

Louise Farah Saliba de Barros Carvalho

**“ESTADO NUTRICIONAL RELATIVO A FERRO E ZINCO DE ATLETAS
PROFISSIONAIS DE UMA EQUIPE FEMININA BRASILEIRA DE VOLEIBOL”**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte

Florianópolis

2003

Louise Farah Saliba de Barros Carvalho

**“ESTADO NUTRICIONAL RELATIVO A FERRO E ZINCO DE ATLETAS
PROFISSIONAIS DE UMA EQUIPE FEMININA BRASILEIRA DE VOLEIBOL”**

**Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do grau de Mestre em
Nutrição ao Programa de Pós-Graduação
em Nutrição (Metabolismo e Dietética) da
Universidade Federal de Santa Catarina.**

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte

Florianópolis

2003

FOLHA DE APROVAÇÃO

Louise Farah Saliba de Barros Carvalho

**“ESTADO NUTRICIONAL RELATIVO A FERRO E ZINCO DE ATLETAS
PROFISSIONAIS DE UMA EQUIPE FEMININA BRASILEIRA DE VOLEIBOL”**

Florianópolis, 05 de novembro de 2003.

Dr^a. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr^a. Silvia Maria Franciscato Cozzolino
Universidade de São Paulo

Dr^a. Geny Aparecida Cantos
Universidade Federal de Santa Catarina

Ao meu marido Henrique, por todo amor,
companheirismo, apoio e compreensão.

À meus pais, Neusa e Adel por
toda educação e formação que
possibilitaram esta etapa em minha
vida.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte pela firmeza, direcionamento, cuidado e carinho que teve comigo.

À Prof^a. Dr^a. Silvia Maria Franscicato Cozzolino, por ceder o Laboratório de Nutrição – Minerais da FCF/USP e contribuir para esta pesquisa.

Ao meu amigo Gerson Luís Faccin, por sua ajuda, apoio e paciência que foram fundamentais para este trabalho.

Ao Prof. Ms. Rodrigo Reis, pela análise estatística, apoio e paciência comigo.

Ao Prof. Dr. Marco Perez, pela análise estatística e contribuição para este trabalho.

Ao Luiz e Vanuska do Laboratório de Nutrição – Minerais da FCF/USP pelas análises realizadas em SP.

À Prof^a. Dr^a. Maria Suely Soares Leonart, Daniel Krukoski (Lab. Hematologia Dept. de Patologia Médica - UFPR) e Prof^a. Dr^a. Lys Mary Bileski Cândido (Lab. de Pesquisa e Pós-graduação Dept. de Nutrição - UFPR) por cederem gentilmente materiais para preparação da amostra em Curitiba.

À comissão técnica da equipe de vôlei feminino, Marco Antônio Jardim, Bernardo Rezende, Hélio Griner, Dr. Álvaro Chamecki, Dr. Edilson Thiele e Guilherme Tenius.

À minha amiga Neiva Medeiros pelo companheirismo e amizade sincera.

À todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para este trabalho.

Em especial, à família da Prof^a. Vera, Ricardo, Renata, Karina e Rodrigo, que me acolheram como filha e irmã.

À Deus, por ter sempre me abençoado e conduzido ao caminho certo.

RESUMO

Os atletas estão sob risco de desenvolverem carências de micronutrientes, em especial as atletas do sexo feminino. Dentre os minerais importantes para o metabolismo do exercício e desempenho do atleta, estão o ferro e o zinco, pouco estudados em atletas profissionais, notadamente de voleibol. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional relativo ao zinco (no plasma e no eritrócito) e ao ferro (ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito) de 12 atletas profissionais do voleibol feminino. O consumo alimentar de zinco, ferro, calorias, proteína, carboidrato e lipídeo, foi analisado utilizando-se o registro alimentar de 3 dias e posterior análise em software de avaliação de dieta. Em relação a concentração de zinco no plasma, 100% das atletas não apresentaram deficiência. Quanto ao zinco no eritrócito, 100 % das atletas apresentaram valores abaixo da faixa de normalidade. A avaliação quanto ao estado nutricional de ferro não mostrou nenhuma atleta com depleção dos estoques de ferro, porém apresentou 4 atletas com anemia esportiva, caracterizada por baixos níveis de hemoglobina e hematócrito. Em relação à ingestão alimentar de zinco, 1 atleta não atingiu a recomendação, e quanto ao ferro, 4 atletas apresentaram consumo insuficiente deste mineral. A análise da ingestão de macronutrientes apresentou consumo de carboidratos abaixo recomendação mínima para 10 atletas e quanto a proteína, 6 atletas excederam a recomendação. Quanto aos lipídeos, 7 atletas apresentaram ingestão abaixo da recomendação diária. A escassez de pesquisas avaliando zinco no eritrócito, principalmente em atletas, dificulta a compreensão dos dados encontrados. Os resultados encontrados da análise das dietas, podem refletir a preocupação com o controle e prevenção de aumento de massa gorda ou a própria falta de hábitos alimentares adequados.

Termos de indexação: Zinco, ferro, atletas, voleibol, estado nutricional.

ABSTRACT

Athletes may develop micronutrient deficiency, mainly women. Iron and zinc are important minerals to exercise metabolism and to the athlete's performance. This study was performed to evaluate the nutritional status related to zinc (determined in plasma and erythrocyte) and to iron (serum ferritin, hemoglobin and hematocrit), in 12 female volleyball players. The zinc, iron, calories, protein, carbohydrate and lipid intake of the athletes, were taken by 3-days food intake record. All the athletes presented plasma zinc in normal values. The erythrocyte zinc was lower than normal in 100% of the athletes. The iron nutritional status evaluation showed no one with iron depletion, besides 4 athletes showed sportive anemia, characterized by low levels of hemoglobin and hematocrit. The zinc intake was not appropriate in one athlete and iron intake was not good in 4. The macronutrient intake analysis showed low consumption of carbohydrates to 10 athletes and high intake of protein to 6 athletes. Concerning to lipids, 7 athletes had low intake. The lack of researches about zinc erythrocyte evaluation in athletes made difficult to compare the data. The results may reflect the worries of the sportswomen about the control of fat mass or the lack of adequate food intake habits. The nutrition professionals may work together multiprofessional group in order to help athletes to get good food habits to improve the performance and the health.

