃO DE Se NO PLASMA DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS

	T 0	T 1	T 2
	$\mu\text{mol de Se/L}$		
Média	1,0	1,4	1,9
Desvio Padrão	0,1	0,2	0,3
Mediana	1,0	1,4	1,9
Coefficiente de Variação (%)	13,8	12,0	16,5
Intervalo de Confiança	0,9 a 1,1	1,3 a 1,5	1,8 a 2,1
Tamanho da amostra	29		

T0 = tempo zero, respectivo ao período inicial da pesquisa, antes da suplementação

T1 = tempo 1, respectivo aos 80 dias de suplementação

T2 = tempo 2, respectivo ao término da suplementação = 170 dias

$\mu\text{mol de Se/L}$ = micromol de selênio por litro de amostra

Considerando os resultados obtidos a análise de variância com medidas repetidas demonstra aumento significativo entre os momentos da coleta de dados (T0, T1 e T2) . De acordo com a distribuição e a média dos resultados, as coletas apresentam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$; figura 28).

FIGURA 28 : DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se ($\mu\text{mol/L}$) NO PLASMA NOS DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA

5. 5 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE Se NA CB

A concentração de Se, nas castanhas-do-brasil oferecidas como suplemento no presente estudo, foi em média, $59,56 \pm 0,41\mu\text{g}$ de Se por cada amêndoa, com peso médio de 3 gramas, ou $19,86 \pm 0,14\mu\text{g}$ de Se/g. Em média, cada 100g de castanha-do-brasil apresentou uma concentração de $1985,9\mu\text{g}$ de Se.

5. 6 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DA ENZIMA GPx

A análise estatística (descritiva e de variância) aplicada no presente estudo demonstrou não haver diferença significativa ($p>0,05$) entre a população masculina e a população feminina.

Em vista desta constante, não será repetida tal informação ao serem descritos os resultados quanto à atividade da enzima GPx, tanto no eritrócito, quanto no plasma. Os resultados serão representados como um único grupo subentendendo a população masculina e feminina.

5. 6. 1 ATIVIDADE ENZIMÁTICA NO ERITRÓCITO

Na tabela 19 estão apresentados os valores relativos à análise da atividade enzimática no eritrócito do grupo de capoeiristas, de acordo com cada período do experimento.

TABELA 19: ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS

	T 0	T 1	T 2
	$\mu\text{mol NADPH oxi/min/mL}$		
Média	27,3	41,4	68,5
Desvio Padrão	7,8	56,7	10,8
Mediana	26,2	44,0	69,2
Coefficiente de Variação (%)	28,4	13,7	15,7
Intervalo de Confiança	24,4 a 30,08	39,3 a 43,4	64,6 a 72,4
Tamanho da amostra	29		

T0 = tempo zero, respectivo ao período inicial da pesquisa, antes da suplementação

T1 = tempo 1, respectivo aos 80 dias de suplementação

T2 = tempo 2, respectivo ao término da suplementação = 170 dias

$\mu\text{mol NADPH oxi/min/L}$ = micromol de nicotinamida adenina difosfato, de selênio por litro de amostra

De acordo com distribuição e a média dos resultados, as três coletas apresentam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Tais averiguações podem ser observadas na figura 29. A análise de variância com medidas repetidas demonstra aumento significativo e gradativo entre os momentos da coleta de dados (T0, T1 e T2).

FIGURA 29: ATIVIDADE DA ENZIMA GPx NO ERITRÓCITO NOS DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA

5.6.2 ATIVIDADE ENZIMÁTICA NO PLASMA

Na tabela 20 estão apresentados os valores relativos à análise da atividade enzimática no plasma do grupo de capoeiristas, de acordo com cada período do experimento.

TABELA 20: ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA DO GRUPO DE CAPOEIRISTAS

	T 0	T 1	T 2
	$\mu\text{mol NADPH oxi/min/L}$		
Média	98,2	145,6	217,2
Desvio Padrão	29,8	60,6	37,4
Mediana	101,4	146,4	213,0
Coefficiente de Variação (%)	30,3	14,2	17,2
Intervalo de Confiança	87,3 a 109,0	138,1 a 153,1	203,6 a 230,8
Tamanho da amostra	29		

T0 = tempo zero, respectivo ao período inicial da pesquisa, antes da suplementação

T1 = tempo 1, respectivo aos 80 dias de suplementação

T2 = tempo 2, respectivo ao término da suplementação = 170 dias

$\mu\text{mol NADPH oxi/min/L}$ = micromol de nicotinamida adenina difosfato, de Se por litro de amostra

De acordo com distribuição e a média dos resultados, as três coletas apresentam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Tais averiguações podem ser observadas na figura 30. A análise de variância com medidas repetidas demonstra aumento significativo e gradativo entre os momentos em que foram coletados os dados (T0, T1 e T2).

FIGURA 30: ATIVIDADE DA ENZIMA GPx NO PLASMA NOS DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA

5. 7 CORRELAÇÕES ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE Se COM A ATIVIDADE DA GPx

Na figura 31 está demonstrada a distribuição da concentração de Se e da atividade da GPx no plasma dos participantes do presente estudo, evidenciada pelo grupo, já que não houve diferença.

Também pode-se observar o perfil individual quanto a distribuição das médias relativas a linha de tendência da média do grupo, de cada um dos participantes nos três diferentes momentos da pesquisa (T0, T1 e T2), como também na linha vermelha a representação da média representativa do grupo.

As correlações foram significativas, em relação ao aumento encontrado na concentração de Se e proporcionalmente o aumento da atividade da GPx, ambos mensurados no plasma.

FIGURA 31: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE Se COM A ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA ($r^2 = 0,59$)

Na figura 32, está demonstrada a distribuição padrão da concentração de Se e da atividade da GPx no eritrócito dos participantes do presente estudo, evidenciada pelo grupo, já que não houve evidência da diferença estatística significativa quando estratificado por sexo.

Na mesma figura pode-se observar o perfil individual quanto a distribuição das médias de cada um dos participantes nos três diferentes momentos da pesquisa (T0, T1 e T2), como também na linha vermelha a representação da média da linha de tendência do grupo.

As correlações foram significativas, em relação ao aumento encontrado na concentração de Se e proporcionalmente o aumento da atividade da GPx, ambos mensurados no eritrócito.

FIGURA 32: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE A

DOS CAPOEIRISTAS ($R = 0,85$ e $R^2 = 0,73$)

5. 8 RELAÇÃO PROBABILÍSTICA DA ADEQUAÇÃO E INADEQUAÇÃO DA INGESTÃO USUAL DE SELÊNIO, APÓS AJUSTE, COM OS PARÂMETROS DE Se DO PLASMA E ERITRÓCITO

Os resultados apresentados a seguir relacionam os parâmetros dietéticos de Se, obtidos pelo consumo alimentar usual, com a concentração de Se no plasma e eritrócito dos capoeiristas participantes do presente estudo. Os dados da ingestão estão apresentados em percentuais, obtidos por probabilidade estatística de adequação segundo a EAR ou RDA (deduzida do escore “z”). Foram adicionadas referências bioquímicas de normalidade para a concentração de Se esperada no plasma e eritrócito.

Na figura 33 esta apresentada a relação probabilística de acordo com a **EAR**, no plasma dos capoeiristas.

FIGURA 33: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **EAR**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE Se NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

A seguir esta apresentada a relação probabilística de acordo com a **RDA**, no plasma dos capoeiristas.

FIGURA 34: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **RDA**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE Se NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

A seguir esta apresentada a relação probabilística de acordo com a **EAR**, no eritrócito dos capoeiristas.

FIGURA 35: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **EAR**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE Se NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

A seguir esta apresentada a relação probabilística de acordo com a **RDA**, no eritrócito dos capoeiristas.

FIGURA 36: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **RDA**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE Se NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

5. 9 RELAÇÃO PROBABILÍSTICA DA ADEQUAÇÃO E INADEQUAÇÃO DA INGESTÃO USUAL DE SELÊNIO, APÓS AJUSTE, COM OS PARÂMETROS DA GPx DO PLASMA E ERITRÓCITO

Os resultados apresentados a seguir relacionam os parâmetros dietéticos de Se, obtidos pelo consumo alimentar usual, com a atividade enzimática da GPx no plasma e eritrócito dos capoeiristas participantes do presente estudo. Os dados da ingestão estão apresentados em percentuais, obtidos por probabilidade estatística de adequação segundo a EAR ou RDA (deduzida do escore “z”). Foram adicionadas referências bioquímicas de normalidade para a atividade enzimática da GPx no plasma e eritrócito.

Na figura 37 esta apresentada a relação probabilística de acordo com a **EAR**, no plasma dos capoeiristas.

FIGURA 37: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **EAR**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

A seguir esta apresentada a relação probabilística de acordo com a **RDA**, no plasma dos capoeiristas.

FIGURA 38: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **RDA**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

A seguir esta apresentada a relação probabilística de acordo com a EAR, no eritrócito dos capoeiristas.

FIGURA 39: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **EAR**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

A seguir esta apresentada a relação probabilística de acordo com a RDA, no eritrócito dos capoeiristas.

FIGURA 40: PROBABILIDADE PERCENTUAL DE ADEQUAÇÃO DA **RDA**, OBTIDA DA INGESTÃO DIETÉTICA DE Se, RELACIONADA COM A ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS (n=29)

5. 10 RELAÇÃO PROBABILÍSTICA DA INGESTÃO USUAL DE Se AJUSTADA (ESCORE z) COM A ATIVIDADE DA ENZIMA (GPx), ANTES E DEPOIS DA SUPLEMENTAÇÃO COM CASTANHA-DO-BRASIL NO PLASMA E ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS

Os resultados apresentados nas figuras 41 e 42 permitem visualizar o efeito da suplementação com castanhas-do-brasil na atividade da enzima glutationa peroxidase. Todos os indivíduos apresentaram considerável aumento de atividade da GPx plasmática e eritrócitária, depois dos 170 dias de suplementação.

FIGURA 41: COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GPx COM A INGESTÃO USUAL AJUSTADA PELO ESCORE Z, **NO PLASMA**, DOS CAPOEIRISTAS ANTES (A) E DEPOIS (D) DA SUPLEMENTAÇÃO COM CASTANHAS-DO-BRASIL

FIGURA 42: COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA GPx COM A INGESTÃO USUAL AJUSTADA PELO ESCORE Z, **NO ERITRÓCITO**, DOS CAPOEIRISTAS ANTES (A) E DEPOIS (D) DA SUPLEMENTAÇÃO COM CASTANHAS-DO-BRASIL

VI - DISCUSSÃO

VI – DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo averiguar o efeito da suplementação de Se, por meio da ingestão de castanha-do-brasil no estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se de praticantes de atividade física, em especial capoeiristas.

Praticantes de capoeira, assim como outros esportes, apresentam uma produção maior de radicais livres (RL) e danos celulares em consequência da própria prática esportiva. Este público necessita uma maior eficiência do sistema de defesa antioxidante, cuja principal enzima que atua contra os efeitos danosos provocados pelos RL é a glutathione peroxidase, uma enzima selenodependente, ou seja que depende do Se no organismo humano (TESSIER, *et. al.*, 1995; JI, 1995).

A importância biológica de Se não contempla somente a sua função antioxidante, mas também outras funções fisiológicas conferidas pelo adequado estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, tais como: formação de outras enzimas essenciais ao organismo, proteção contra a ação nociva de metais pesados e xenobióticos, diminuição do risco de doenças crônicas não transmissíveis, melhora do sistema imune e prevenção de distrofia muscular e miopatia esquelética (REYLLY, C.1996; ORTUÑO, *et. Al.*, 1997; *National Academy Sciences*, 2000, ZHANG, F., *et. al.*, 2002).

A população estudada foi composta por 29 jovens universitários, praticantes de capoeira e que apresentaram uma ingestão usual inadequada de selênio. A concentração de Se, a atividade da enzima GPx e o efeito da suplementação de Se foram considerados por total de indivíduos, independentemente do sexo, considerado grupo de capoeiristas, visto que não houve diferença estatística significativa, quando os resultados foram estratificados segundo o sexo.

O estudo teve início com 44 voluntários, e por motivos de desistência voluntária, interrupção no treinamento, inadequação quanto ao

consumo diário das castanhas-do-brasil, 15 indivíduos não permaneceram até o final do experimento. O acompanhamento destas incidências foi registrado pela pesquisadora nas visitas semanais aos locais de treinamento. Nesta oportunidade, foi realizada a arguição sobre o treinamento e sobre a ingestão de castanha-do-brasil.

A seguir, serão abordados os tópicos que fundamentam o delineamento do presente estudo, com as respectivas apreciações científicas.

6.1 CAPOEIRA

Seja qual for a interpretação predominante sobre a capoeira, devemos admitir que há a necessidade de um treinamento específico para que o indivíduo praticante de capoeira possa vir a executar com habilidade e agilidade, todos os exercícios relacionados a essa atividade física. Portanto, apesar de existir uma discussão sobre em qual categoria a capoeira deveria ser inserida (dança, luta, atividade recreativa ou jogo), no presente estudo, a capoeira foi considerada como um esporte e a população pesquisada identificada como capoeiristas ou seja, praticantes de capoeira.

Diante da escassez de literatura científica sobre os capoeiristas do treinamento físico e nível de condicionamento dos mesmos, foi realizada a caracterização da população do presente estudo, obtido pelo questionário realizado junto a estes, conforme descrito na metodologia e resultados.

6.2 CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA - CAPOEIRISTAS

6.2.1. CARACTERÍSTICAS SOCIAIS

Os principais motivos que levaram os participantes da pesquisa a praticarem esse esporte foram: a socialização promovida (69%), a flexibilidade alcançada (12%), a identificação cultural nacionalista (45%), a

prática de uma modalidade esportiva condizente com as artes marciais (26%) e atividade esportiva recreativa (34%).

No presente estudo a amostra final foi composta por 29 indivíduos praticantes de capoeira, 15 do sexo masculino e 14 do sexo feminino. Essas pessoas eram submetidas a um mesmo tipo de treinamento, seus mestres (treinadores) viam a capoeira também como um esporte.

6. 2. 2. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL:

6. 2. 2. 1. AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA (LABORATORIAL):

A interpretação nutricional em relação aos dados laboratoriais são úteis para identificar e diagnosticar algumas deficiências nutricionais. Os exames sanguíneos são em sua maioria simples, tal qual o hemograma completo que fornece informações sobre deficiência nutricional, incidências hemorrágicas e hemólise, entre outros fatores que não são de interesse imediato para o presente estudo. O Volume Celular Médio (MCV), a Concentração de Hemoglobina Média (HCM) e a Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média CHCM), por exemplo podem estar associados, quando diminuídos, à deficiência de ferro (anemia) e quando aumentado, à deficiência de cianocobalamina ou folato. Em relação ao Leucograma, se apresentar valores aumentados pode representar infecção e estresse, se apresentar valores diminuídos (leucopenia) desnutrição protéico-calórica e infecção. Por último, as células diferenciadas (neutrófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e basófilos, podem indicar em geral: cetoacidose, estresse, desnutrição, infecção alergias e presença de doenças auto-imunes (SHILS, 1999, KRAUSE, *et. al.*, 2002).

No presente trabalho a análise bioquímica realizada no sangue venoso obtido dos capoeiristas evidenciou um padrão de normalidade dos resultados tanto para o sexo feminino, quanto para o sexo masculino.

6. 2. 2. 2. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA:

A avaliação antropométrica foi desenvolvida durante a Primeira Guerra Mundial por Matiegka, aplicada em soldados, para se avaliar a eficiência física. Atualmente, a antropometria permite uma pesquisa biológica sobre a composição corporal, úteis para se avaliar o estado nutricional e o risco nutricional de indivíduos, bem como a influência imediata da dieta consumida e da atividade motora nos componentes corporais (GUEDES, 1994; HEYWARD & STOLARCZYK, 1996; SHILS, 1999).

No presente estudo, o peso médio da população masculina foi de $73 \pm 8,1\text{kg}$, e de $56 \pm 4,7\text{kg}$ para a população feminina. A idade encontrada foi de $24 \pm 5,3\text{anos}$ e $21 \pm 6,8\text{anos}$ para a população masculina e feminina, respectivamente. A altura encontrada foi de $181 \pm 13,6\text{cm}$ e $165 \pm 7,9\text{cm}$, para a população masculina e feminina respectivamente.

Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados por Anselmo e colaboradores (1992), em um estudo realizado em uma população de classe média brasileira. Estes autores apresentaram peso médio de $62,1 \pm 9,4\text{kg}$ e $73,9 \pm 10,8\text{kg}$, para a população feminina e masculina, respectivamente, e altura de $157,8 \pm 7,7\text{cm}$ e $172,0 \pm 5,8\text{cm}$, para a população feminina e masculina, respectivamente.

ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

O Índice de Massa Corporal reflete a relação do peso corporal com a altura dos indivíduos. Neste estudo, os valores médios encontrados se apresentaram dentro dos parâmetros de normalidade para ambos os sexos.

Este resultado foi concordante com o demonstrado em uma pesquisa realizada também com capoeiristas universitários, que apresentaram o IMC dentro da normalidade (COUTINHO, 1999).

ESPESSURA DO TECIDO SUBCUTÂNEO

Os valores de espessura do tecido subcutâneo têm sido bastante utilizados pela sua praticidade na interpretação, bem como pela simplicidade do material empregado na coleta de dados, como por exemplo: fita métrica, compasso e paquímetros (BEHNKE E WILMORE, 1974; HEYWARD E STOLARCZYK, 1996).

Para determinar o percentual de gordura, bem como o peso gordo e a massa corporal magra, foi adotada a equação apresentada por GUEDES (1994), a qual foi validada para a população brasileira.

No presente estudo, encontramos 16% de gordura corporal para a população masculina e 14% para a população feminina. Estes resultados apresentaram diferença estatística significativa quando estratificados entre os sexos ($p < 0,05$), demonstrando que os homens apresentaram maior percentual de gordura corporal do que as mulheres.

Em relação à massa corporal magra, a população masculina apresentou em média 65 kg e a população feminina, em média 53 kg. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) quando estratificados por sexo. Esse resultado era esperado, visto que os homens apresentam maior massa magra do que as mulheres, em função de possuírem uma maior massa muscular.

vanErp-Baart (1989) encontrou os seguintes valores, de acordo com a modalidade esportiva, em homens praticantes de judô percentual de 8,7% e 10,4% de gordura corporal e em fisioculturistas e levantadores de peso o percentual encontrado foi de 15,3%. Para a população feminina praticante de ginástica e fisioculturismo foram observados valores de 18,9 e 20,5% de gordura corporal respectivamente.

De acordo com os protocolos empregados para realizar a avaliação corporal (GUEDES, 1994), nossos resultados demonstram que a população estudada apresenta-se dentro de uma faixa de normalidade, indicando que a população estudada não apresentou risco nutricional ou deficiência nutricional.

6. 2. 2. 3. AVALIAÇÃO DIETÉTICA:

Os estudos dietéticos visam caracterizar o consumo alimentar de um indivíduo ou população. A interpretação desses estudos oferece condições para que se reconheça o risco de deficiência ou toxicidade dos nutrientes consumidos.

Os métodos utilizados para avaliar a densidade energética e nutrientes da dieta apresentam vantagens e desvantagens na aplicabilidade técnica e no que se refere às interpretações. De maneira geral, é muito difícil eliminar as desvantagens do uso de determinados métodos, porém, o uso de métodos combinados como: registro de 3 dias e o recordatório de 24h pode amenizar desvantagens (PEKKARINEN, 1970). O consumo alimentar foi averiguado por meio da aplicação de método combinado, tendo sido utilizado o registro de 3 dias e o recordatório de 24h, que satisfaziam nossos objetivos.

Os indivíduos que praticam exercícios físicos, em especial os esportistas, necessitam de uma maior oferta energética e de micronutrientes por apresentarem seu metabolismo acelerado em função do maior gasto energético proveniente da contribuição do exercício físico (McARDLE, et. al. 1991; WILMORE, 1992).

O gasto energético é determinado pela taxa metabólica total (TMB), a razão metabólica de repouso (RMR), o efeito térmico dos alimentos (TEF) e a energia dispendida durante a atividade física (EEact). As alterações energéticas ocasionadas pela atividade física em geral (movimentação usual), e principalmente resultantes da prática de exercícios, geram demanda maior no consumo de energia proveniente da alimentação (HILL, et. al., 1995; DURNIN, 1996).

A recomendação nutricional quanto ao valor energético total (VET) da dieta por dia para os indivíduos que se encontram na faixa etária de 15 a 50 anos, é de 2436 e 3081kcal/dia para o sexo feminino e masculino respectivamente (DRI - *National Academy Sciences*, 2002). Estas recomendações são assumidas também pelo Comitê Olímpico Internacional

(COI), dada a especificidade exigida para algumas modalidades esportivas específicas.

Os resultados quanto à densidade energética da dieta usual dos capoeiristas participantes deste estudo, foram considerados adequados para a população masculina, enquanto que para a população feminina, foram considerados inadequados, uma vez que o consumo médio de energia foi 23% abaixo do recomendado.

Estes resultados são concordantes com os de outros estudos realizados com mulheres praticantes de atividade física, onde Nuviala e colaboradores (1996) encontraram um VET de 2008 ± 495 kcal/dia para praticantes de karatê, não tendo sido evidenciada diferença estatística, entre o grupo esportista e o grupo controle.

vanErp-Baart e colaboradores (1989), pesquisaram o VET de indivíduos praticantes de diversas modalidades esportivas, divididas em atividades de endurance, de força e de desportos de equipe, para ambos os sexos. Em atividades como judô, o VET médio variou de 2900 a 3400 kcal/dia.

Muitos estudos têm comparado o VET de mulheres com baixo nível de atividade física (2100 kcal/dia) com o VET de mulheres ativas fisicamente – atletas (2149 kcal/dia). Os autores acreditam que a proximidade desses valores é devido ao metabolismo das mulheres ser menos ativo e apresentar uma menor variação quanto ao gasto energético do que os homens. Isto ocorre em função das mulheres possuírem menor massa corporal e menor massa magra, que é o tecido metabolicamente mais ativo, apresentando portanto, um menor gasto energético durante a realização das suas atividades (COSTILL, 1986; HAWLEY, *et. al.*, 1995; GELIEBTER, *et. al.*, 1997).

Observando a distribuição percentual dos macronutrientes em relação ao VCT, foi verificada a adequação de macronutriente quando comparados às recomendações nutricionais sugeridas pela DRI/*National Academy Sciences* (2002).

A dieta usual dos capoeiristas coincidiu com a alimentação predominante nas sociedades industrializadas, que tem sido caracterizadas pelo alto teor energético, lipídico e protéico (OLIVEIRA, *et. al.*, 1998).

Boaventura (1994) realizou um estudo com estudantes da Universidade de São Paulo, com a mesma faixa etária dos participantes do nosso estudo, e observou uma ingestão de 53,4% do VET para CH, 15,7% do VET para PTN e 32,9% do VET para LIP no sexo feminino, e 53% do VET para CH, 15,2% do VET para PTN e 23,6% do VET para LIP na população masculina.

A ingestão de proteína dos capoeiristas deste estudo apresenta-se semelhante à ingestão percentual de 18 a 23% do VET para PTN, obtida em estudos sobre as dietas de levantadores de peso, jogadores de basquete e beisebol (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1994).

vanErp-Baart e colaboradores (1989) relatam que a recomendação protéica, na Holanda, para praticantes de atividade física é de 1,0 g/kg de peso corporal para mulheres e de 1,2 g/kg de peso corporal para homens. Para atletas submetidos ao treinamento intensivo, a recomendação seria de até 1,5 g/kg de peso corporal.

Existem controvérsias na literatura científica em relação aos “possíveis benefícios” da necessidade aumentada de proteínas, mas segundo Lemon (1996), um dos mais importantes pesquisadores sobre necessidade de PTN em esportistas, a recomendação é de 1,2 a 1,6g/kg de peso corpóreo atual, para desportistas em geral, com exceção de atletas fisioculturistas ou halterofilistas, que necessitam maior ingestão, porém nunca superior de 2,4g/kg/dia.

Ao apresentar nossos resultados, em relação à quantidade protéica por quilo de peso corporal (g/kg/PC), a população masculina consumiu em média 2,6g/kg/PC, enquanto que a feminina consumiu em média 1,5g/kg/PC. Esses valores estão acima da recomendação de 0,85g/kg/PC (DRI – *National Academy Sciences*, 2002), ou de 1,2g/kg/PC para indivíduos que praticam atividade física no nível praticado pelos capoeiristas (LEMON, 1996).

O consumo protéico dos capoeiristas, pode ser explicado pelos alimentos mais consumidos na dieta, que foram as carnes e laticínios (leite e derivados). A carne vermelha foi a mais consumida pela população masculina, e as carnes brancas, principalmente frango, pela população feminina. Entre os laticínios mais consumidos estão os queijos do tipo muzzarella ou brancos e iogurtes.

O consumo da dieta hiperprotéica, em particular para indivíduos que praticam exercícios físicos, é resultado de algumas crendices, por acreditarem que a ingestão elevada de proteínas aumenta a massa muscular e melhora o desempenho desportivo. Muitas informações publicadas em folhetos explicativos, revistas e propagandas não científicas garantem aos desportistas e atletas que a alta ingestão protéica evita a fadiga muscular e aumenta a massa muscular (JÚNIOR e BORELLI, 1994).

No que concerne ao consumo de CH, os valores encontrados para a população masculina e feminina, foram satisfatórios aos valores recomendados de 45 a 65% do VET.

O baixo consumo de CH pode apresentar um efeito negativo da dieta no desempenho do esportista, dada a importância de uma dieta rica em CH para os praticantes de atividade física. A literatura relata que o CH é a principal fonte de energia para o dispêndio energético durante o exercício físico, por ser utilizado para a síntese de glicogênio, garantindo a reposição do glicogênio muscular e hepático, além da manutenção da glicemia sanguínea (CORREIA, 1996; McARDLE et al. 1999; POWERS & HOWLEY, 2000).

Durante a realização de exercícios físicos, deve-se considerar que a dieta oferece energia para a sustentação do exercício físico. Ao término da disponibilidade endógena dos substratos energéticos, em especial dos carboidratos, instala-se a fadiga periférica que é fator limitante para a continuidade da execução do exercício (POWERS & HOWLEY, 2000).

Quando há uma ingestão diminuída de CH, a glicose necessária será obtida a partir do desdobramento de glicogênio muscular, e desse

modo pode-se evidenciar uma menor eficiência no desempenho e recuperação pós exercício do esportista (OWEN, et al. 1986; KATCH, 1994).

Outra consideração pertinente ao consumo de CH, refere-se à escolha dos alimentos na dieta dos capoeiristas. Os alimentos mais consumidos pela população masculina, foram: macarrão (93%), arroz (67%), pão francês (72%), banana (75%), batata (72%), bebidas energéticas (GATORADE® = 64%), cerveja (72%) e bolacha recheada (38%). Os dois últimos alimentos e outros industrializados consumidos em menores quantidades, não são recomendados devido a sua elevada densidade energética, por conter álcool ou ser do tipo de CH simples o que pode prejudicar o desempenho do esportista e não ter uma contribuição nutricional significativa com a dieta. A população feminina consumiu uma dieta mais adequada em relação à escolha dos alimentos como: cereais, pães, bolos, biscoitos e massas.

Quanto ao consumo de lipídios, os resultados encontrados apresentaram-se no limite inferior para ambos os sexos, quando comparados com as recomendações dietéticas que sugerem percentuais de 20 a 35% do VET (*National Academy of Sciences – DRI, 2002*).

Diversos estudos têm evidenciado a importância da contribuição dos lipídios durante a atividade física, em detrimento dos estoques de carboidratos, principalmente nos exercícios realizados a uma atividade submáxima e de longa duração, cujo principal substrato energético utilizado pelas fibras musculares, são os ácidos graxos (JEUKENDRUP et al. 1998).

Os lipídios representam a segunda principal fonte de energia durante a atividade física, sendo também responsáveis por retardarem a exaustão, apresentando um efeito poupador do glicogênio (*sparing effect*). A atividade física moderada, aumenta de 5 a 20 vezes a oxidação dos ácidos graxos, acima do repouso (HOROWITZ & KLEIN, 2000).

Em suma, os macronutrientes serão os responsáveis pela oferta energética exigida com o estado hipermetabólico característico durante o exercício físico. A dieta equilibrada e adequada ao dispêndio energético, promove a sustentação da execução e do tempo de prática dos exercícios

físicos, isto resulta na melhora do desempenho do esportista. Assim como, uma dieta nutricionalmente saudável oferece também a ingestão adequada de micronutrientes (vitaminas e minerais). Para tanto, é importante haver um consumo de alimentos variados, principalmente na sociedade industrializada, aumentando o consumo de frutas, verduras e cereais integrais.

Muitas revisões da literatura têm mostrado os efeitos da deficiência de vitaminas em indivíduos praticantes de atividade física, com a diminuição do desempenho do desportista (WILLIAMS, 1995).

Em relação ao consumo de micronutrientes, os estudos evidenciam que a necessidade nutricional dos desportistas não são maiores do que as recomendadas para a população normal. Quando a atividade física for intensa ou de longa duração, ao satisfazer a necessidade energética e manter a qualidade da dieta, a necessidade de micronutrientes também será satisfeita, exceto, se o processo de deficiência de vitaminas e de minerais já estiver instalado e neste caso seria necessário repor os micronutrientes (PERCEY, 1978; McARDLE, *et. al.*, 1991; WILLIAMS, 1995).

Os resultados encontrados quanto ao consumo de vitaminas evidenciam um grave desequilíbrio das suas concentrações na dieta ingerida pelos participantes da pesquisa, quando comparados às recomendações dietéticas.