Key words: Zinc, iron, athletes, volley, nutritional state

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ABREVIATURAS

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA	22
3. OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 Caracterização da amostra	24
4.2. Parâmetros antropométricos	24
4.2.1. Peso e altura	24
4.2.2. Percentual de gordura corporal	25
4.3. Análises bioquímicas.....	25
4.3.1. Água	25
4.3.2. Desmineralização dos materiais	26
4.3.3. Coleta do material biológico	26
4.3.4. Parâmetros bioquímicos de avaliação do zinco	27
4.3.4.1. Determinação de zinco no plasma	27
4.3.4.2. Determinação de zinco no eritrócito	28
4.3.5. Parâmetros bioquímicos de avaliação do ferro	29
4.3.5.1. Ferritina sérica	29
4.3.5.2. Hemoglobina	29
4.3.5.3. Hematócrito	29
4.4. Consumo alimentar	29
4.4.1. Adequação do consumo	30
4.4.1.1. Zinco e ferro.....	30
4.4.1.2. Ingestão calórica	31
4.4.1.3. Macronutrientes	32
4.4.1.3.1. Proteínas	32
4.4.1.3.2. Carboidratos	33
4.4.1.3.3. Lipídeos	33

4.5. Análise estatística	33
4.6. Critérios éticos da pesquisa.....	34
5. RESULTADOS	35
5.1. Caracterização da amostra.....	35
5.1.1. Parâmetros antropométricos e idade.....	35
5.2. Parâmetros bioquímicos de avaliação de zinco.....	37
5.2.1. Determinação de zinco no plasma e no eritrócito.....	37
5.3. Parâmetros bioquímicos de avaliação do ferro.....	39
5.3.1. Ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito.....	39
5.4. Consumo alimentar.....	43
5.4.1. Zinco e ferro.....	43
5.4.2. Ingestão calórica.....	46
5.4.3. Macronutrientes.....	48
5.4.3.1. Proteínas.....	49
5.4.3.2. Carboidratos.....	51
5.4.3.3. Lipídeos.....	52
6. DISCUSSÃO	56
6.1. Caracterização da população.....	56
6.1.1. Percentual de gordura corporal.....	57
6.2. Parâmetros bioquímicos de avaliação de zinco.....	59
6.2.1. Determinação de zinco no plasma e no eritrócito.....	59
6.3. Parâmetros bioquímicos de avaliação do ferro.....	62
6.3.1. Ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito.....	62
6.4. Consumo alimentar.....	65
6.4.1. Zinco e ferro.....	65
6.4.2. Ingestão calórica.....	68
6.4.3. Macronutrientes.....	69
6.4.3.1. Proteínas.....	69
6.4.3.2. Carboidratos.....	70
6.4.3.3. Lipídeos.....	72
7. CONCLUSÕES.....	74
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS

Hb	- hemoglobina
SOD	- superóxido dismutase
NEDM	- necessidade energética diária média
TMB	- taxa metabólica basal
%GC	- percentual de gordura corporal
VO ₂ máx	- captação máxima de oxigênio

1. INTRODUÇÃO

Atletas profissionais podem ser considerados grupos com grande exposição ao risco de deficiências de micronutrientes. Dentre os fatores que podem induzir a este quadro estão a demanda fisiológica aumentada e a restrição ou inadequação alimentar.

O atleta profissional é aquele que participa de um time organizado ou esporte individual que requer treino sistemático, competições regulares contra outros e disputa prêmios pela excelência de seu desempenho (MARON; MITCHELL, 1994).

Atletas têm suas necessidades de energia e nutrientes baseados no peso, altura, idade, sexo, taxa metabólica, composição corporal e principalmente, no tipo, frequência, intensidade e duração do treinamento necessário para seu esporte (STEEN; BUTTERFIELD, 2000; MONTERO et al, 2002). Estes indivíduos podem estar submetidos a demandas especiais devido ao processo metabólico aumentado desenvolvido através do exercício intensivo (KIM et al, 2002). O treino regular e intenso de exercícios podem também aumentar as necessidades de micronutrientes, tanto pelo aumento das taxas de degradação ou pelo aumento das perdas corpóreas (MAUGHAN, 1999).

Atletas frequentemente treinam intensamente com descanso inadequado e ingerem poucas calorias, o que em combinação poderia comprometer seu sistema imune e expô-los a infecções e lesões (VENKATRAMAN; LEDDY; PENDERGAST, 2000).

A saúde humana depende de um balanço delicado de reações no organismo, nos quais nervos, músculos, sangue, ossos, tecidos endócrinos e viscerais são constantemente renovados. Trocas vitais ocorrem constantemente, envolvendo muitos sistemas enzimáticos ativados por minerais ou elementos traços (SPEICH; PINEAU; BALLEREAU, 2001). Além desses fatores, a nutrição adequada é muito importante para estes profissionais pois vem a otimizar a capacidade genética e os treinos físicos. Uma dieta balanceada e adequada é essencial para uma ótima performance e funcionamento do organismo, além de evitar carências nutricionais que prejudicam o desempenho atlético (STEEN; BUTTERFIELD, 2000). Os estudos científicos vêm demonstrando que o desempenho e a saúde de atletas podem ser beneficiadas com a modificação dietética. Em relação a este tema existem poucas controvérsias, diante da documentação que comprova os efeitos benéficos para a saúde, mudanças favoráveis da composição corporal e aprimoramento do desempenho desportivo de atletas, decorrentes do manejo dietético (CARVALHO et al, 2003).

A dieta de muitos atletas é inadequada devido a hábitos alimentares restritivos e uma obsessão para perder peso a fim de manter uma determinada faixa de peso corporal. Um ciclo

repetitivo de privação alimentar pode levar a um estado nutricional indesejável e problemas de desidratação (KIM et al, 2002). Muitas atletas femininas, particularmente aquelas que participam de esportes que enfatizam a magreza, têm ingestão subótima de energia e nutrientes e estão em risco de comprometimento do estado nutricional, incluindo fadiga, desidratação, ingestão insuficiente de nutrientes, retardo no crescimento e imunocompetência prejudicada (BEALS; MANORE, 1998; MONTERO et al, 2002; PAPADOPOULOU; PAPADOPOULOU; GALLOS, 2002; ZIEGLER et al, 2002).

Segundo o American College of Sports Medicine (ACSM) (2000), os atletas em alto risco de deficiências de micronutrientes são aqueles que restringem a ingestão de energia ou utilizam práticas severas de redução de peso, eliminando um ou mais grupos alimentares de sua dieta, ou consumindo uma dieta com alto teor de carboidratos com baixa densidade de micronutrientes.

Portanto, a busca do peso adequado para a prática de determinados esportes pode gerar em alguns atletas, em especial às do sexo feminino, uma dificuldade em atender as suas necessidades nutricionais. É bem conhecido que mulheres atletas que se destacam no esporte, podem desenvolver a chamada tríade da atleta feminina, que compreende distúrbios alimentares, amenorréia e osteoporose (RUUD; GRANDJEAN, 1996; ACSM, 1997; VILARDI; RIBEIRO; SOARES, 2001; MONTERO et al, 2002). Os distúrbios alimentares se caracterizam por alterações no comportamento alimentar, como anorexia e bulimia nervosa (ACSM, 1997).