O consumo foi elevado para as seguintes vitaminas: A, D, C, Riboflavina (B2), e Cianocobalamina (B12), para a população masculina, e A, D, C e Riboflavina (B2), para a população feminina. Por outro lado, os resultados evidenciaram uma ingestão insuficiente das vitaminas: E, K, Niacina e Folato, para a população masculina, e vitaminas E, K, Piridoxina (B6), Tiamina, Niacina, Folato e Cianocobalamina para a população feminina.

Os minerais são classificados, de acordo com a sua distribuição corporal, em macro e microminerais (elementos-traço). Todos os minerais possuem importantes funções fisiológicas, tais como: componentes estruturais de órgãos e tecidos, hormônios, enzimas, secreções, proteínas e

vitaminas, e ainda, como catalisadores entre sistemas hormonais e enzimáticos (SHILS *et. al.*, 2003).

Em relação aos minerais consumidos pelos capoeiristas, a população masculina apresentou ingestão elevada para cálcio, fósforo e magnésio, e ingestão insuficiente de ferro, iodo e selênio. A população feminina, apresentou valores de ingestão acima das recomendações, para cálcio, ferro e fósforo, e ingestão insuficiente, para magnésio, iodo, zinco e selênio.

Especificamente, considerando o consumo de selênio da dieta usual dos capoeiristas, os resultados do presente estudo evidenciam uma ingestão insuficiente para ambos os sexos.

Ao considerarmos a relação da ingestão usual de Se com a probabilidade percentual de adequação ajustada pelo escore z, foi evidenciado que todos os capoeiristas apresentavam uma ingestão insuficiente de Se, pois nenhum dos indivíduos atingiu 100% da probabilidade de adequação da EAR ou RDA. A maioria dos indivíduos encontrava-se em uma região de incerteza ou de atenção, segundo a avaliação da NAS-DRI (2000).

A baixa ingestão de Se pelos participantes do presente estudo, confere a classificação dessa população como uma população de atenção ao seu estado nutricional, pois a ingestão apesar de ser insuficiente, não necessariamente levará à deficiência nutricional relativa de selênio. Outras variáveis precisam ser consideradas, como por exemplo, a atividade da GPx, que estaremos discutindo posteriormente.

Os nossos resultados são condizentes com os valores de ingestão de Se em residentes na cidade de São Paulo (SP), cuja ingestão média estimada foi de 20 a 60µg ao dia. Indivíduos residentes em Manaus (AM) apresentaram uma ingestão superior aos paulistanos, que foi de 98µg ao dia, e residentes no estado de Santa Catarina apresentaram um consumo de 55,3 a 114,5µg. Provavelmente, o maior consumo apresentado nessas duas

últimas áreas, seja devido as diferenças de composição do mineral no solo e do hábito alimentar da população (COZZOLINO, S.M.F, 1997).

Estudos realizados com população de baixa renda avaliaram a dieta habitualmente consumida nas regiões de Mato Grosso e de São Paulo, e evidenciaram ingestão de Se de 20 a 40µg, respectivamente, sinalizando que a população pesquisada apresenta ingestão de Se insatisfatória (BOAVENTURA & COZZOLINO, 1993; CINTRA & COZZOLINO, 1993).

Estudo sobre a ingestão usual de Se em 15 diferentes países, entre eles o Brasil, demonstrou que especificamente para a população brasileira a ingestão média apresentada em uma dieta tradicional foi de 60µg Se /dia (REILLY, 1996).

A ingestão de Se varia em diferentes países, como por exemplo, de 6,6 a 47,4 µgSe/dia na Itália, de 60 a 150µg Se/dia e 99 a 102µg Se/dia em diferentes regiões dos Estados Unidos, de 63 a 122µg Se/dia em Bangladesh, de 234µg Se/dia em Glasgow na Escócia (THOMSON & ROBINSON, 1980).

A variabilidade encontrada em estudos que mensuram a ingestão evidencia que o principal motivo seria a grande diferença existente na dieta regional habitualmente consumida. Indivíduos do mesmo sexo e mesma faixa etária apresentam comportamentos alimentares distintos, refletindo a ingestão diária de 50 a 200µg, sendo considerada essa faixa, como segura e adequada (ESADI - US) (Organização Mundial da Saúde, 1998).

Existem poucos estudos sobre a forma química de Se presente nos alimentos, mas as evidências indicam que em alimentos de origem animal, a forma predominante seria a selenocisteína e que em alimentos de origem vegetal, como a castanha-do-brasil seria a selenometionina. A castanha-do-brasil é referida como o alimento que apresenta maior biodisponibilidade de Se (124%) quando comparada com o selenito (100%) (THOMSON, 1998).

6. 2. 2. 4. CARACTERIZAÇÃO DO TREINAMENTO E COINDICIONAMENTO FÍSICO:

O tempo médio de treinamento dos participantes da pesquisa foi de 107 minutos por cada sessão de exercícios praticados, 5 vezes por semana em média. Já a respeito da permanência na roda, os voluntários permaneciam cerca de 2,57 minutos no jogo (roda de capoeira).

Messina (informe pessoal, 1996) desenvolveu sua dissertação de mestrado sobre a capoeira, e no seu estudo procurou estabelecer as principais características quanto à execução dos movimentos executados na capoeira, a partir da realização e acompanhamento do Campeonato Paulista de Capoeira, em parceria com a Escola Paulista de Medicina. O pesquisador relatou grande dificuldade em padronizar os golpes, visto que hoje a capoeira insere grande variedade de golpes provenientes de outras lutas, misturados ao treinamento da capoeira.

AValiação DO CONDicionamento Físico

Independente da modalidade esportiva, a avaliação do condicionamento físico de atletas é muito discutida nas áreas afins da medicina desportiva, com o intuito de conhecer e analisar o nível de habilidade física, domínio, flexibilidade e desempenho de um atleta. Existem muitas técnicas que refletem o condicionamento físico, e a escolha destas deve ser em função da modalidade exercida e do uso dos resultados (McARDLE, 1991).

ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO

A concentração de lactato sanguíneo em repouso é o resultado de um equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato, correspondendo ao valor de 1mmol/L de sangue. Seu acúmulo no sangue depende da produção de lactato pelo músculo ativo e da capacidade de remoção do lactato principalmente pelo fígado (BILLAT, 1996; POWERS & HOWLEY, 2000).

Em esportes intermitentes e de curta duração como as lutas ou artes marciais, tem sido evidenciado o uso de lactato sanguíneo para se avaliar o treinamento ou combate (NUNES *et. al.*, 1998).

A concentração de lactato sanguíneo é uma resposta individual do esportista em relação a sua adaptação fisiológica ao exercício físico, que reflete o seu nível de condicionamento. O lactato produzido no esforço é tamponado com o objetivo de manter-se a alcalinidade sanguínea e apesar da grande controvérsia na literatura sobre sua interpretação é possível prever a intensidade de esforço do esportista, quando esta atinge 4mM/L (VOLTARELLI *et. al.* 2002).

Nossos resultados foram de 6,8mM/L de lactato (milimol por litro de sangue) para a população masculina e de 4,9mM/L para a população feminina. Estes resultados sugerem que quando comparados aos dados de repouso os capoeiristas atingiram seu limiar anaeróbio em apenas 3 minutos, sendo a permanência média na roda de capoeira.

Durante a intervenção da suplementação com CB não foram evidenciadas alterações significativas do lactato sanguíneo entre o período total do estudo, o que sugere que os mesmos já estavam condicionados ao treinamento físico no momento inicial ao experimento, pois os capoeiristas mantiveram o mesmo nível de treinamento durante todo o experimento.

AVALIAÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – PREDIÇÃO DO VO_2 MÁXIMO

A eficiência de um exercício está relacionada não somente aos indicadores de composição corporal, mas também à quantidade de oxigênio consumida para a realização do esforço. Este consumo relaciona-se ao peso corporal e mais especificamente, à massa corporal magra.

É aconselhável expressar o consumo de oxigênio por mL. kg^{-1} . min^{-1} , principalmente para atividades em que há necessidade de deslocamento corporal sem suporte do próprio peso, como o realizado na capoeira (CORREIA, 1996).

Os valores encontrados para a população masculina do grupo de capoeiristas foi de $48,4 \pm 3,8 \text{ mL/kg/min}$ e para a população feminina foi de $41,08 \pm 4,1 \text{ mL/kg/min}$, apresentando uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os sexos.

Em um estudo ainda não publicado, realizado com capoeiristas homens do estado de São Paulo, foram encontrados valores relativos à média do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.) de 44 mL/kg/min (informação pessoal MESSINA, 1996), sendo concordantes aos valores obtidos, em nosso estudo, para a população masculina de $41,7 \pm 4,27 \text{ mL/kg/min}$ para o grupo de capoeiristas.

Tessier e colaboradores (1995) evidenciaram que quando o exercício é realizado dentro do VO_2 máximo da capacidade do indivíduo, ocorre um aumento da produção de espécies reativas de oxigênio, o que causa um desequilíbrio no sistema redox da glutathiona. Esses autores encontraram uma correlação significativa entre o VO_2 e a atividade da GPx em eritrócitos de indivíduos submetidos a treino aeróbico e que recebiam suplemento de Se.

Não foi encontrada correlação entre o VO_2 Máx. e qualquer parâmetro relativo ao Se. Isto se justifica ao considerarmos que nas diferentes modalidades desportivas, ocorre uma resposta metabólica proporcional à intensidade do esforço. Assim, ao interpretarmos o VO_2 máx. dos capoeiristas, devemos lembrar que a atividade praticada pelos mesmos classifica-se como de baixa intensidade ($< 60\% \text{ VO}_2$ máx.).

6. 3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS CASTANHAS-DO-BRASIL (CB)

Antes que a suplementação dos capoeiristas se iniciasse, foram realizadas análises de composição centesimal das castanhas-do-brasil provenientes de Manaus.

O resultado quanto à composição centesimal das CB demonstra alta concentração da fração lipídica (63,3%) dessas nozes. Melo (1989)

encontrou valores de 69,4% para expressar a fração lipídica das CB analisadas.

Nossos resultados sobre a composição centesimal das CB, foram concordantes com a literatura científica pesquisada e estão apresentados na tabela à seguir.

TABELA 20: COMPARAÇÃO ENTRE O PERCENTUAL MÉDIO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS CASTANHAS-DO-BRASIL, DE DIFERENTES PESQUISAS

PESQUISA	UMIDADE	CINZAS	PROTEÍNA	FRAÇÃO LIPÍDICA	FIBRA (FDN) ¹	FRAÇÃO NIFEXT (≠ CH) ²
Presente Estudo	3,2	3,4	16,7	63,3	2,8	10,6
Melo (1989)	2,5	2,9	12,8	69,4	2,9	8,1
SUDAM (1976)	2,4	3,2	14,0	70,9	2,6	8,0
EMBRAPA (1995)	3,0	-	16,4	69,3	4,6	7,0

1 FDN = fibra detergente neutro

2 ≠ CH = carboidratos obtidos por diferença da soma percentual dos demais componentes

É importante ressaltar que, apesar do alto índice de lipídios nesse tipo de alimento, a CB apresenta na sua composição, lipídios essenciais ao organismo humano, os ácidos graxos polinsaturados, que não são produzidos pelo organismo. As concentrações foram discutidas na revisão da literatura ao abordarmos o capítulo sobre castanhas-do-brasil.

Outra consideração sobre o possível risco de uma elevada ingestão de CB está relacionada com sua alta concentração de Se, pois existem valores estipulados quanto aos níveis máximos de ingestão. Especificamente para a ingestão de Se, deve-se observar a UL (Tolerable Upper Intake Levels - Limite Superior Tolerável de Maior Ingestão) que foi estipulada com base na maior dose ingerida que não represente risco à saúde (*National*

Academy Sciences, 2000). Como já mencionado anteriormente, a ingestão elevada de Se pode ser prejudicial e tóxica, como a CB possui altas concentrações deste mineral, deve-se ter o cuidado com ingestões elevadas deste alimento quando por períodos prolongados.

A UL para Se foi estipulada em 400 μ g ao dia, o que corresponde a ingestão de cerca de 7 castanhas-do-brasil. Ao respeitar-se a UL para Se, seria garantida a ingestão segura de Se ao indivíduo, como também não haveria risco à saúde devido a ingestão de radionuclídeos presentes na CB, equivalente a um consumo de 34 amêndoas em média. Dessa forma, seria assegurado ao indivíduo ou população, os benefícios de um alimento saboroso e que representa a melhor fonte dietética de Se.

A dose ingerida considerada de risco, por ser prejudicial à saúde e que está relacionada ao efeito tóxico, foi estipulada em 900 μ g ao dia, que corresponde a dose ingerida onde foi observado efeito adverso aos indivíduos (LOAEL – Lowest Observed Adverse Effect Level). A quantidade equivalente a esta ingestão seria de 15 amêndoas de CB ao dia, considerando o peso médio de 3 gramas por amêndoa, encontrado no presente estudo.

Outros estudos ainda são necessários para explicitar o prejuízo à saúde que poderia ser causado com um alto consumo de castanhas-do-brasil, e qual a quantidade realmente considerada como fator de risco ou tóxica. Esta questão torna-se vital, ao considerarmos que na região norte do Brasil há um alto consumo de CB, que é utilizada de variadas formas na culinária doméstica (óleo, leite de castanha, farinha, bolacha, etc).

6. 4 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE Se

6. 4. 1 CONCENTRAÇÃO DE Se NA UNHAS DOS PÉS

A concentração de Se nas unhas dos pés refletem o estado nutricional pregresso de um indivíduo em relação ao Se. Devido à velocidade de crescimento das unhas ser baixa, cerca de 2mm por mês, são

necessários de seis meses a um ano para a renovação total das mesmas, portanto, podem ser utilizadas como um marcador do estado nutricional de longo período dos indivíduos em relação ao Se (GIBSON, 1989; FAIRWEATHER-TAIT, 1997; COUTINHO, 1999).

Justamente pela exigência de um período prolongado de crescimento das unhas, tornou-se difícil adquirir o material na coleta final, após a suplementação com as castanhas-do-brasil. Outro fator relevante foi o fato de que a capoeira é um esporte que se pratica descalço, e os voluntários registraram inconveniência em deixarem suas unhas crescer, uma vez que permaneceram treinando durante todo o período da pesquisa.

Os resultados encontrados no presente estudo não evidenciaram diferença estatística quando foi analisada a concentração de Se, individualmente nas unhas coletadas dos dedos maiores (dedões) e dos demais dedos do pés. Também não houve diferença estatística significativa quando os resultados foram estratificados por sexo, portanto enquanto grupo, os praticantes de capoeira apresentaram a concentração de Se de $583,59 \pm 61,13 \mu\text{g/kg}$, com intervalo de confiança de 481,87 a 685,55 $\mu\text{g/kg}$.

Outro estudo realizado no Brasil, evidenciou que o intervalo de confiança da concentração de Se nas unhas dos pés, apresentou uma variação de 518,28 a 617,49 $\mu\text{g/kg}$ (MEDEIROS, 1997). Esses resultados são condizentes com o do presente estudo, já que ambos foram realizados com indivíduos residentes na cidade de São Paulo, que naturalmente possuem uma similaridade na ingestão de Se, em função das concentrações de Se no solo ser inferior a de outras regiões do Brasil e pelos diferentes hábitos alimentares.

Os resultados encontrados no presente estudo são menores do que os encontrados por outros pesquisadores, tais como: Hunter e colaboradores (1990), que evidenciaram uma correlação positiva entre o consumo de Se e as concentrações deste elemento nas unhas dos pés de mulheres americanas que recebiam ou não suplementação com Se, encontrando concentrações de 906 $\mu\text{g/kg}$ e 801 $\mu\text{g/kg}$, respectivamente.

Outro estudo realizado com a população norte americana, que reside em uma região com altas concentração de Se no solo, e consequentemente apresentam uma maior ingestão desse nutriente, evidenciaram uma concentração de Se nas unhas de 1200µg/kg (SWANSON *et. al.*, 1990).

A utilização da concentração de Se nas unhas, como um marcador do estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, deve ser melhor pesquisada. Alguns autores relatam que a vantagem deste método, é por ele ser considerado um método não invasivo.

Outra interferência existente no uso deste parâmetro, se dá ao fato de que pouco se sabe sobre a forma química de Se presente nas unhas e se seria possível, e de qual modo, mobilizar o Se presente nas unhas para o uso no organismo, em caso de deficiência nutricional relativa a esse mineral.

O uso da concentração de Se determinado nas unhas corresponde ao estado nutricional pregresso relativo ao Se, e pode ser relacionado com a ingestão de um indivíduo ou população.

6. 4. 2 CONCENTRAÇÃO DE Se NO ERITRÓCITO

A regulação fisiológica relativa ao metabolismo de Se implica primeiramente em alterações nas concentrações plasmáticas de Se, que são 1,0 a 2,0 vezes menores que a concentração de Se nos eritrócitos. Em função desta alteração plasmática, a concentração de Se no eritrócito é utilizada como um marcador a longo prazo, do estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, e reflete a retenção dos estoques corporais. Para que ocorra uma resposta satisfatória na mudança da concentração de Se no eritrócito, é necessário um período de 120 dias de ingestão contínua de Se, pois esse período é exigido para a eritropoiese, ou seja, para a formação de novos eritrócitos (VAN DAEL & DEELSTRA, 1993; FAIRWEATHER-TAIT, 1997).

Os resultados do presente estudo quanto à concentração de Se foram de 1,53µmol/L (120,28µg de Se/L), no tempo zero (T0), ou período

inicial. Esse período corresponde ao estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, encontrado nos participantes da pesquisa, antes da intervenção com a castanha-do-brasil.

Considerando esse período inicial, pode-se dizer que nossos resultados são concordantes com os resultados evidenciados por Ortunõ e colaboradores (1997), que apresentaram uma variação de 60 a 120 μ g/L (ng/mL), enquanto que Pleban e colaboradores (1982) estabeleceram valores normais de 149 a 250 μ g/L (ng/mL) para indivíduos saudáveis.

Estudo realizado com indivíduos residentes da cidade de São Paulo, que apresentavam a Síndrome do Intestino Curto, utilizou em seu grupo controle, indivíduos saudáveis, também residentes da mesma cidade. Os resultados referentes à concentração de Se no eritrócito do grupo controle, evidenciaram valores relativos ao intervalo de 90 a 116ng/mL (MEDEIROS, 1997). Esses resultados são semelhantes aos encontrados no presente estudo, cujo intervalo encontrado nos praticantes de capoeira, foi de 107,32 a 133,23ng de Se/mL.

Robinson (1989) considera como valores normais utilizados para expressar a concentração de Se no eritrócito, a variação de 83 ± 16 ng/mL a 98 ± 21 ng/mL para indivíduos saudáveis. O pesquisador relata que esses valores não resultam ou acompanham, os sinais de deficiência de Se clinicamente demonstráveis.

Quanto ao efeito da suplementação de Se por meio da ingestão de CB, pode ser verificado o aumento significativo da concentração de Se no eritrócito, ao final dos 170 dias do experimento (T2). Aliás já na segunda coleta, que ocorreu em 80 dias (T1), pode ser observado esse aumento, porém sua maior significância estatística ($p < 0,05$) foi ao término do período total do experimento.

Como já descrito anteriormente, a população do presente estudo apresentou no início da pesquisa uma concentração média de 1,53 μ mol/L, na segunda coleta, a concentração encontrada foi de 2,10 μ mol/L e na

terceira e última coleta, foi de $2,84\mu\text{mol/L}$. O aumento encontrado entre T0 e T2, foi de 1,86 vezes sobre o valor inicial.

Outra característica pertinente ao efeito da suplementação, refere-se a diminuição do coeficiente de variação, no T0 foi de 29,6% e no T2 foi de 16,6%. Provavelmente esse evento tenha ocorrido devido a adaptabilidade biológica individual dos capoeiristas, em relação ao consumo de Se, oferecido pela castanha-do-brasil.

Em relação ao exercício físico, um estudo demonstrou não haver alterações na concentração de Se no eritrócito ou na urina de indivíduos praticantes de atividade física. Após a combinação do exercício com o estresse fisiológico, houve diminuição da concentração de Se no plasma (SINGH *et. al.*, 1991).

Lang e colaboradores (1987), em um estudo com ratos deficientes em Se, não encontraram alterações da concentração de Se nos eritrócitos, entre um grupo controle sem treinamento e outro grupo treinado, sugerindo que talvez o exercício físico não seja afetado pela deficiência de Se.

Talvez essas evidências confirmem que as alterações fisiológicas imediatas ocorram particularmente no plasma e não no eritrócito. Também deve ser levado em consideração que a concentração de Se no eritrócito, depende diretamente da concentração de hemoglobina do sangue, bem como da sua incorporação na GPx celular e do pool relativo à síntese de selenoproteínas no organismo.

6. 4. 3 CONCENTRAÇÃO DE Se NO PLASMA

A concentração de Se no plasma tem sido utilizada como um bom marcador do estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, principalmente em estudos que medem o efeito da ingestão usual de Se no estado nutricional atual. Porém, deve ser levado em consideração a forma química de Se ingerida, que reflete a síntese e o platô das selenoproteínas.

Parece que a melhor resposta da concentração de Se no plasma ocorre quando o Se é ingerido na forma de selenometionina. Contudo, há um

limitante para essa resposta fisiológica, pois a selenometionina pode ser disponibilizada pelo metabolismo da selenocisteína contida nas selenoproteínas. Sendo assim, a resposta plasmática, não necessariamente é uma resposta imediata à quantidade de Se ingerida, mas sim da interação da resposta metabólica relativa ao Se, resultante das alterações nas reservas corporais, junto com a quantidade de Se ingerida.

A Academia Nacional de Ciência dos Estados Unidos declara que a concentração de Se no plasma, reflete a ingestão de quaisquer formas de Se presente no alimento, quando a concentração é menor que $0,85\mu\text{mol/L}$ (*National Academy Sciences*, 2000).

A concentração de proteínas influencia na distribuição de Se, talvez pelo mineral ser transportado ligado a proteínas, preferencialmente pelas α - e as β -globulinas e também por lipoproteínas. A concentração de Se no plasma depende também da raça, pois estudos têm demonstrado que adultos da raça negra nos EUA, possuem menores concentrações do que adultos da raça branca (McADAM *et. al.*, 1984; GIBSON, 1989).

Na coleta inicial do presente estudo, ou seja, no tempo zero (T0), a concentração de Se no plasma foi de $1,00 \pm 0,14\mu\text{mol/L}$ ($78,86 \pm 10,88\mu\text{g/L}$).

O resultado encontrado no presente estudo, evidencia que os praticantes de capoeira, podem ser classificados em relação ao estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, como indivíduos saudáveis, visto que os níveis normais são estabelecidos em $0,76$ a $1,52\mu\text{mol/L}$ (60 a $120\mu\text{g/L}$). Contudo, ao consideramos o intervalo obtido no presente estudo, que foi de $0,95$ a $1,05\mu\text{mol/L}$ ($74,90$ a $82,22\mu\text{g/L}$), verificamos que os nossos resultados não representam plenamente os valores máximos considerados como ideais (VAN DAEL & DEELSTRA, 1993).

Nossos resultados encontram-se dentro dos valores de $53,03$ a $108,96\mu\text{g/L}$ propostos por ALEGRÍA (1996), para a população saudável de Valencia, na Espanha, e também dentro dos padrões de normalidade apresentados por VERSIECK e CORNELIS (1989) de $0,053$ a $0,161\mu\text{g/mL}$, que levam em consideração a idade e os fatores geográficos.

Quando comparados os resultados do presente estudo com os padrões de adequação propostos para adultos jovens norte americanos, a concentração de Se no plasma fica abaixo do estabelecido, que foi de 119 a 134 $\mu\text{g/L}$ (GIBSON, 1989). Esta diferença pode ser explicada ao considerarmos as diferenças da concentração de Se no solo e na dieta habitualmente ingerida.

Um estudo realizado com a população residente em São Paulo, evidenciou a concentração de Se no plasma de 69,99 a 81,81 $\mu\text{g/L}$ (MEDEIROS, 1997). Nossos resultados são concordantes com o estudo de Medeiros, e maiores que os resultados encontrados por Boaventura (1994), que ao pesquisar tais concentrações em uma população de universitários da Universidade de São Paulo, observou valores de $47,3 \pm 8,0$ ng de Se/mL.

Durante a atividade física, Singh e colaboradores (1991) sugerem que as alterações observadas no plasma podem ser devido ao fato do organismo mobilizar inicialmente o Se do plasma para suprir o sistema antioxidante do organismo e se proteger contra a oxidação induzida pela atividade física.

O efeito da suplementação de Se, por meio da ingestão de CB, no presente estudo, é observado ao término do período de suplementação (T2), pois o aumento foi estatisticamente maior no T2 quando comparado ao T1 ou ao T0 ($p < 0,05$) no plasma dos capoeiristas.

Em relação a proporcionalidade entre a concentração de Se ser de 1,0 a 2,0 vezes maior no eritrócito e plasma, os resultados encontrados no presente estudo demonstram que a concentração de Se no eritrócito dos capoeiristas, foi em média 1,48 vezes maior que a concentração de Se no plasma, nos três momentos de coleta (T0, T1 e T2).

6. 5 ATIVIDADE DA ENZIMA GLUTATIONA PEROXIDASE (GPx)

A determinação da atividade da GPx nos parâmetros sangüíneos tem sido utilizada para corroborar as interpretações sobre o metabolismo relativo ao Se. Em especial, ao pesquisar-se populações deficientes ou com

um consumo alimentar moderado de Se, a atividade da GPx mostra-se um eficiente parâmetro, considerada a unidade funcional de Se, para responder sobre o estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se (GIBSON, 1989; SALBE & LEVANDER, 1990; NÉVE, 1991).

A GPx está distribuída largamente em vários tecidos corporais, mas sem dúvida a maior atividade está concentrada no eritrócito (celular) e no plasma (extracelular), mas há atividade dessa enzima também nas plaquetas. A GPx é uma enzima selenodependente, portanto sua atividade está diretamente relacionada com a quantidade de Se ingerida e distribuída no organismo.

Se a ingestão de Se for insuficiente, a atividade da GPx é reduzida, resultando em maior peroxidação lipídica. Essa atividade pode ser restaurada quando restabelecida a ingestão adequada de Se, por meio de uma dieta equilibrada (WHITE *et. al.*, 1994).

Existem outros fatores que devem ser considerados em relação a atividade da GPx, como por exemplo, idade, sexo, raça, nível de atividade física praticada, estresse, hábito tabagista ou se o indivíduo possui anemia ferropriva, deficiência de vitamina B12 e B2, bem como baixa concentração de ácidos graxos essenciais (THOMSON *et. al.*, 1998).

A atividade enzimática sofre influência da concentração de hemoglobina (Hb) no sangue total, visto que a GPx eritrocitária está presente no eritrócito. Com o intuito de amenizar essa interferência, foi utilizado um método para determinar a atividade da GPx no eritrócito, que dosa a quantidade de hemoglobina na amostra e modifica a hemoglobina em cianometahemoglobina, o que diminui a interferência na cinética enzimática. Outro procedimento assumido, é ajustando o método de cinética enzimática, onde se determina primeiro a concentração de Hb de cada amostra e depois se realiza a análise em função da real concentração de Hb de cada paciente (WENDEL, 1981; MANNERVIK, 1985 e HOMEM DE BITTENCOURT (1995).

6. 5. 1 ATIVIDADE DA GPx NO ERITRÓCITO

A atividade da GPx no eritrócito dos participantes do presente estudo, demonstram que no período inicial (T0), os valores encontrados foram de $27.263,75 \pm 7.751,60$ $\mu\text{mol NADPH oxi/ min/L}$ ($27,26\mu\text{mol NADPH oxi/ min /mL}$ ou $56,04$ $\mu\text{mol NADPH oxi/ min /g Hb}$).

Considerando esses resultados, pode-se interpretar que antes da intervenção com a suplementação com CB, a atividade da GPx no eritrócito dos participantes da pesquisa apresentava-se semelhante à encontrada por Medeiros (1997), em seu estudo com indivíduos adultos residentes da cidade de São Paulo onde foi encontrada uma variação de 48,87 a 58,23 $\mu\text{mol NADPH oxidado/ min/g Hb}$.

Em relação ao efeito da suplementação de Se por meio da ingestão de CB, observada no presente estudo, pode ser observado o aumento significativo do T0 (56,04) para T2 (73,54), correspondente a 17,5, e também significativo em relação ao final do experimento, pois do T0 (56,04) para T2 (136,96) correspondem a 80,92. Esses resultados evidenciam diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os três períodos, o que confere o aumento da atividade da GPx em função do maior período ao qual o participante foi suplementado.

A recuperação máxima da atividade da GPx alcançada após a suplementação foi de 41%, sendo que o valor encontrado ao final da suplementação foi aproximadamente 2,5 vezes maior que o valor do período inicial (T0). Essas evidências demonstram que a CB é um alimento com alta biodisponibilidade de Se, já que proporciona uma resposta biológica significativa na GPx, que é a unidade funcional de Se.

Em relação à prática de exercícios físicos, um estudo com ratos submetidos a treinamento, evidenciou uma maior peroxidação lipídica, principalmente na mitocôndria do músculo esquelético dos ratos, submetidos a uma dieta deficiente de Se (JI *et. al.*, 1988).

6. 5. 2 ATIVIDADE DA GPx NO PLASMA

A atividade enzimática da GPx no plasma é um dos parâmetros mais recomendados para se discutir o estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, em função da ingestão alimentar usual, de um indivíduo ou população, visto que representa melhor a resposta metabólica de Se. Alguns autores sugerem que o melhor indicador para se avaliar o estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, é a selenoenzima selenoproteína P, mas devido à falta de informações precisas na literatura, a GPx plasmática tona-se mais representativa (*National Academy Sciences*, 2000).