Além destes, há também vários relatos da ocorrência de “anemia esportiva” e de queda da imunidade em atletas de várias modalidades (HAYMES, 1996; PERALTA; BLANDINO; COLLI, 1999; VILARDI; RIBEIRO; SOARES, 2001). No primeiro caso, há o envolvimento do estado nutricional referente ao ferro e, no segundo, do zinco, minerais que têm papéis significativos no metabolismo durante o exercício.

O ferro e o zinco são dois dos micronutrientes que vem sendo estudados com ênfase devido aos problemas gerados pelas suas deficiências, em populações de vários níveis sócio-econômicos.

Segundo Tramonte (1994), os estudos realizados em nosso país têm revelado a ocorrência de consumo deficiente tanto de zinco como de ferro em vários segmentos da nossa população. Deficiências severas de micronutrientes freqüentemente coexistem com múltiplas deficiências e má-nutrição protéico-energética grave em humanos (BHASKARAM, 2002).

Apesar de bem distribuídos nas fontes alimentares, é freqüente a deficiência destes minerais em humanos. O baixo consumo de alimentos ricos em ferro e zinco biodisponíveis, como carnes, principalmente vermelhas e o alto consumo de alimentos ricos em inibidores da absorção destes minerais, como fitato, certas fibras da dieta e cálcio, podem causar deficiência de ferro e/ou zinco (KENNEY et al, 1984; SANDSTEAD, 2000; GIBSON et al, 2001). Por outro lado, o excesso de um nutriente pode interferir no aproveitamento de outro (COZZOLINO, 1997). Minerais com similaridades químicas podem competir pelo transporte de proteínas ou outros mecanismos de captação, assim como por substâncias orgânicas quelantes, facilitando ou retardando a absorção (SANDSTRÖM, 2001).

Como constituinte da hemoglobina, o ferro é necessário para o transporte de oxigênio e dióxido de carbono no processo da respiração. O ferro é também componente de várias enzimas, como as citocromos oxidases, que são críticas para a produção de energia e de várias enzimas necessárias para o sistema imune (TRAMONTE, 1994). Além do fator hematopoiético, o ferro é essencial para a proliferação celular e metabolismo oxidativo de vários tecidos, e sua depleção compromete diversas funções essenciais (BHASKARAM, 2002).

O estado nutricional relativo ao ferro em atletas é especialmente importante devido ao papel central deste mineral no transporte de oxigênio, síntese de hemoglobina, mioglobina, e algumas enzimas fundamentais para a produção de energia (QIAN et al, 2002).

A deficiência de ferro está associada com alterações de processos metabólicos, incluindo transporte de elétrons mitocondriais, síntese de neurotransmissores, síntese protéica, organogênese e outros. As conseqüências da deficiência de ferro que ocorrem após a depleção das reservas, são a diminuição dos seguintes constituintes sangüíneos: hemoglobina, volume corpuscular médio, volume e tamanho das novas células vermelhas, mioglobina, o conteúdo de ferro sulfúrico e ferro heme nos citocromos dentro das células (BEARD; TOBIN, 2000).

A definição comumente usada para anemia, independente de sua causa, é a baixa concentração de hemoglobina (BEARD & TOBIN, 2000). Porém para se caracterizar anemia, o indivíduo deve estar com os estoques de ferro depletados, com a ferritina baixa, baixa saturação de transferrina, altas concentrações de protoporfirina eritrocítica livre e com elevada concentração de receptores de transferrina. Existem diversas razões pelas quais atletas podem ter baixos níveis de ferritina: expansão do volume plasmático; baixa ingestão dietética de ferro; baixa biodisponibilidade do ferro; alta excreção de ferro (CLARKSON & HAYMES, 1995).

Em um primeiro estágio a depleção de ferro ocorre por meio da redução dos depósitos na ferritina plasmática. Conforme os depósitos de ferro são depletados, ocorre aumento na absorção do mesmo. A depleção dos depósitos de ferro reduz a quantidade de ferro disponível para a formação de hemoglobina. Como há uma menor formação de hemoglobina, a protoporfirina utilizada para formar o ferro heme é liberada para o sangue. Isto é conhecido como protoporfirina eritrocítica livre. A transferrina, uma proteína plasmática que transporta o ferro no sangue, é produzida em quantidade maior e a quantidade total de ferro no sangue não aumenta proporcionalmente, ocorrendo a diminuição da saturação de transferrina com ferro (HAYMES, 1996).

O processo pelo qual as reservas de ferro são depletadas pode ocorrer rapidamente ou muito lentamente e dependem do balanço entre a ingestão de ferro e as necessidades deste (BEARD; TOBIN, 2000).

A anemia, independente da sua origem, pode diminuir o consumo máximo de oxigênio, reduzir a capacidade de trabalho físico, diminuir a resistência e aumentar o risco de fadiga muscular (RIBEIRO; SOARES, 2002).

As pesquisas sobre deficiência de ferro em atletas não são recentes, sendo que o desempenho físico destes, com baixos níveis de hemoglobina, nos Jogos Olímpicos de 1968, chamou a atenção de cientistas sobre a relação do estado nutricional referente ao ferro e o exercício físico (PERALTA; BLANDINO; COLLI, 1999).

A correlação do ferro e exercício, desde então, tem sido bem documentada, sendo a “anemia do esporte” ou “pseudo-anemia” termos bastante usados na literatura (PERALTA; BLANDINO; COLLI, 1999). O exercício aumenta a eritropoiese, eritrócitos e portanto o *turn over* de ferro. A magnitude do aumento do *turn over* de ferro é determinada por vários fatores entre os quais a duração e a intensidade do exercício (QIAN et al, 2002).

A expansão do volume plasmático observada principalmente em atletas de resistência, em resposta à adaptação do organismo a um programa regular de exercícios, levam a uma diminuição da concentração da hemoglobina. O aumento do volume plasmático aumenta o débito cardíaco, melhora a termorregulação, diminui a viscosidade do sangue, melhorando o fluxo sanguíneo nos vasos e músculos, facilitando o transporte de oxigênio. Vários autores consideram benéfica esta adaptação ao exercício aeróbio (COOK, 1990; EICHNER, 1992; PERALTA; BLANDINO; COLLI, 1999), tornando este assunto controverso na literatura.