O resultado encontrado quanto à cinética enzimática da GPx no plasma, dos praticantes de capoeira no T0 do presente estudo, foi de $98,15 \pm 29,75 \mu\text{mol NADPH oxi/ min/L}$ na segunda coleta (T1) foi de $145,62 \mu\text{mol NADPH oxi/ min/L}$ e ao final do experimento (T2) $217,22 \mu\text{mol NADPH oxi/ min/L}$.

Esses resultados evidenciam um ganho de 122% da atividade da GPx plasmática entre o período inicial da suplementação e final (diferença foi de $119,07 \mu\text{mol NADPH oxi/ min/L}$). Um ganho significativo também pode ser observado entre o período inicial e a segunda coleta (T1 = 80 dias), que foi de 48,36% (diferença foi de $47,47 \mu\text{mol NADPH oxi/ min/L}$).

Segundo a interpretação da *National Academy Sciences* (2000), que sugere a avaliação do percentual alcançado na atividade máxima da GPx em estudos de suplementação, estudos evidenciam valores de 37% para homens que foram suplementados com $200 \mu\text{g}$ de Se. Nossos resultados demonstram que a atividade máxima da enzima alcançada foi de 45,18% durante o período de 170 dias de suplementação com aproximadamente $59,57 \mu\text{g}$ de Se, relacionada à ingestão de apenas uma castanha-do-brasil ao dia.

O padrão de normalidade assumido pelas pesquisas científicas, para se avaliar a cinética da GPx no plasma, e que garanta o adequado estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, evidencia valores de $312,5 \pm 25,2 \text{ U/L}$ (PLEBAN *et. al.*, 1982).

Outra referência que retrata a adequada atividade da GPx no plasma, foi proposta para uma população residente na Espanha com ingestão moderada de Se, e sugere valores de 196 a 477 U/L (ALEGRÍA, *et. al.*, 1996).

No presente estudo, ao considerarmos os resultados obtidos em unidades por litro, verificaremos que somente na terceira coleta os valores alcançaram a adequação acima proposta para a atividade ideal da GPx no plasma, que foi de 217,22 U/L.

Porém, nossos resultados são consistentes com os encontrados para a população do estado de São Paulo, que também apresentaram valores inferiores aos discutidos na literatura referidos como ideais, provavelmente devido à menor ingestão de Se (BOAVENTURA, 1994; MEDEIROS, 1997).

Um estudo realizado com jovens universitários, avaliou o efeito da suplementação de Se na performance aeróbia desses indivíduos. Os autores encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) na atividade da GPx no plasma entre o grupo suplementado e submetido a treinamento intervalado, que alterna a intensidade do exercício, com o grupo que recebeu placebo e também foi submetido ao treinamento (TESSIER *et. al.*, 1995).

6. 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL DOS INDIVÍDUOS EM RELAÇÃO AO Se E GPx

A avaliação do estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, em humanos, tem sido realizada em material biológico, como: sangue total, plasma, eritrócito, plaquetas, unhas e urina. Recomenda-se a combinação do consumo de Se com a análise do material biológico, assim pode ser averiguada a significância biológica dos resultados, em um indivíduo ou população (DIPLOCK, 1993; Organização Mundial da Saúde, 1998; *National Research Council*, 2000).

A escolha do método utilizado para realizar as análises do material coletado, é de grande importância para se assegurar a precisão e

confiabilidade dos resultados. Atualmente, tem sido evidenciado o uso da técnica de espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite ou por geração de hidretos, mas a técnica de fluorimetria é aplicada satisfatoriamente, visto que apresenta baixo custo operacional, alta sensibilidade e precisão (5ng/L), sendo reconhecido pela literatura como um método analítico reprodutível para materiais biológicos (KOH, 1983; TAMARI, *et. al.*, 1986; REILLY, 1996).

Em populações que possuam características específicas, tais como a prática de exercícios físicos, os mesmos parâmetros de avaliação são recomendados, porém ao referir a vantagem da suplementação de Se e seus possíveis efeitos na performance de um indivíduo, os resultados apresentam-se pouco conclusivos e contraditórios (WOLINSKY *et. al.*, 1994).

Alguns estudos enfatizam um benefício da suplementação de Se em praticantes de exercícios físicos, principalmente em exercícios extenuantes por ocorrer uma maior peroxidação lipídica. A suplementação com Se induz a uma redução significativa dos peróxidos lipídicos, em função da melhor atividade enzimática da GPx (CLARKSON, 1991).

No presente estudo ficou claramente evidenciada a melhora da atividade da GPx, tanto no eritrócito quanto no plasma dos praticantes de capoeira, bem como, um aumento significativo da concentração de Se nos mesmos parâmetros estudados ($p < 0,05$).

A análise estatística evidenciou uma correlação significativa entre o aumento da concentração de Se e o aumento da atividade enzimática da GPx, no eritrócito ($r = 0,85$; $r^2 = 0,73$) e plasma ($r = 0,72$; $r^2 = 0,59$) dos capoeiristas, após a suplementação de Se por meio da ingestão com castanha-do-brasil.

Considerando o estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se da população pesquisada no início do experimento, pode ser observado que os indivíduos apresentavam uma baixa ingestão de Se e associadas à baixa concentração de Se e atividade da GPx no plasma. Essas averiguações corroboram com outros estudos realizados com indivíduos residentes em

São Paulo, classificados como uma população de risco ou de atenção ao estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se.

O presente estudo evidenciou considerável melhora no estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se, demonstrando que a castanha-do-brasil é um alimento com excelente biodisponibilidade de Se, promovendo de forma significativa maior concentração de Se e atividade da GPx nos indivíduos participantes da pesquisa.

6. 7 PROBABILIDADE DA ADEQUAÇÃO EM RELAÇÃO À INGESTÃO USUAL COM A CONCENTRAÇÃO DE Se E ATIVIDADE DA ENZIMA GPx, NO PLASMA E ERITRÓCITO DOS CAPOEIRISTAS

A avaliação realizada sobre a possível relação entre a ingestão de Se com os parâmetros bioquímicos (concentração de Se e atividade da GPx) no plasma e eritrócito, permite observar a correlação entre a ingestão usual de Se com os parâmetros bioquímicos, por meio da análise da probabilidade de adequação, obtida pelo escore z, em relação a ingestão usual e a recomendação nutricional de EAR e RDA.

Considerando a EAR, os capoeiristas apresentaram em média uma probabilidade de adequação de 64%, sobre a ingestão média de 48µg, o que implica em uma ingestão insatisfatória, classificando a amostra como uma população de atenção. A maioria dos capoeiristas encontravam-se em uma região de incerteza, quando analisados, o que não permite afirmações sobre uma real ingestão satisfatória ou de acordo com a recomendação nutricional.

Ao relacionarmos os dados de ingestão de Se dos capoeiristas com a concentração de Se no plasma e eritrócito, pode ser observado que apesar da ingestão inadequada, ao considerarmos a EAR, os indivíduos apresentaram valores bioquímicos dentro dos indicadores de normalidade, ou seja satisfatórios aos limites de normalidade propostos por pesquisadores.

Em consideração a probabilidade percentual média de adequação de acordo com a RDA, apenas 23% dos capoeiristas ingeriam uma

quantidade satisfatória. E a correlação da probabilidade de adequação com os parâmetros bioquímicos, permitiu observarmos que a maioria dos capoeiristas apesar de apresentar uma ingestão insatisfatória, tinham a concentração de Se de acordo com os limites esperados, tanto no plasma quanto no eritrócito.

É importante ressaltar que o limite clássico assumido como padrão de normalidade para refletir a concentração de Se no plasma, é de 119 a 134 μg de Se/L, segundo Gibson (1989), todos os nossos dados estariam abaixo deste limite.

Contudo, é controverso se os parâmetros bioquímicos seguramente refletem a ingestão de Se, como já comentado anteriormente, devido a homeostasia no organismo, por isto assumimos outros estudos para comparar esta relação, como os de Pleban (1987), o que permitiu a interpretação de uma variação da normalidade para os padrões bioquímicos.

Observações semelhantes foram encontradas por Sardinha (2002), que relacionou os parâmetros bioquímicos com a ingestão de Fe, Zn, Cu e Mg. A pesquisadora não encontrou correlação positiva entre a ingestão dietética diária de Zn e Mg, com as concentrações bioquímicas destes minerais no sangue.

A atividade da GPx plasmática é referida como o principal indicador endógeno, do estado nutricional relativo ao Se (SHILS, 2003). Foi observado que todos os capoeiristas apresentaram atividade enzimática da GPx plasmática abaixo do esperado. A associação da probabilidade percentual de adequação da RDA e EAR, pela ingestão usual encontrada com a atividade da GPx no plasma, evidenciou que antes da suplementação, não houve adequada atividade da enzima GPx plasmática, tanto ao consideramos a EAR, como pela RDA. Este resultado evidencia que os indivíduos da pesquisa não apresentavam um estado nutricional em relação ao Se satisfatório.

A correlação da GPx no eritrócito com a adequação, demonstrou uma tendência entre a ingestão usual de Se com a atividade enzimática, e ao considerarmos a EAR ou RDA, apesar da predominância dos valores em uma região entre a EAR e RDA, considerada de incerteza quanto a adequação, os indivíduos em sua maioria, apresentaram-se dentro dos limites de normalidade, em relação a atividade da GPx no eritrócito.

6. 8 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INGESTÃO USUAL E OS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS (CONCENTRAÇÃO DE Se E ATIVIDADE DA GPx) DOS CAPOEIRISTAS, ANTES E DEPOIS DA SUPLEMENTAÇÃO

Foi estimada a relação da ingestão usual de Se, após ajuste das variâncias interpessoal e intrapessoal e o cálculo do escore z, com a concentração de Se e com atividade enzimática da GPx, no plasma e eritrócito, após a suplementação com castanha-do-brasil. Esta avaliação permitiu averiguarmos a distribuição dos dados antes e depois da suplementação, ao qual pode ser observado (figuras 40 e 41) o aumento significativo da associação da dieta atual dos capoeiristas com os parâmetros bioquímicos estudados, após a suplementação com CB, considerando a EAR ou RDA.

Este aumento dos parâmetros bioquímicos após a suplementação, não oferecem risco à saúde dos capoeiristas e sequer se aproximam dos valores da UL (400 μ g), tidos como efeitos adversos à saúde. O que sugere a castanha-do-brasil como um alimento que promove boa correlação com os parâmetros bioquímicos da concentração de Se e atividade enzimática da GPx, no plasma e eritrócito, e que a suplementação com a CB promoveu um melhor estado nutricional dos capoeiristas em relação ao Se.

VII- CONCLUSÕES

VII – CONCLUSÕES

- ✓ A suplementação de Se por meio da ingestão de castanhas-do-brasil promoveu significativo aumento da concentração de Se e atividade da enzima GPx, no plasma e eritrócitos dos capoeiristas, e significativa melhora do estado nutricional dos indivíduos em relação ao Se.
- ✓ No período inicial do experimento, foi observada a probabilidade da ingestão usual de Se estar inadequada, quando comparada a EAR e RDA (DRI/NAS, 2000).
- ✓ Não houve correlação entre a concentração de Se no plasma e eritrócito com a ingestão usual diária de Se, antes da suplementação.
- ✓ A probabilidade de adequação da EAR e RDA apresentou correlação com a atividade da GPx no plasma, demonstrando que todos os capoeiristas estavam com a atividade da enzima abaixo do ideal.
- ✓ O estado nutricional dos participantes estava dentro dos padrões de normalidade, segundo a avaliação antropométrica, de acordo com a idade e o sexo.
- ✓ O nível de condicionamento físico dos capoeiristas, avaliado por meio da concentração de lactato e do consumo máximo de oxigênio (VO_2 Máx.), apresentando-se como regular, em relação aos parâmetros de referência da American Heart Association.
- ✓ Não houve correlação entre a melhora do estado nutricional relativo ao Se e o condicionamento físico.

VIII- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, D.S.P. Antioxidantes: conceitos básicos e perspectivas terapêuticas. **Ars Cvrandi**, São Paulo, v.26, p.144–164, 1993.

ALEGRÍA, A., BARBERÁ, R., CLEMENTE, G., FARRÉ, R., GARCÍA, M.J., LAGARDA, M.J. Selenium and glutathione peroxidase reference values in whole blood and plasma of a reference population living in Valencia, Spain. **J. Trace Elem. Med. Biol.**, Berlin, v.10, p.223-228, 1996.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Guidelines for clinical exercises testing laboratories circulation**. CIDADE: EDITORA, 1995. v.9, n.3, p.912-921.

ANDERSON, T.W. **A introduction to multivariate statistical analysis**. New York: Wiley, 1958.

ANSELMO, M.A.C., BURINI, R.C., ANGELELI, A.Y.O., MOTA, N.G.S., CAMPANA, A.O. Assesment of nutritional status of healthy middle class young and adult subjects living in botacutu, stata of São Paulo, Brasil. Energy and protein intakes, anthropometric and blood biochemical stimations and immunocompetence test. **Rev. Saude Publica**, São Paulo, v.26, n.1, p.46-53, 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC**. Arlington: AOAC, 1990

ARAÚJO, C. **Manual do teste de esforço**. 2.ed. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1984. 112p.

ARTHUR, J.R., BECKETT, G.J. New metabolic roles for selenium. **Proceed. Nut. Soc.**, v.53, n.3, p.615-624, 1994.

ARTHUR, J.R., NICOL, F., BECKETT, G.J. Selenium deficiency, thyroid hormone metabolism, and thyroid deiodinases. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.57, p.236S-9S, 1993.

ARUOMA, O.I. Free radicals and antioxidant strategies in sports. **J. Nutr. Biochem.**, Stoneham, v.5, p.370-381, 1994.

AWAD, J.A., MORROW, J.D., HILL, K.E., ROBERTS, L.J., BURK, R.F. Detection and localization of lipid peroxidation in selenium and vitamin E deficient rats using F2-180-prostanes. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.124, p.810-6, 1994.

BAOYAN, M.A., ZANG, X. Regional ecological risk assessment of selenium in Jilin province, China. **Sci. Total Environ.**, Shannon, v.262, p.103-10, 2000.

BARBER, D.A., HARRIS, S.R. Oxygen free radicals and antioxidants: a review. **Am. Pharm.**, Washington, v.NS34, n.9, p.26-35, 1994.

BECHARA, S.M.A. Capoeira um esporte que educa. **J. Muzenza**, Curitiba, v.7, p.4-5, 1995.

BEHNE, D. SCHEID, S., KYRIAKOPOULOS, A., HILMERT, H. Subcellular distribution os selenoproteins in the liver of the rats. **Biochim. Biophys. Acta.** v.1033, p.219-225, 1990

BEHNKE, A.R., WILMORE, J.H. **Evaluation and regulation of body build and composition.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974. 236p.

BELISSOLA, G., GALASSINI, S., MOSCHINI, G., POLI, G., ERONA, G., GUIDI, G. Selenium and glutathione peroxidase variations induced by poly unsaturated fatty acids oral supplementation in humans. **Clin. Chem. Acta.** Amsterdam, v.205, p.75-85, 1992.

BENDER, D.A., BENDER, A.E. Vitamin E and selenium. In: BENDER, D.A., BENDER, A.E. **Nutrition a reference handbook.** New York: Oxford University Press, 1997. cap.15, p.261-272.

BENEMARIYA, H.; ROBBERECHT, H. J. & DEELSTRA, H. Daily Dietary Intake of Copper, Zinc and Selenium by Different Population Groups in Burundi, Africa. **The Science of The Total Environment**, v.: 136, p.:49-76, Amsterdam, 1993.

BESSMAN, J.D. New parameters on automated hematology instruments. **Lab Med.** 14, 488-491, 1983.

BETTGER, W.J. Zinc and selenium, site-specific versus general antioxidation. **Can. J. Physiol. Pharmacol.**, Ottawa, v.71, p.721-17, 1993.

BIANCHI, M.L.P., ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr.**, Campinas, n.12, v.2, p. 123-130, 1999.

BILLAT, V.L. Use of Blood Lactate Measurements for Prediction of Exercise Performance and for Control of Training. **Sports Med.**, N.22, v.3, p.157-175, 1996.

BOAVENTURA, G.T. **Avaliação nutricional relativa ao selênio de estudantes da faculdade de ciências farmacêuticas da USP.** São

Paulo, 1994. 117p. (Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo).

BOAVENTURA, G.T., COZZOLINO, S.M.F. Selenium bioavailability in the regional urban diet of Mato Grosso - Brazil. **Int. J. Food Sci. Nutr**, Basingstoke, v.43, p.223-29, 1993.

BROWN, D.G., BURK, R.F., SEELY, R.J., KIKER, K.W. Effect of dietary selenium on the gastrointestinal absorption of SeO_3 in the rat. **International J. Vit. Nutr. Res.** v. 42, p. 588-91, 1972.

BURK, R.F. Recent developments in trace elements metabolism and function: new roles of selenium in nutrition. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.119, p.1051-54, 1989.

BURK, R.F. Selenium in nutrition. **World Rev. Nutr. Diet.**, London, v.30, p.88-106, 1978.

BURK, R.F., HILL, K. Regulation of selenoproteins. **Annu. Rev. Nutr.**, Palo Alto, p.65-81, 1993.

BUTLER, J.A., THOMSON, C.D., WHANGER, P.D., ROBINSON, M.F. Selenium distribution in blood fractions in New Zealand women taking organic or inorganic selenium. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.53, p.748-54, 1991.

CHANCE, B., SIES, H., BOVERIS, A. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. **Physiol. Rev.**, Baltimore, v.59, p.527-605, 1979.

CINTRA, R.M.G.C., COZZOLINO, S.M.F. Selenium bioavailability in a regional diet of São Paulo. **Int. J. Food Sci. Nutr.**, London, v.44, p.167-173, 1993.

CLARK, L.C., COMBS, G.F., TURNBULL, B.W., SLATE, E.H., CHALKER, D.K., CHOW, J., DAVIS, L., GLOVER, R.A., GRAHAM, G. F., GROSS, E.G., KRONRAD, A., LESHER, J.L., PARK, H.K., SANDERS, B.B.Jr., SMITH, C.L., TAYLOR, J.R. Effects of Selenium Supplementation for Cancer Prevention in Patients With Carcinoma – A Randomized Controlled Trial. **JAMA**, Arizona, v.276, n.24, p.1957-64, 1996.

CLARKSON, P.M. Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. **J. Sports Sci.**, v.9, p.91-116, 1991.

COMBS, G.F., COMBS, S.B. The nutritional biochemistry of selenium. **Annu. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v.4, p.257-80, 1984.

CORREIA, M.I.T.D. **Nutrição, esporte e saúde**. Belo Horizonte: Health, 1996. 128p.

COSTILL, D.L. Muscle metabolism and electrolyte balance during heat acclimation. **ACTA PHYSIOL. SCAND.**, v.128, Suppl. 556, p.111-118, 1986.

COUTINHO, A.L.F. **Apostila de Treino**, Manuscrito não publicado, distribuído na Escola Elpídio Ferreira Paes, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2000.

COUTINHO, V.F. Caracterização do estado nutricional relativo ao selênio de praticantes de capoeira., São Paulo, 1999, 119p., (Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo).

COUTINHO, V.F., COZZOLINO, S.M.F. Análise da concentração de selênio em castanhas do Pará (*Bertholletia excelsa* H. B. R.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO – SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL NO BRASIL, 15., Brasília, 1998. **Anais**. Brasília, 1998.

COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de minerais. **Rev. Nutr. PUCCAMP**, Campinas, v.10, n.2, p.87-98, 1997.

DIETARY REFERENCES INTAKE, Dietary References Intake for vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. In site: <http://www.nap.edu/openbook/>. 2000.

DIPLOCK, A.T. The biological function of vitamin E and the nature of the interaction of the vitamin with selenium, **World Rev. Nutr. Diet.**, London, v.31, p.178-83. 1978.

DIPLOCK, A.T. Trace elements in human health with special reference to selenium. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.45, p.1313-22, 1987.

DIPLOCK, AT. Indexes of selenium status in human populations. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.57, p.256S-258S, 1993.

DRABKIN, D.L., AUSTIN, J.H. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v.112, p.112-51, 1935.

DUFFIELD, A.J., THOMSON, C.D., HILL, K.E., WILLIAMS, S. An estimation of selenium requirements for New Zealanders, **Am. J. Clin. Nutr.**, V.70, n.5, p.896-903, 1999.

DURNIN, J.V.G. Energy requirements: general principles. **Eur. J. Clin. Nutr.**, Basingstoke, v.50, suppl.1, p.S2-S10, 1996.

FAIRWEATHER-TAIT, S.J. Bioavailability of selenium. **Eur. J. Clin. Nutr.**, Basingstoke, v.51, suppl.1, p.20-3, 1997.

FERREIRA DA CUNHA, D. & CARVALHO DA CUNHA, S. F. IN DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E. & MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**. Ed. Sarvier, São Paulo, p.:150-152, 1998.

FIGUEROA, Z.R. La castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DE INTERÉS ECONÔMICA DE LA FLORA AMAZÔNICA, 1, Belém, 1972. **Resumos**. Turealba: Trópicos, 1976, p.257-63.

FISBERG, M.R., SLATER, B., MARCHIONI, D.L. Como estimar a probabilidade de adequação e inadequação da ingestão dos nutrientes ? **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n.58, p.29-33, 2003.

FOSTER, L.H., SUMAR, S. Selenium in health and disease: a review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Boca Raton, v.37, n.3, p.211-228, 1997.

GELIEBTER, A., MAHER, M.M., GERACE, L., GUTIN, B., HEYMSFIELD, S.B., HASHIM, S.A. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects¹⁻⁴. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.66, p.557-63, 1997.

GESSEL-NIELSEN, G. The fate of selenium added to agricultural crops. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Comparative studies of food and environmental contamination**. Wien, 1974. p.333-39.

GIBSON, R.S. Assessment of trace element status in humans. **Prog. Food Nutr. Sci.**, Oxford, v.13, p.67-111, 1989.

GIBSON, R.S. Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.:48, p.859-862, 1994.

GIBSON, R.S. **Nutritional assessment - A Laboratory manual**. Ed. Oxford University Press, New York, 1993.

GONZAGA, I.B. Avaliação nutricional relativa ao selênio em crianças com dieta enriquecida de castanha-de-brasil (*Bertholletia excelsa*, L.). São Paulo, 2002, 155p., (Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo).

GUEDES, D.P. **Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações**. 2.ed. Florianópolis: Ceitec, 1994. 93p.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutr. Rev.**, New York, v.52, n.8, p.253-65, 1994.

HATANAKA, N., NAKADEN, H., YAMAMOTO, Y., MATSUO, S., FUJIKAWA, T. & MATSUSUE, S. Selenium Kinetics and Changes in

Glutathione Peroxidase Activities in Patients Receiving Long-Term Parenteral Nutrition and Effects of Supplementation With Selenite. Elsevier Science Inc., USA, v.16, p.22-26, 2000.

HAWLEY, J.A., DENNIS, S.C., LINDSAY, F.H., NOAKES, T.D. Nutritional practices of athletes: are they sub-optimal? **J. Sports Sci.**, v.13, p.S75-S87, 1995.

HENRY, R.J., CANNON, D.C., WINKELMAN, J.W. **Clinical chemistry, principles and technics**. 2.ed. New York: Harper & Row, 1974. 1629p.

HEYWARD, V.H., STOLARCZYK, L.M. **Applied body composition assessment**. Champaign: Human Kinetics, 1996.

HIGGS, D.J., MORRIS, C.V., LEVANDER, O.A. Effect of cooking on selenium content of foods. **J. Agr. Food Chem.**, Easton, v.20, n.3, p.678-80, 1972.

HILL, J.O, CHRITOPHER, M., JOHNSON, S.L., PETERS, J.C. Physical activity and energy requirements¹⁻³. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.62, p.1059S-66S, 1995.

Hiromoto, G., Oliveira, J., Carvalho, J.S., Vicente, R., Bellintani, S.A. Collective dose and risk assessment from Brazil nut consumption. **Radiat. Prot. Dosim.**, v.67, n.3, p.229-230, 1996.

HOEKSTRA, W.G. Biochemical role of selenium. In: **Symposium**, p.61-78, 1974.

HOROWITZ, J.F. & KLEIN, S.L. Lipid Metabolism Endurance Exercise. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.72, p:558-563S, 2000.

HUANG, W. **Extracellular glutathione peroxidase: purification, immunoassay, nutritional regulation and clinical aspects**. Lund University, Sweden, 1996.

HUNTER, D.J., MORRIS, J.S., CHUTE, C.G., KUSHNER, E., COLDITZ, G.A., STAMPFER, M.J., SPEIZER, F.E., WILLETT, W.C. Predictors of selenium concentration in humn toenails. **Am. J. Epidemiol.**, Baltimore, v.132, p.114-122, 1990.

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

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Commission on atomic weights and isotopic abundance report for the international union of pure and applied chemistry in *isotopic compositions of the elements* 1989. **Pure and applied Chemistry**, 70, 217 1998.

- JACKSON, M.J. Free Radicals and skeletal muscle disorders. In: DAS, D.K., ESSMAN, W.B. **Oxygen radicals: systemic events and disease**. N.Y., Process. p. 149-171, 1990.
- JANGHORBANI, M., MARTIN, R.F., KASPER, L.J., SUN, X.F., YOUNG, V.R. The selenite-exchangeable metabolic pool in humans: a new concept for the assessment of selenium status. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.51, p.670-77, 1990.
- JEUKENDRUP, A.E., SARIS, W.H.M., WAGENMAKERS, A.J.M. Fat Metabolism During Exercise: A Review. Part I: Fatty Acid Mobilization and Muscle Metabolism. **Int. J. Sports Med.**, New York, v.19, p. 231-244, 1998.
- JI, L.L. Exercise and oxidative stress: role of the cellular antioxidant systems. **Rev. Exerc. Sport Sci.**, Wisconsin, v.23, p.135-66, 1995.
- JI, L.L., STRATMAN, F.W., LARDY, H.A. Antioxidants enzyme systems in rat liver and skeletal muscle: influences of deficiency, chronic training, and acute exercise. **Arch. Biochem. Biophys.**, New York, 263, 150, 1988.
- JÚNIOR, L.S., BORELLI, M. Você pergunta: suplementos esportivos. **Forma Física**, São Paulo, v.2, n.22, p.46-48, 1994.
- KATCH, FRANK I. Nutrition for physical activity. In: MCARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. **Essentials of exercise physiology**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1994. 563p.
- KESHAN DISEASE RESEACH GROUP. Epidemiologic studies on the etiologic relationship of selenium and Keshan Disease. **Chin. Med. J.**, Peking, v.92, p.477-482, 1979a.
- KESHAN DISEASE RESEACH GROUP. Epidemiologic studies on the etiologic relationship of selenium and keshan disease. **Chin. Med. J.**, Peking, v.92, p.471-76, 1979b.
- KOH, T.S., BENSON, T.H. Critical re-appraisal of fluorometric method of determination of selenium in biological materials. **J. Assoc. Off. Anal Chem.**, Washington, v.66, n.4, p.918-926, 1983.
- LAKIN, H.W., DAVIDSON, D.F. The relation of the geochemistry of selenium to its occurrence in soils. In: **Muth selenium in biomedicine**, p. 27-56, 1967.

LANE, H.W., TAYLOR, B.J., STOOL, E., SERVANCE, D., WARREN, D.C. Selenium content of selected foods. **J. Am. Diet. Assoc.**, Baltimore, v.82, n.1, p.24-8, 1983.

LANG, J.K., GOHIL, K., PACKER, L., BURK, R.F. Selenium deficiency, endurance exercise capacity, and antioxidant status in rats. **J. Appl. Physiol., Bethesda**, p.63, 2532, 1987.

LEMON, P.W.R. Is increased dietary protein necessary or beneficial for individuals with physical active lifestyle? **Nutr. Rev.**, New York, v.54, n.4, p.S169-S175, 1996.

LEVANDER, O.A., WHANGER, P.D. Deliberations and evaluations of the approaches, endpoints and paradigms for selenium and iodine dietary recommendations. **J. NUT.** v.126, n.9, Suppl. S, p.S2427-S2434, 1996.

LEVANDER, O.A. A global view of human selenium nutrition. **Annu. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v.7, p.227-50, 1987.

LEVANDER, O.A. BURK, R.F. Selenium. In: SHILS, M.E., OLSON, J.A., SHIKE, M. **Modern nutrition in health and diseases**. 9.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1999. p.265-276.

LEVANDER, O.A. Considerations in the design of selenium bioavailability studies. **Fed. Proc.**, Baltimore, v.42, p.1721-25, 1983.

LEVANDER, O.A. Scientific rationale for the 1989 recommended dietary allowances for selenium. **J. Am. Diet. Assoc.**, Baltimore, v.91, n.12, 1991.

LEVANDER, O.A., MORRIS, V.C. Dietary selenium levels needed to maintain balance in North American adults consuming self-selected diets. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.39, p.809-15, 1984.

LOWRY, O.H., ROSEBROUGH, N.J., FARR, A.L., RANDALL, R.J. Protein measurements with the folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.**, Baltimore, v.123, p.265-275, 1951.

LUCCI, C.S., MOXON, A.L., ZANETI, M.A., NETO, R.F., MARCOMINI, D.G. Selênio em bovinos leiteiros do estado de São Paulo. II. Níveis de selênio nas forragens e concentrados. **Ver. Fac. Med. Zootec.** Univ. S. Paulo, São Paulo, v.21, p.:70-76, 1984b.

MAHAN, L.K., STUMP, S.E. Krause – Alimento, Nutrição e Dietoterapia. 10 ed. Ed. Roca, 1158p, 2002.