Com relação às reservas de ferro, vários estudos indicam uma diminuição destas após temporadas de treinos e competições (BLUM; SHERMAN; BOILEAU, 1986; LYLE et al, 1992)

Em especial as atletas femininas estão expostas a um risco maior de desenvolverem deficiência de ferro. As mulheres podem ter uma prevalência aumentada de alterações de ferro no corpo, relacionadas ao exercício, devido ao balanço negativo de ferro (BEARD; TOBIN, 2000). Segundo Correia (1996), são atletas com risco de também desenvolverem depósitos baixos de ferro os do sexo masculino em crescimento rápido, atletas com dietas hipocalóricas, corredores de distância (que apresentam aumento da perda de ferro gastrointestinal) e aqueles em treinamento intenso, principalmente quando o fazem em ambientes quentes com grande sudorese. A velocidade que a depleção pode ocorrer vai depender da oferta, ou seja, da ingestão dietética de ferro biodisponível e das perdas pelo suor, fezes e menstruação.

A redução na concentração de hemoglobina e do conteúdo tecidual de ferro pode ser prejudicial para a performance do atleta, pois a hemoglobina e hematócrito reduzidos prejudicam o transporte de oxigênio aos tecidos levando a uma redução da captação máxima de oxigênio (VO_2 máx) (BEARD; TOBIN, 2000).

O VO_2 máx é importante, pois expressa a capacidade máxima de transporte e de utilização de oxigênio durante o exercício. A captação de oxigênio aumenta como uma função linear da taxa de trabalho até que o VO_2 máx seja atingido. Portanto o VO_2 máx representa um “teto fisiológico” da capacidade do sistema de transporte de oxigênio de liberar O_2 para os músculos que estão contraindo (POWERS; HOWLEY, 2000). Conseqüentemente uma redução do VO_2 máx acarreta menor oxigênio disponível aos músculos, afetando, portanto o desempenho do atleta. Estudos ilustraram que o VO_2 máx, por estar relacionado com a capacidade carreadora de oxigênio, está correlacionado com o grau de anemia (BEARD; TOBIN, 2000).

O zinco (Zn^{2+}), outro mineral bastante estudado, é um íon elementar (NOWAK, 1998).

A atual explosão de conhecimento sobre o zinco tem sido o resultado de diversos fatores, o principal deles é o reconhecimento do importante papel deste mineral na saúde e em doenças humanas, suas funções vitais nas reações bioquímicas e os avanços tecnológicos que tornam viáveis quantificar este elemento traço essencial nos fluidos biológicos (DARDENNE, 2002).

O zinco é amplamente distribuído no corpo humano. Aproximadamente 10% do zinco corporal de adultos está localizado em *pools* que permutam com o zinco do plasma em dois dias (HAMBIDGE; KREBS; MILLER, 1998). O homem adulto possui cerca de dois gramas (31 mmol) de zinco, sendo que as maiores concentrações ocorrem no osso (100-200 mg/kg),

no músculo esquelético (30-50 mg/kg), na pele (4-6%) e nos cabelos. Sendo um íon primariamente intracelular, pode-se assumir que seu local de ação é no interior da célula; sua concentração nos fluidos extracelulares é baixa, sendo que o plasma sanguíneo contém cerca de 1 µg/mL (0,1% do total do organismo). Ao contrário do que ocorre com o ferro, o organismo excreta consideráveis quantidades de zinco via secreções intestinais como parte de seu mecanismo homeostático (TRAMONTE, 1996).

Quanto às funções biológicas do zinco, se considerarmos as diferentes espécies, existem mais de 200 metaloenzimas que dele dependem, seja estruturalmente ou para atividade catalítica, tais como anidrase carbônica, carboxipeptidase A, superóxido dismutase (SOD), álcool desidrogenase, fosfatase alcalina, timidina quinase, DNA polimerase, RNA polimerase, as quais participam da síntese e degradação do ácido nucleico e do metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (FAIRWEATHER-TAIT, 1988; PRASAD, 1991; BETTGER; O'DELL, 1993; GLEESON; BISHOP, 2000), além de ser um importante modulador do sistema nervoso central de mamíferos (NOWAK, 1998).

Bastante evidenciado e reconhecido pela literatura é o papel do zinco na imunomodulação e na influência no curso e desenvolvimento de infecções (BHASKARAM, 2002). A deficiência de zinco leva a redução na resistência à imunidade e cicatrização de feridas (SCHWENK; COSTLEY, 2002).

Pesquisas têm se concentrado no papel crucial do zinco sobre a imunidade e os efeitos da deficiência deste na resposta imune (SAMARTIN; CHANDRA, 2001). Este elemento traço tem impacto sobre os mediadores da imunidade, tais como enzimas, peptídeos tímicos e citocinas, explicando a grande importância do estado nutricional de zinco na regulação da ativação, proliferação e apoptose das células linfóides (DARDENNE, 2002). Como um cofator, o zinco influencia a secreção de timulina e portanto regula a função imune mediada pelas células tipo linfócito "T" (BHASKARAM, 2002).

Conforme Dardenne (2002), várias hipóteses podem ser feitas sobre a ação do zinco na função imune: o zinco é um fator essencial para a atividade de muitas metaloenzimas, as quais não podem funcionar na sua ausência; o zinco é necessário para a atividade de alguns mediadores de imunidade; o zinco poderia contribuir para a estabilização da membrana, agindo em nível citoesquelético e ainda, o zinco é o principal regulador da apoptose dos linfócitos, tanto *in vitro* quanto *in vivo*.

Segundo Bhaskaram (2002), a vitamina A, vitamina C, ferro, zinco, ácido fólico, vitamina B₁₂, e outras vitaminas do complexo B, são alguns dos micronutrientes que têm

demonstrado influenciar o mecanismo de resistência do hospedeiro, portanto alterando a susceptibilidade a doenças infecciosas.

As primeiras manifestações clínicas da deficiência humana de zinco são distúrbios de comportamento, tais como depressão, anorexia, disforia, alteração de paladar, funções cognitivas prejudicadas e deficiências imunes (MAES et al, 1997; NOWAK, 1998).

A deficiência de zinco presume-se ser bastante prevalente em países em desenvolvimento, devido a baixa ingestão alimentar e baixa biodisponibilidade de zinco em alimentos vegetais, principalmente em populações sustentadas por dietas à base de cereais (BHASKARAM, 2002).

Alguns grupos da população se tornam mais expostos a deficiências nutricionais, principalmente de micronutrientes. A deficiência moderada de zinco provavelmente é bastante comum em certos grupos vulneráveis: aqueles com altas necessidades fisiológicas como bebês, crianças, gestantes, lactantes e indivíduos com baixa ingestão de zinco ou baixa biodisponibilidade alimentar deste (KREBS, 2000).