MALASSIS, L., PADILLA, M. L'économie mondiale. **Economie agro-alimentaire**. Paris: Cujas, v.3, 1986.

MANNERVIK, B. Glutathione-peroxidase. **Methods Enzymol.** v.113, p.490-495, 1985.

MARINHO, I.P. Capoeira nasceu no Brasil. **Jornal Muzenza**. Paraná, nº07, p. 02-03, 1996.

MARTI, M.C.M., RODRIGUES, M.H.B., FERREIRA, R.A.L., MARTINEZ, F.B. Determinacion fluorimetrica de selenio en alimentos. **An. Bromatol.**, Madrid, v.34, n.1, p.125-37, 1987.

McADAM, P.A., SMITH, D.K., FELDMAN, E.B., HAMES, C. Effect of age, sex, and race on selenium status of healthy residents of Augusta, Geórgia. **Biol. Trace Elem. Res.**, Clifton, v.6, p.3-9, 1984.

McARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 3.ed. Rio de Janeiro: ABDR, 1991.

McARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. **Sports & Exercise Nutrition**, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 750p., 1999.

MEDEIROS, C.S.C. Efeito da suplementação de selênio em pacientes com síndrome do intestino curto submetidos à nutrição parenteral domiciliar. São Paulo, 1997. (Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo).

MELO, M.S.O.N., Antioxidantes naturais da castanha do brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.R), da castanha do cajú (*Anacardium occidentale*, L.) e do fruto do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq). São Paulo, 1989, p.88. (Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo).

MERTZ, W. A perspective on mineral standards. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.128, p.375S-378S, 1998.

MICHELS, C., RAES, M., TOUSSAINT, O., REMACLE, J. Importance of se-glutathione peroxidase, catalase, and Cu/Zn-Sod for cell survival against oxidative stress. **Free Radical Biol. Med.**, New York, v.17, n.3, p.235-48, 1994.

MONSEN, E. R. Dietary References Intakes for the Antioxidant Nutrients: Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. **J. Am. Dietetic Assoc.**, v.:100, nº6, p.637-640, 2000.

MÜLLER, C.H. **Castanha do Brasil: cultivo**. Bélem: EMBRAPA/SPI, 1995. 65p. (Coleção Plantar n.23).

MUTANEN, M, MIKKANEN, H.M. Effect of ascorbic acid supplementation on selenium bioavailability in humans. **Hum. Nutr. Clin Nutr.**, London, v.39, p.221-26, 1985.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (U.S.) Energy. In: **Dietary reference intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, protein and amino acids (macronutrients)**. Disponível em <<http://nap.edu/openbook>>, 2002. Cap.5, p.1-114.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (U.S.) Selenium. In: **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Disponível em <<http://nap.edu/openbook>>, 2000. Cap.7, p.284-324.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). Nutrient assessment of individuals: statistical foundations. In: **Dietary reference intakes: applications in dietary assessment**. Disponível em <<http://nap.edu/openbook>>, 2002, apend.B, p.185-210.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.). **Recommended dietary allowances**. 10.ed. Washington: National Academy Press, Washington, 1989. 285p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.) Subcommittee on selenium. **Selenium in nutrition**. Washington: National Academy Press, p. 56-68, 1983.

NAVARRO-ALARCÓN, M. & LÓPEZ-MATÍNEZ, M.C. Essentiality of selenium in the human body: relationship with different diseases. **Sci. Total Environm.**, Granada, v.249:347-371, 2000.

NETER, J. **Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs**. 2.ed. Homewood: Irwin, 1990.

NÉVE, J. Human selenium supplementation as assessed by changes in blood selenium concentration and glutathione peroxidase activity. **J. Trace Elem. Med. Biol.**, Berlin, v.9, p.65-73, 1995.

NÉVE, J. Physiological and nutritional importance of selenium. **Experientia**, Basel, v.47, p.187-93, 1991.

NÉVE, J., HENRY, M., PERETZ, A., MARESCHI, J.P. L'importance nutritionnelle du selenium. **Cah. Nutr. Diet.**, Paris, v.22, p.145-62, 1987.

NUVIALA, R.J., CASTILLO, M.C., LAPIEZA, M.G., ESCANERO, J.F. Iron nutritional status in female karatekas, handball and basketball players, and runners. **Physiol. Behav.**, New York, v.59, n.3, p.449-453, 1996.

OLDFIELD, J.E. History of nutrition - development of the concept of antimetabolites – introduction. **J. Nutr.**, v.117, n.7, p.1322-1323, 1987

OLIVEIRA, S.P., THÉBAUD-MONY, A. Hábitos alimentares em três localidades da cidade de São Paulo (Brasil). **Rev. Nutr. PUCCAMP**, Campinas, v.11, n.1, p.37-50, 1998.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. Genebra: Roca, 1998. 225p. a

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Necessidades de energia e proteína**. Genebra: Roca, 1998. b

ORTUÑO, J., ROS, G., PERIAGO, M.J., MARTINEZ, C., LÓPEZ, G., RODRIGO, J. Importancia nutricional del selenio. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion – Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, Espanã, v. 47, nº 1, 1997.

ORTUÑO, J., ROS, G., PERIAGO, M.J., MARTINEZ, C., LÓPEZ, G., Selenium bioavailability and methods of evaluation. **Food Sci. Technol. Intern.**, 2:135-150, 1996.

OWEN, M.D., KREGEL K.C., WALL, P.T., GISOLFI, C.V. Effects carbohydrate ingestion on thermoregulation, gastric emptying, and plasma volume during exercise in the heat. **Med. Sci Sports Exerc.**, 18:568-75, 1986.

PAINTER, E.P. The chemistry and toxicity of selenium compounds with special reference to the selenium problem. **Chem. Rev.**, v. 28, p. 179-213, 1941.

PALMER, I.S., HERR, A., NELSON, T. Toxicity of selenium in Brazil nuts to rats. **J.Food Sci.**, Chicago, v.47, p.1595, 1982

PASSWATER, P. **Selenium as food e medicine heats publishing new Canaan**, p. 240, 1980.

PEKKARINEN, M. Methodology in the collection of food consumption data. **World Rev. Nutr. Diet.**, Basel, v.12, p.145-171, 1970.

PERCEY, E.C. Ergogenic aids in athletics. **Med. Sci. Sports**, v.10, p.298, 1978.

PERSSE-MOSCHOS, M., ALFTHAN, G., AKESSON, B. Plasma selenoprotein P levels of healthy males in different selenium status after oral supplementation with different forms of selenium. **Eur. J. Clin. Nutr.**, Finland, v.52, p.163-367, 1998.

PLEBAN, P.A., MUNYANI, A., BEACHUM, J. Determination of selenium concentration and glutathione peroxidase activity in plasma and erythrocytes. **Clin. Chem.**, v. 28, n.2, p.311-316, 1982.

POLANOWSKI, D.W., OLIVEIRA, N., SILVA, V.C. Capoeira e Educação Física. **Jornal Muzenza**, Edição de março, Curitiba, 1996.

REILLY, C. **Selenium in food and health**. Chapman & Hall, 1ª Ed. London, 331p, 1996.

ROBBERECHT, H. J.; HENDRIX, P.; van CAUWENBERGH, R. & DEELSTRA, H. A. Actual daily Dietary Intake of Selenium in Belgium, Using Duplicate Portion Sampling. **Z. Lebensm Unters Forsch**, v.:199, p.:251-254, Belgium, 1994.

ROBINSON, M.F. Selenium in human nutrition in New Zealand, **Nutr. Rev.**, v. 47, p. 99-128, 1989.

ROBINSON, M.F., THOMSOM, C.D., JENKINSO, C.P., LUZHEN, G., WHANGER, P.D. Long-term supplementation with selenate and selenomethionine: urinary excretion by New Zealand women. **British J. Nutr.** 77, 551-563, 1997.

ROTRUCK, J.T., POPE, A.L., GANTHER, H.E. et al. Selenium biochemical role as a component of glutathione peroxidase. **Science**, v. 179, p. 558- 90, 1973.

SALBE, A.D., LEVANDER, O.A. Effects of various dietary factors on the deposition of selenium in the hair and nails of rats. **J. Nutr.**, Philadelphia,, v.120, p. 200-206, 1990.

SALGANIK, R.I., SOLOVYOVA, N.A., DIRALOV, S.I., GRISHAEVA, O.U., SEMENOVA, L.A., POPOVSKY, A.V. Inherited enhancement of hidroxy radical generation and lipid peroxidation in the strain rats results in DNA rearrangements, degenerative decease and premature aging. Biochem. Biophys. **Res. Commun.**, v. 199, p. 726-33, 1994.

SANDO, K., HOKI, M., NEZU, R. ,TAKAGI, Y., OKADA, A. Platelet glutathione peroxidase activity in long-term total parenteral nutrition with and without selenium supplementation. **J. Parenter. Enteral Nutr.**, v.16, n.1, 54-8, 1992.

SANDSTRÖM, B. Toxicity considerations when revising the nordic nutrition recommendations. **J. Nutr.** , v128, n.2, 372S-374S, 1998.

SARDINHA, F.A.A. Avaliação do estado nutricional em magnésio, ferro, zinco e cobre de atletas de pólo aquático feminino em períodos de

treinamento pré-competitivo de destreinamento e de treinamento de manutenção, São Paulo, 2002, 101p., (Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo).

SCHRAUZER, G.N. Selenomethionine: A Review of Its Nutritional Significance, Metabolism and Toxicity. **J. Nutr.**, v.130, p.1653-56, California, 2000.

SCHWARZ, K, FOLTZ, C. Selenium as an integral part of factor 3 against necrotic dietary liver degeneration. **J. Am. Chem. Soc.**, v.79, p. 3292-93, 1957.

SHILS, M.S., YONG, V.R. Modern nutrition in health and disease. **Philadelphia**, Lea & Febinger, 9^a ed., p.1951, 1999.

SHILS, M.S., OLSON, J.A., SHIKE, M., ROSS, A.C. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença**. Manole, 9^a ed., v.1, São Paulo, p.1026, 2003.

SILVA, G.O. Capoeira, do engenho à universidade. **CEPEUSP**, São Paulo 1995.

SINGH, A., SMOAK, B.L., PATTERSON, K.Y., LeMAY, L.G. VEILLON, C., DEUSTER, P.A. Biochemical indices of selected trace minerals in men: effect of stress. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York,, 53, 126, 1991.

SOARES, C.E.L. A negrada Instituição: os capoeiristas no Rio de Janeiro. **Sec. Mun. de Cultura**. Rio de Janeiro, 1994.

SPALLHOLZ, J.E., BOYLAN, L.M., LARSEN, H.S. Advances in understanding selenium role in the immune-system. **Annals New York Academy Of Sciences**, v.587, p.123-139, 1990.

SPALLHOLZ, J.E. On the nature of selenium toxicity and carcinostatic activity. **Free Rad. Biol. Med.**, v.17, n.1, p.45-64, 1994.

STEWART, R.D.H., GRIFFITHS, N.M., THOMSON, C.D., ROBINSON, M.F. Quantitative selenium metabolism in normal New Zealand women. **Br. J. Nutr.**, v. 40, n.55, p. 45- 54, 1978.

SUDAM/ITAL. **Estudos e pesquisas sobre a castanha-do-brasil**. Belém, 1976, 100p.

SUNDE, R.A. Molecular-biology of selenoproteins. **Ann. Rev. Nutr.** v.10, p.451-474, 1990.

SUNDE, R.A., HOEKSTRA, W.G. Structure, synthesis and function of glutathione peroxidase. **Nutr. Rev.**, New York, v. 38, n.8, p.265-71, 1980.

SUZUKI, K.T. SASAKURA, C., YONEDA S. Binding sites for the (Hg-Se) complex on selenoprotein P. **Biochim Biophys Acta**, Japan, v.1429, n.1, p.102-112, 1998.

SWANSON, C.A., LONGNECKER, M.P., VEILLON, C., HOWE, S.M., LEVANDER, O.A., TAYLAR, P.R., McADAM, P.A., BROWN, C.C., STAMPFER, M.J., WILLET, W.C. Selenium intake, age, gender, and smoking in relation to indices of selenium status of adults residing in a seleniferous area. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York,, 52:858-862, 1990.

TAKAHASHI, K., AVISSAR, J.W., COHEN, H. Purification and characterization of human plasma glutathione peroxidase: a selenoglycoprotein distinct from the known cellular enzyme. **Arch. Biochem. Biophys.**, Orlando, v.256, p.677-86, 1987.

TAMARI, Y., OHMORI, S., HIKARI, K. Fluorometry of nanogram amounts of selenium biological samples. **Clin. Chem.**, v. 32, n. 8, p.1464, 1467, 1986.

TAMURA, T., STADTMAN, T.C. A new selenoprotein from human lung adenocarcinoma cells: Purification, properties, and thioredoxin reductase activity. **Proceed. Nat. Acad. Sci.**, v.93, n.3, p.1006-1011, 1996.

TESSIER, F., MARGARITIS, I., RICHARD, M., MOYNOT, C., MARCONNET, P. Selenium and training effects on the glutathione systems and aerobic performance. **Med. Sci. Sports Exercise**, França, p. 390-96, 1995.

THOMAS, J.P., MAIORINO, M., URSINI, F., GIROTTI, A.W. Protective action of phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase against membrane-damaging lipid peroxidation. In situ Reduction of phospholipid and cholesterol hydroperoxides. **J. biol. Chem.**, v. 265, p.454-461, 1990.

THOMPSON, J.N., SCOTT, M.L. Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.100, p.797-809, 1970.

THOMSON, C.D. Selenium speciation in human body fluids. **Analyst**, New Zealand, v. 123, p.827-831, 1998.

THOMSON, C.D., ROBINSON, M.F. Selenium in human health and disease with emphasis on those aspects peculiar to New Zealand. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York,, v.33, p. 303-23, 1980.

URSINI, F., MAIORINO, M., GREGOLIN, C. The senoenzyme phospholipid hydroperoxidase glutathione peroxidase. **Biochem. Biophys. Acta**, v. 839, p. 62-70, 1985.

VAN DAEL, P., DEELSTRA, H. Selenium; Internat. **J. Vit. Nutr. Res.**, v.63, n. 4, p. 312-16, 1993.

VAN ERP-BAART, A.M.J., SARIS, W.H.M., BINKHORST, R.A., VOSS, J.A., ELVERS, W.H. Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes. Part 1. Energy, carbohydrate, protein, and fat intake. **Int. J. Sports Med.**, Stuttgart, v.10, p.S3-S10, 1989.

VAN RIJ, A.M., THOMSON, D., MCKENZIE, J.M., ROBINSON, M.F. Selenium deficiency in parenteral nutrition. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v. 32, p. 2016, 1979.

VENDELAND, S.C., BUTLER, J.A., WHANGER, P.D. Intestinal absorption of selenite, selenate, and selenomethionine in the rat. **J. Nutr. Biochem.**, Stoneham,, v. 3, p.359-65, 1992.