Além das funções supracitadas e do seu papel na imuno modulação, é componente de enzimas que participam do metabolismo de macronutrientes e da replicação celular. Além disso, algumas enzimas contendo zinco, como a anidrase carbônica e a lactato desidrogenase, estão envolvidas no metabolismo intermediário durante o exercício (LUKASKI, 2000).

O zinco age também como um antioxidante, pois é componente da enzima superóxido dismutase, que protege contra danos de radicais livres. Radical livre é definido como uma molécula contendo um ou mais que uns elétrons desemparelhados na sua órbita externa (CLARKSON; THOMPSON, 2000). O zinco está entre os nutrientes essenciais para a função normal do sistema antioxidante endógeno (MICHELETTI, ROSSI; RUFINI, 2001).

Existem algumas evidências de que o exercício aumenta a produção de espécies químicas altamente reativas, os radicais livres. Durante o metabolismo oxidativo, muito do oxigênio consumido é ligado ao hidrogênio durante a fosforilação oxidativa, formando água. Contudo, tem sido estimado que 4 a 5% do oxigênio consumido durante a respiração não é completamente reduzido a água, ao invés disto forma radicais livres. Portanto, como o consumo de oxigênio aumenta durante o exercício, um aumento concomitante ocorre na produção de radicais livres e peroxidação lipídica (CLARKSON; THOMPSON, 2000).

O exercício físico pode estar associado com o aumento de 10 a 20 vezes a captação de oxigênio pelo corpo todo. O fluxo de oxigênio nas fibras musculares periféricas pode estar aumentado de 100 a 200 vezes durante o exercício. Estudos durante as duas décadas passadas,

sugerem que no exercício extenuante, a geração de espécies reativas de oxigênio estão elevadas a ponto de exceder a capacidade do sistema antioxidante de defesa (SEN, 2001).

O exercício pode gerar radicais livres de outras formas também, incluindo aumento nas epinefrinas e outras catecolaminas, que podem produzir radicais de oxigênio quando estão metabolicamente inativas, produção de ácido láctico que pode converter um radical livre pouco prejudicial (superóxido) em um fortemente prejudicial (hidroxil) e respostas inflamatórias aos danos musculares secundários ocorridos com exercício excessivo (CLARKSON; THOMPSON, 2000).

É conhecido que o exercício pode mudar agudamente as concentrações de zinco circulante. A base para a aparente interação adversa entre a atividade física e o zinco circulante não é clara (LUKASKI, 2000).

Há várias razões possíveis para baixas concentrações do zinco plasmático em atletas, incluindo a baixa ingestão pela dieta, a perda excessiva durante os exercícios, expansão do volume plasmático durante o treino, que dilui a concentração de zinco, e a redistribuição do zinco plasmático para outros tecidos (HAYMES, 1996).

Exercícios breves, intensos e prolongados de resistência aumentam momentaneamente as concentrações plasmáticas e séricas de zinco imediatamente após o exercício. A magnitude do aumento das concentrações do zinco plasmática durante o exercício não pode ser atribuída a hemoconcentração, mas pode ser explicada pelo deslocamento de zinco do músculo esquelético contraído para o fluido extracelular devido a quebra muscular. Após cessar o exercício, as concentrações de zinco geralmente diminuem dentro de breve período de tempo (LUKASKI, 2000).

Vários estudos vêm sendo realizados buscando maiores conhecimentos na área de metabolismo, nutrição e esportes. O estado nutricional em relação a minerais pode ser avaliado diretamente a partir de amostras de sangue, tecidos ou fluidos corporais, ou indiretamente a partir da análise da dieta. A avaliação do estado nutricional de ferro é feita geralmente a partir de amostras de sangue (CLARKSON, 1992).

Também para o diagnóstico do estado nutricional referente ao ferro nos atletas, não existem protocolos padronizados, o que explicaria em parte os dados controversos encontrados na literatura (PERALTA; BLANDINO; COLLI, 1999). Portanto, para a determinação da deficiência de ferro é recomendada a avaliação de um conjunto de parâmetros hematológicos e bioquímicos, tais como concentração de hemoglobina, ferritina sérica e saturação de transferrina (WEIGHT, 1993).

O diagnóstico do estado de zinco não é fácil e apesar da importância do zinco e o crescente conhecimento sobre suas funções, ainda não há um indicador único do seu estado nutricional. Um grande número de indicadores tem sido proposto, mas eles oferecem dificuldades a serem consideradas e/ou interpretadas (HAMBIDGE, 2000; PORTELA; WEISSTAUB, 2000).

Limitações práticas, incluindo a falta de indicadores sensíveis do estado nutricional relativo ao zinco e a dificuldade de conduzir um estudo controlado em humanos para avaliar a interação entre zinco dietético e o desempenho atlético, contribuem para falta de informações confiáveis. Uma variedade de estudos com diferentes desenhos experimentais provêm algum conhecimento sobre a relação entre o zinco dietético e a atividade física (LUKASKI, 2000).

Ainda que os valores de concentração de zinco sérico ou plasmático sejam úteis para identificar indivíduos com grave deficiência de zinco, é um indicador relativamente insensível e inespecífico da nutrição marginal de zinco; portanto, deficiências moderadas e médias de zinco são difíceis de demonstrar (KING, 1990; BHASKARAM, 2002).

Para ser um índice útil, uma alteração no indicador biológico deveria aparecer antes de sinais visíveis de deficiência, e deveria ser relativamente simples de medir (O'DELL, 2000). Ainda que o zinco plasmático seja um critério válido do estado nutricional de zinco, ele por si só é inadequado, pois outros fatores fisiológicos afetam as concentrações deste (O'DELL, 2000). Quando o organismo se encontra em estado de estresse, pode ocorrer a liberação de zinco dos tecidos, devido ao catabolismo tecidual (VARELA et al, 1992).

Portanto, ao que se refere ao zinco, a avaliação do estado nutricional compreende medidas de consumo alimentar, concentrações de zinco plasmático, eritrocitário, urinário e indicadores funcionais, como a análise da atividade de metaloenzimas: anidrase carbônica, fosfatase alcalina e carboxipeptidases (MARREIRO; FISBERG; COZZOLINO, 1998).

Concluindo, a avaliação do estado nutricional de um indivíduo com relação a alguns minerais tem sido amplamente discutida e é difícil devido à falta de padronização de métodos. O conhecimento do estado nutricional de atletas é fundamental para a correlação entre dieta e alterações no metabolismo de minerais durante o exercício. Segundo Lukaski et al (1990), o conhecimento sobre o estado nutricional de atletas durante o treinamento é limitado.