VERSIECK, J, CORNELIS, R. **Trace elements in human plasma ar serum**, Florida: CRC Press, Inc. Boca Raton, 1989.

VOLTARELLI, F.A. GOBATTO, C.A., MELLO, M.A.R. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. **Brazilian J. Med. Biol. Res.**, Rio Claro, v.35, p.1389-1394, 2002.

WATKINSON, J.H. Fluorometric determination of selenium in biological material with 2,3,- diaminonaphthalene. **Anal. Chem.**, v.38, p.92, 1966.

WENDEL, A. Glutathione peroxidase. **Methods Enzymol.**, v.77, p.325-332, 1981.

WHITE, A.C., THANNICKAL, V.J., FANBURG, B.L. Glutathione deficiency in human disease, **J. Nutr. Biochem.**, v.5, p.218-226, 1994.

WILKERSON, L.A. Martial arts injuries. **J. Am. Osteopath. Assoc.**, v.97, n.4, p.221-6, 1997.

WILLIAMS, M.H. **Nutrition for fitness & sport**. 4^a Ed. Brown & Benchmark Publishers, Chicago, 1995.

WILLMORE, L.J. Posttraumatic epilepsy. **NEUROL. CLIN.**, v.10, n.4, p.869-878, 1992.

WINTROBE, M.M. **Clinical Hematology**, Ed. 8, Lea & Febiger, Philadelphia, 1981.

WISEMAN, H. Dietary influences on membrane function: importance in protection against oxidative damage and disease. **Nutr. Biochem.**, v.7, p.2-15, 1996.

WOLINSKY, I., HICKSON JR., J.F. Trace minerals and exercise. In: WOLINSKY, I., HICKSON JR., J.F. **Nutrition in exercise and sport**. 28.ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.223-43

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. **Clin. Chem.**, New York, v.28, n.3, p.475-480, 1982.

WYATT, C. J.; MELÉNDEZ, J. M.; ACUNÁ, N. & RASCON, A. Selenium (Se) in Foods in Northern Mexico, Their Contribution to the Daily Se Intake and The Relationship of Se Plasma Levels and Glutathione Peroxidase Activity. **Nutr. Res.**, v.:16, n°:6, p.:949-960, USA, 1996.

XIA, Y., ZHAO, X., ZHU, L., WHANGER, P.D. Distribution of selenium in erythrocytes, plasma, and urine of Chinese men of different selenium status. **J. Nutr. Biochem.**, Stoneham, v.3, p.211-216, 1992.

YANG, G.Q., ZHOU, R.H., LIU, S.J., GU, L.Z., QIAN, P.C., HUANG, J.H., LU, M.D., LU, M.D. Human selenium requirements in China. 1987. IN: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (U.S.) Selenium. In: **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Disponível em <<http://nap.edu/openbook>>, 2000. Cap.7, p.284-324.

YANG, G.Q., YIN, S., ZHOU, R.U., GU, L. YAN, B, LIU, Y. Studies of safe maximal daily dietary Se-intake in a seleniferous area in China. I. Selenium intake and tissue selenium levels of the inhabitants. **J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.**, Berlin, v.3, p.77-87, 1989a.

YANG, G.Q., YIN, S., ZHOU, R.U., GU, L. YAN, B, LIU, Y. Studies of safe maximal daily dietary Se-intake in a seleniferous area in China. II. Relation between Se-intake and the manifestation of clinical signals and certain biochemical alterations in blood and urine. **J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.**, Berlin, v.3, p.123-30, 1989b.

YANG, G., GE, K., CKEN, J., CHEN, X. Selenium-related endemic diseases and the daily selenium requirement of humans. **World Rev. Nutr. Diet.**, London, v.55, p.98-152, 1988.

YANG, G.Q., WANG, S.Z., ZHOU, R.H., SUN, S.Z. Endemic selenium intoxication of humans in China. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v.37, p.872-81, 1983.

ZHANG, F.A., YU, W., HARGROVE, J.L., GREENSPAN, P.A., DEAN, R.G., TAYLOR, E.W., HARTLE, D.K. Inhibition of TNF- α induced ICAM-1, VCAM-1 and E-selectin expression by selenium. **Atherosclerosis**, Shannon, v.161, n.2, p.381-86, 2002.

IX - ANEXOS

[illegible]

9.2 - ANEXO 02 - SELEÇÃO - FICHA DE CADASTRAMENTO E QUESTIONÁRIO

DATA: São Paulo _____ de setembro de 1996

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE:

Nome: _____

Data de nascimento: _____ Idade: _____ Sexo: _____

End.: _____ Nº: _____ Bairro: _____

Cidade: _____ Est.: _____ CEP: _____ Tel.: res.: _____ com.: _____

Nº de pessoas que residem na mesma casa: _____ Natural de: _____

Profissão: _____ Atualmente trabalha como: _____

Horário de trabalho: _____ obs.: _____

Renda mensal: ☐ 1 á 5 salários mínimos ☐ 6 á 10 salários mínimos ☐ acima de 10 salários mínimos

Contribui nas despesas do lar (especificar a quantidade em salários mínimos): _____

Estado civil: _____ Número de dependentes: _____

Estudos (especificar o curso e grau de instrução): ☐ graduação USP ☐ pós-graduação USP ☐ já formado

Nome do curso e local: _____ Ano ou semestre: _____

Período: ☐ integral ☐ manhã ☐ tarde Horário: _____

Obs (outros): _____

DADOS CLÍNICOS:

Doenças do paciente: _____

Doenças crônicas dos familiares: _____

Cirurgias: _____

Tabagista (informar á quantidade): ☐ sim ☐ não Quantidade: _____

Aco. nutricional: ☐ sim ☐ não Prescrição dietética: _____ Peso modificado: _____

Fármacos em uso:

Medicamento	Frequência e Concentração

Suplementos em uso (vitaminas e minerais):

Nome	Frequência e Concentração

Tipo de atividade:	Há quanto tempo exerce esta atividade	Frequência (quantas × na semana)	Duração do treino (minutos ou horas)	Local onde treina	Nome do treinador
capoeira					

Porque faz capoeira ? _____

9.3 - ANEXO 3- ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR A COLHEITA DE SANGUE:**ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR A COLHEITA DE SANGUE**

LOCAL: Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP - Bloco 17 com Prof. Altair
Av. Lineu Prestes nº 580

DATA: _____ / _____ / _____ Horário: _____

Protocolo para realizar o teste:

- **JEJUM DE 12h**
- **Pode ser ingerido água à vontade**
- **Traga um lanche, caso deseje realizar uma refeição leve imediatamente após o exame**

Obrigada!

Vanessa (FCF/USP) Fone do Laboratório: 30913625 Bip. 8877722 cód.1301594

9. 4 - ANEXO 4: ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR A AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

LOCAL: FCF/ USP - sala de aula com a pesquisadora

1ª) DATA: ____ / ____ / ____ Horário: ____

2ª) DATA: ____ / ____ / ____ Horário: ____

3ª) DATA: ____ / ____ / ____ Horário: ____

rotocolo para realizar o teste:

- **JEJUM DE 12h**
- **Pode ser ingerido 2 copos de água**
- **Traga um lanche, caso deseje realizar uma refeição leve imediatamente após o exame**
- **HOMENS: Vestir um calção (shorts) e camiseta**
- **MULHERES: vestir um calção (shorts) e mini-blusa ou top ou a parte de cima do biquíni.**

Obrigada!

Vanessa (FCF/USP) Fone do Laboratório: 30913625 Bip. 8877722 cód.1301594

9. 6 ANEXO 06 – REGISTRO ALIMENTAR

REGISTRO DIETÉTICO

DATA: _____ **MARQUE O DIA DA SEMANA: S T Q Q S S D**

Nome: _____

Café da manhã:

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

Lanche Intermediário na manhã:

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

Almoço:

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

Lanche da Tarde:

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

Jantar:

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

Ceia:

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

Lanches ou extras durante o dia: bebidas, aperitivos, suplementos, etc

Horário	Alimento	Tipo	Quantidade	Elaboração

EXEMPLO PARA PREENCHIMENTO:

ALIMENTO: leite, macarrão, feijão, carne, peixe, fruta, etc...

TIPO: carne (vaca, porco, frango, peixe, etc), leite (desnatado, integral, etc), fruta (mamão, maçã, etc)

QUANTIDADE: 1 copo, 1 fatia fina, 1 colher de sopa, 100 gramas, 300 ml, etc...

ELABORAÇÃO: frito, cozido, com açúcar, com molho, azeite, ketchup, etc...

FREQUÊNCIA NA SEMANA: quantas vezes por semana consome o alimento, ex. pão integral light = 7

Desenvolvido pela pesquisadora Vanessa Coutinho

9. 7 ANEXO 07 – RECORDATÓRIO DE 24h

RECORDATÓRIO 24h

DATA: _____ **DIA DA SEMANA:** S T Q Q S S D

Nome: _____

Café da manhã: _____ **Horário.:** _____

Alimento	Tipo	Medida Caseira Quantidade	Elaboração	Incidência Semanal

Lanche Intermediário na manhã: _____ **Horário.:** _____

Alimento	Tipo	Medida Caseira Quantidade	Elaboração	Incidência Semanal

Almoço: _____ **Horário.:** _____

Alimento	Tipo	Medida Caseira Quantidade	Elaboração	Incidência Semanal

Lanche da Tarde: _____ **Horário.:** _____

Alimento	Tipo	Medida Caseira Quantidade	Elaboração	Incidência Semanal

Jantar: _____ **Horário.:** _____

Alimento	Tipo	Medida Caseira Quantidade	Elaboração	Incidência Semanal

Ceia: _____ **Horário.:** _____

Alimento	Tipo	Medida Caseira Quantidade	Elaboração	Incidência Semanal

Desenvolvido pela pesquisadora Vanessa Coutinho

9. 08 ANEXO 08 - ORIENTAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE DE ERGOESPIROMETRIA E/OU ERGOMÉTRICO

ORIENTAÇÃO PARA REALIZAR O TESTE DE ERGOMÉTRICO **(CONSUMO DE OXIGÊNIO)**

DATA para a realização do seu teste: _____ Horário: _____

LOCAL: Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP - Bloco 14 - Sala de Aula)
Av. Lineu Prestes nº 580

Procurar por Vanessa F. Coutinho

O teste consiste em pedalar durante 5 minutos em uma bicicleta ergométrica

Protocolo para realizar o teste:

- roupa leve e esportiva
- um tênis macio e confortável
- uma toalha de rosto (pequena)
- café da manhã: alimentos leves até 2h antes do teste (leite, café preto para colorir o leite, pão, bolachas secas, chá claro, sucos, bolo simples sem recheio, barra de cereal sem castanhas, maçã, pêra, banana ou mamão)

Obrigada Vanessa (FCF/USP) - Fones: Laboratório: 30913625 ou Bipe: 8877722 cód. 1301594

9.9 – ANEXO 9: ORIENTAÇÃO PARA A INGESTÃO DAS CASTANHAS-DO-PARÁ

CASTANHAS DO PARÁ

(para uso em pesquisa)

Laboratório de Nutrição e Minerais

Bloco 14 - FCF/USP

Sugestão de Consumo: Ingerir **uma única** castanha do Pará ao dia no mesmo horário.

- descascar uma ao dia, para evitar oxidação (ranço);
- lembre-se de levar consigo uma quantidade a mais de castanhas em caso de viagem;
- armazenar preferencialmente em geladeira;
- caso você note alguma alteração na aparência ou sabor das castanhas entre em contato para trocar o alimento a ser ingerido;
- a ingestão deve ser contínua para não prejudicar as análises na pesquisa;
- anote a data caso ocorra algum imprevisto.

Resp. Vanessa F. Coutinho

Bip: 8877722 cód.: 1301594

Laboratório: 30913625

9.10 - ANEXO 10 - ORIENTAÇÃO PARA A COLHEITA DAS UNHAS DOS PÉS**ORIENTAÇÃO PARA COLETA DAS UNHAS DOS PÉS:**

- deixe crescer
- lave com água e sabão comum
- corte as unhas bem curtas
- misture as unhas dos pés (direito e esquerdo), com exceção das unhas dos dedos do dedão que devem estar separadas dos demais dedos dos pés
- guarde em dois saquinhos plásticos limpos e bem fechados
- identifique os saquinhos com o seu nome completo, quando unha do dedão e a data, como pôr exemplo:

1) Vanessa F. Coutinho - (**dedão**)

2) Vanessa F. Coutinho - demais unhas

9. 11 - ANEXO 11 - CONSENTIMENTO ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental
Laboratório de Nutrição e Minerais
Bloco 14 do Conjunto das Químicas

CONSENTIMENTO ESCLARECIDO**PROJETO DE PESQUISA**

OBJETIVO Estudar os efeitos da suplementação com castanha-do-brasil, que é um alimento rico em Se, durante 6 meses, na atividade de uma importante enzima antioxidante no organismo, bem como, sobre o estado nutricional relativo ao selênio.

AMOSTRA praticantes de capoeira de nível intermediário

ORIENTADORA DE PESQUISA: Profa. Dra. Sílvia Maria Franciscato Cozzolino - Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP

AUTORA DA PESQUISA: Vanessa Fernandes Coutinho FCF/USP:

Caro colaborador:

A elaboração deste formulário foi realizada de acordo com a “Declaração de Helsinque III”, capítulo 50, que trata da proteção dos participantes parágrafos 50.20/27, que orienta procedimentos referentes às pesquisas que necessitam experiências com humanos. Neste estudo você será submetido aos procedimentos enumerados a seguir:

1. Registro alimentar: (3 vezes)

- Registro dos alimentos consumidos durante 3 dias, inclusa todas as refeições realizadas em um dia.

2. Exame antropométrico (coletado em 3 vezes - setembro, início de dezembro e início de março)

- peso
- altura
- composição corporal: pregas cutâneas
- composição corporal: método de impedância bioelétrica
- Local: FCF/USP

3. Colheita de material biológico: (coletado em 3 vezes)

- colheita de sangue - cada colheita consiste na retirada de 25 mL
- unhas dos pés (retirada em casa)
- Local: FCF/USP

4. Espirometria: (coletado em 3 vezes)

- teste de consumo de oxigênio
- Local: USP/FCF/Bl. 14

5. Lactato:

- análise obtida por retirada de uma gota de sangue
- Local: INCOR/ Instituto do Coração

6. **Ingerir uma única castanha do Pará ao dia e no mesmo horário por um período de 60 dias (alimento fornecido pela pesquisadora)**

Salientamos abaixo algumas informações de esclarecimento:

- ↗ Os resultados da pesquisa obtidos serão mantidos sigilosamente conforme ética.
- ↗ A participação de vossa senhoria é de caráter voluntário e fica estabelecido que poderá haver desistência de seu envolvimento neste estudo assim que lhe convier ou quando motivos superiores assim determinarem.

Ciente do compromisso assumido na minha colaboração com esta pesquisa, e pela importância da mesma subscrevo-me a seguir

NOME (completo): _____

Assinatura: _____