Mais especificamente, é importante a avaliação do estado nutricional relativo ao ferro, pela sua capacidade de transporte de oxigênio, interferindo, quando alterada, diretamente no desempenho do atleta e do zinco devido a sua participação no metabolismo intermediário do exercício, sua função imune e antioxidante.

Nesse sentido, a partir da relevância dos minerais no metabolismo humano e em especial para atletas e sabendo-se que há uma lacuna de pesquisas com atletas brasileiros e parâmetros nutricionais, nos propusemos a avaliar o estado nutricional relativo ao ferro e zinco em atletas brasileiras.

2. JUSTIFICATIVA

Os atletas estão sob risco de desenvolverem carências de micronutrientes, em especial as atletas do sexo feminino. Dentre os minerais importantes para o metabolismo do exercício e desempenho do atleta, estão o ferro e o zinco.

Considerando-se o pequeno número de pesquisas bem controladas nesta área em nosso país e as dificuldades metodológicas de se determinar o estado nutricional referente a estes minerais, nos propusemos a realizar este estudo com as metodologias mais adequadas segundo a literatura.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar o estado nutricional relativo ao zinco e ao ferro de atletas profissionais de uma equipe brasileira de voleibol.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os níveis de zinco no plasma e no eritrócito das atletas;
- Determinar os níveis de ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito das atletas;
- Estimar a ingestão dietética de ferro e zinco das atletas e verificar a adequação do consumo destes minerais;
- Estimar e verificar a adequação do consumo de calorias e de macronutrientes das atletas;
- Avaliar o percentual de gordura corporal das atletas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da amostra

O presente estudo foi realizado com 12 atletas profissionais do sexo feminino, na faixa etária de 18 a 24 anos, integrantes do time de voleibol da cidade de Curitiba, durante a Superliga de Vôlei Feminino, na 11^a. e 12^a. semanas do campeonato. O campeonato teve início em 30 de novembro de 2002, porém as atletas estavam em treinamento desde julho de 2002.

A Superliga de Vôlei Feminino é composta por oito equipes de atletas profissionais que competem em nível nacional. Esta equipe foi selecionada por ser a equipe profissional de vôlei mais próxima da sede do Programa de Pós-Graduação. Para a seleção da amostra, representada por esta equipe, não foram aplicados testes estatísticos, portanto, é uma amostra não probabilística com seleção não aleatória, realizada de maneira intencional.

As atletas perfaziam um tempo de treino médio de quatro horas e meia por dia, sendo dividido em dois períodos, duas horas e meia pela manhã e duas horas à tarde. Estes dois períodos subdividiam-se entre treino de preparo físico, musculação (uma hora), aeróbio (30 minutos), treino com bola (em quadra, três horas). Os treinos ocorriam em média seis dias por semana, com um dia de descanso, exceto pós-campeonatos ou temporadas mais intensas, em que poderiam ocorrer dois dias de descanso.

4.2. Parâmetros antropométricos

Para a avaliação dos parâmetros antropométricos, as atletas se apresentaram pela manhã, antes de iniciar o treino.

4.2.1. Peso e altura

Para o registro de peso e altura, foi utilizada balança antropométrica com capacidade 150 kg, precisão de 100 g, da marca Filizola. Para a medição do peso, foi solicitado às atletas que estivessem de bexiga vazia e que ficassem descalças, vestindo o mínimo de roupa possível (short e *top*). As atletas permaneceram de pé sobre a plataforma da balança, com os

braços ao longo do corpo. Para a medição da altura, as atletas ficaram descalças, de pé e de costas, eretas com os pés unidos e braços ao longo do corpo. A medida da distância entre a região plantar e o vértex foi realizada com o indivíduo em apnéia inspiratória, com a cabeça orientada pelo plano de Frankfurt.

4.2.2. Percentual de gordura corporal

Para a medição das dobras cutâneas (DOC) foi utilizado adipômetro, marca Cescorf com pressão constante de 10g/mm². Foram medidas as dobras cutâneas, abdominal, suprailíaca, tricipital e coxa, conforme protocolo de Jackson et al (1980) para atletas do sexo feminino. Foram realizadas 3 repetições de cada medidas em cada ponto avaliado em circuito. Foi utilizada a média das três tomadas de medidas. Cada dobra cutânea foi medida 1 cm abaixo do dedo que a pinçava. Para determinação da densidade corporal (DC) foi utilizada a fórmula de Jackson et al. (1980) para atletas do sexo feminino e para cálculo do percentual de gordura corporal (%GC) foi aplicado à equação de Heyward e Stolarczyk (2000).

$$DC \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,096095 - 0,0006952 (\Sigma 4DOC) + 0,0000011 (\Sigma 4DOC)^2 - 0,0000714 (\text{idade}).$$

$\Sigma 4DOC$ (mm) = soma de quatro dobras cutâneas: tríceps + suprailíaca anterior + abdômen + coxa

Conversão de DC para %GC para mulheres:

$$\%GC = [(5,01/DC) - 4,57] \times 100.$$

4.3. Análises bioquímicas

4.3.1. Água

Visando evitar interferências nos resultados, por meio da contaminação de minerais do material utilizado nos procedimentos relativos à análise bioquímica do zinco, foi utilizada água deionizada e/ou do tipo Milli Q[®].

4.3.2. Desmineralização dos materiais

Todo o material utilizado para a coleta de material biológico e análise do zinco foi desmineralizado por meio de banho de imersão em capela com ácido nítrico a 30% por 12 h. O material foi enxaguado com água deionizada, por no mínimo 10 vezes, visando minimizar a contaminação por minerais.

4.3.3. Coleta do material biológico

Foi solicitado às atletas que comparecessem ao laboratório para coleta de sangue, em jejum alimentar de 12 h e com repouso de exercício físico de 36 h, visando aumentar a confiabilidade dos resultados. Para tanto, elas não treinaram no sábado à tarde nem no domingo e compareceram ao laboratório em uma segunda-feira.

O sangue para as análises foi coletado por um profissional treinado para esta função, em seringas plásticas descartáveis com agulhas em aço inoxidável, num volume total de 12 mL.

Para análise do estado nutricional de ferro das jogadoras foi utilizado 2 mL da amostra de sangue, o qual logo após retirado, foi transferido para tubos de vidro contendo anticoagulante EDTA (1mg/mL) para análise dos níveis séricos de ferritina, hemoglobina e hematócrito.

Para a análise do estado nutricional relativo ao zinco nas atletas, os 10 mL restantes de sangue venoso de cada atleta foram transferidos à tubos de centrífuga desmineralizados que continham anticoagulante citrato de sódio a 30% (100 μ L/ 10mL sangue). As amostras foram transportadas, acondicionadas em isopor com gelo, para o Laboratório de Hematologia do Departamento de Patologia Médica, UFPR para separação das frações do sangue para análise do zinco no plasma e no eritrócito.

As amostras de sangue para análise do estado nutricional de zinco no plasma foram centrifugadas a 3000 x g (HERMLE Z 323 K) por 15 minutos em uma temperatura de 4° C para a separação do plasma. Para a coleta deste, o sobrenadante foi aspirado e acondicionado em tubos Eppendorfes de 1,5 mL previamente desmineralizados. As amostras foram congeladas para análises, que foram feitas no dia seguintes à coleta.

Para a preparação do eritrócito para análise do zinco, foi realizada a lavagem da papa de hemáceas obtida do sangue total, com 5 mL de solução salina isotônica a 0,9% e

subseqüente homogeneização lenta por inversão. Após este procedimento o material foi centrifugado por 10 minutos em uma centrífuga à 4°C em uma velocidade de 10000 x g (HERMLE Z 323 K). Quando necessário, foi equilibrado o peso dos tubos no rotor com a própria solução salina. Após o término da centrifugação, foi aspirado o sobrenadante. Após aspirar a solução salina, repetiu-se procedimento de lavagem das papas à centrífuga por mais duas vezes. Após a última centrifugação, a massa de eritrócitos foi cuidadosamente extraída, sem encostar no fundo do tubo, inserindo uma micropipeta pipeta no centro. O material coletado foi acondicionado em 3 Eppendorfs desmineralizados por amostra e congelado imediatamente após.

As amostras de plasma e zinco congeladas foram transportadas acondicionadas em isopor com gelo, via aérea, para o Laboratório de Nutrição – Minerais da FCF/USP, onde foram analisadas as concentrações de zinco no plasma e no eritrócito.

4.3.4. Parâmetros bioquímicos de avaliação do zinco

4.3.4.1. Determinação de zinco no plasma

A determinação da concentração de zinco no plasma foi feita por espectrofotometria de absorção atômica com aparelho Hitachi Modelo Z – 5000 equipado com lâmpada de cátodo oco, calibrado com comprimento de onda de 213,9nm e leitura em duplicata, fenda de 0,4nm, chama oxidante com mistura de ar (15,0L/min): acetileno (2,0L/min).

Para fazer a curva padrão de calibração foi utilizado padrão Tritisol[®] (MERCK), com as seguintes concentrações: 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,50 e 1,00 µg/mL. O padrão foi diluído em água Milli Q[®] com 3 % de glicerol (para igualar viscosidade entre padrão e amostra) e 1% de ácido nítrico.

Foram preparadas duas alíquotas de cada amostra de plasma por meio de diluição em água Milli Q[®] na proporção 1:5, e aspiradas diretamente na chama do aparelho.

Os resultados calculados a partir das absorbâncias obtidas, representam a média das leituras em duplicatas e das concentrações das amostras preparadas em duplicatas, foram expressos em µg Zn/dL. Os valores considerados normais para o zinco plasmático foram > 75 µg/dL (IYENGAR & WOTTIEZ, 1988). Valores abaixo deste, foram considerados deficiência de zinco no plasma.

4.3.4.2. Determinação de zinco no eritrócito

Para a determinação de zinco no eritrócito foi utilizado o mesmo equipamento e as mesmas condições descritas no item 4.3.4.1.

Para fazer a curva padrão de calibração foi utilizado padrão Tritisol[®] (MERCK), com as seguintes concentrações: 0,10; 0,20; 0,30; 0,50 e 1,00 µg/mL. O padrão foi diluído em água Milli Q[®] com 1% de ácido nítrico.

Foram realizadas duas diluições dos eritrócitos para a dosagem do zinco no eritrócito, expressos em termos de massa de zinco por massa de hemoglobina. Na primeira diluição, denominada lisado 1, foi adicionado 900 µL da água Milli Q[®] a 300 µL da amostra. Neste lisado foi determinada a dosagem da hemoglobina, para posterior correção no cálculo do zinco no eritrócito (µg Zn/g hemoglobina). Na segunda diluição, denominada lisado 2, uma alíquota de 200 µL do lisado 1 foi diluída em 1800 µL de água Milli Q[®]. Neste lisado a concentração de zinco foi determinada por meio de leitura direta no espectrofotômetro de absorção atômica.

A dosagem da concentração de hemoglobina foi realizada pelo método da cianometahemoglobina. Para a dosagem desta, foi diluída uma alíquota de 20 µL do lisado 1 em 5 mL do Reagente de Cor (reativo de Drabkin) Labtest Cat. 43 e realizada leitura direta no espectrofotômetro UV visível Hitachi, modelo U1100, em comprimento de onda de 540nm. O valor da hemoglobina em g/dL, foi obtido utilizando-se o fator de calibração obtido como o Padrão de Hemoglobina – Labtest Cat. 47.

Os resultados de zinco no eritrócito foram expressos em µg Zn/g de hemoglobina, representando a média das leituras das amostras em triplicatas tanto para o zinco quanto para a hemoglobina.

Os níveis considerados normais de zinco no eritrócito foram de 40 a 44 µg Zn por grama de hemoglobina (µg Zn/g Hb) (GUTHRIE & PICCIANO, 1994). Resultados abaixo do valor inferior foram considerados deficiência de zinco no eritrócito.

4.3.5. Parâmetros bioquímicos de avaliação do ferro

4.3.5.1. Ferritina sérica

A determinação da concentração de ferritina sérica foi realizada pelo método de quimioluminescência automatizada no aparelho Imulite DPC da marca Medlab e com o *kit* de análise Imulite DPC (Medlab). Foi considerada a faixa de normalidade para o estoque de ferro, valores entre 6 a 159 ng/mL, conforme referência do *kit* utilizado para as análises.

4.3.5.2. Hemoglobina

A dosagem da hemoglobina foi realizada por método de espectrofotometria automatizada. Para esta análise foi utilizado aparelho e *kit* Cobas Mikros da marca Roche. Foi utilizado o ponto de corte de 12g/dL (WHO, 2001).

4.3.5.3. Hematócrito

A determinação do valor de hematócrito foi obtida em contador hematológico automático modelo Cobas Mikros da marca Roche. Foram considerados normais valores entre 37 a 46%, conforme referência do laboratório em que foram realizadas as análises.

4.4. Consumo alimentar

Para estimar a ingestão alimentar de ferro e zinco, calorias e macronutrientes, foi utilizado o registro alimentar de 3 dias.

Após expor o objetivo da atividade às atletas, foi realizado um treinamento de medidas caseiras com apoio de um kit de utensílios caseiros visando a padronização das medidas e o aumento da confiabilidade dos valores registrados nos três dias. O registro alimentar de três dias consecutivos realizado, foi referente aos alimentos consumidos em dois dias de semana e um de fim de semana.

Após o recolhimento dos registros alimentares, os dados provenientes destes, foram passados ao programa de análise de alimentos DietPRO[®] versão 4.0 para cálculo de calorias e

nutrientes. Os alimentos citados nos registros foram conferidos em relação ao teor de micronutrientes e computados no banco de dados do programa, quando ausentes. Os alimentos que foram anotados nos registros alimentares e não estavam cadastrados no banco de dados do *software*, foram abastecidos conforme informações dos valores nutricionais expostos nos rótulos dos referidos alimentos.

Para a análise e comparação dos resultados, trabalhou-se com a média dos resultados das análises do registro alimentar de 3 dias, fornecida pelo programa.

4.4.1. Adequação do consumo

4.4.1.1. Zinco e Ferro

Para verificar a adequação nutricional em relação à média do consumo alimentar de zinco e ferro pelas atletas, foi utilizada a mediana da necessidade de um nutriente para um determinado estágio da vida e gênero (EAR), conforme o Food and Nutrition Board e Institute of Medicine (FNB; IOM, 2003): zinco – 7,3 mg (14 a 18 anos) e 6,8 mg (19 a 30 anos); e de ferro – 7,9 mg (14 a 18 anos) e 8,1 mg (19 a 30 anos).

Para os cálculos, conforme ILSI BRASIL (2001), inicialmente obteve-se a diferença entre a ingestão e a mediana da necessidade, a qual de maneira simplificada oferece uma idéia da adequação da ingestão em relação às necessidades. Considerou-se D como a diferença, Mi como a média da ingestão observada e EAR como a mediana da necessidade do estágio de vida e do gênero das atletas, representado pela seguinte fórmula:

$$D = M_i - EAR.$$

Foi calculada a magnitude de D, por meio do cálculo do desvio-padrão de D (DP_D), visando assegurar com certo grau de segurança que a ingestão habitual (não conhecida) excede a verdadeira necessidade (não conhecida) das atletas. Para este cálculo, procedeu-se da seguinte forma: calculou-se o desvio padrão da necessidade (DP_n) (10% da EAR) e obteve-se o desvio padrão da ingestão (DP_i), calculado a partir de dados obtidos no estudo populacional dos EUA que se refere à variação intrapessoal. Posteriormente aplicou-se a fórmula:

$$DP_D = \sqrt{(V_n + V_i/n)}.$$

V_n = variância da necessidade; V_i = variância da ingestão; n = número de dias de avaliação da ingestão; variância = (Desvio Padrão)².

A partir dos dados obtidos de D e DP_D , foi calculada a relação D/DP_D para obtenção da probabilidade da ingestão estar acima ou abaixo da necessidade. A interpretação dos resultados procedeu-se conforme a tabela abaixo:

Tabela 1. Valores para a razão D/DP_D e a probabilidade correspondente em concluir corretamente que a ingestão habitual está adequada ou inadequada.

Critério	Conclusão	Probabilidade de conclusão correta
> 2,00	Ingestão habitual adequada	0,98
> 1,65	Ingestão habitual adequada	0,95
>1,50	Ingestão habitual adequada	0,93
>1,00	Ingestão habitual adequada	0,85
>0,50	Ingestão habitual adequada	0,70
>0,00	Ingestão habitual adequada / inadequada	0,50
< -0,50	Ingestão habitual inadequada	0,70
< -1,00	Ingestão habitual inadequada	0,85
< -1,50	Ingestão habitual inadequada	0,93
< -1,65	Ingestão habitual inadequada	0,95
< - 2,00	Ingestão habitual inadequada	0,98

ILSI BRASIL, adaptado de Snedecor e Cochran (1980).

4.4.1.2. Ingestão calórica

A ingestão calórica foi estimada conforme descrição no item 4.6., e comparada a estimativa da necessidade energéticas diárias médias (NEDM). Obtendo-se a partir da diferença destes valores, a adequação de consumo calórico.

Com o resultado da ingestão calórica obteve-se também a estimativa do número de kcal para cada kg peso corporal por dia (kcal/kg/peso corporal/dia), por meio da divisão da média da ingestão calórica dividida pelo peso corporal (kg).

Para a estimativa das NEDM, inicialmente foi calculada a estimativa da taxa metabólica basal (TMB). Para tanto, foi utilizada a equação para a previsão da taxa metabólica basal em kcal, proposta pela FAO (1998), conforme sexo e faixa etária.

$$18 \text{ a } 30 \text{ anos} = (13,3P + 334A + 35).$$

P = peso corporal (kg); A = altura (m)

Para a estimativa aproximada do consumo energético diário total, foi utilizado o cálculo da necessidade energética diária média de adulto (homens e mulheres), proposto pela FAO (1998), conforme classificação do trabalho ocupacional, expresso como um múltiplo da TMB. Para o presente estudo foi utilizado, o múltiplo de 1,82, classificação pesada.

4.4.1.3. Macronutrientes

Dados sobre o consumo alimentar dos macronutrientes foram obtidos conforme descrição do item 4.6.

Os valores médios encontrados dos macronutrientes foram divididos pelo peso corporal em (kg), gerando resultados em g/kg/peso corporal/dia. Estes cálculos foram adotados para a verificação da adequação, uma vez que as recomendações de consumo destes nutrientes para atletas, estão descritas na literatura desta forma.

4.4.1.3.1. Proteínas

Para verificar a adequação nutricional em relação ao consumo alimentar de proteínas, os dados obtidos foram comparados com os valores recomendados para atletas, pelo ACSM (2000). Foi considerada a faixa de recomendação para ingestão de proteína entre 1,2 a 1,7 g/kg/peso corporal/dia. As recomendações são de 1,2 a 1,4 g/kg/peso corporal/dia para atletas de resistência, e de 1,6 a 1,7 g/kg/peso corporal/dia para atletas treinados de força. Optou-se por trabalhar com esta faixa uma vez que não existem dados disponíveis para atletas praticantes de modalidades esportivas mistas como o vôlei.

4.4.1.3.2. Carboidratos

Para verificar a adequação nutricional em relação ao consumo alimentar de carboidratos, os dados obtidos foram comparados com os valores recomendados para atletas, pelo ACSM (2000), considerando a faixa de recomendação de necessidade de proteína entre 6 a 10 g/kg/peso corporal/dia.

4.4.1.3.3. Lipídeos

Para verificar a adequação nutricional em relação ao consumo alimentar de lipídeos, os dados obtidos foram comparados com os valores recomendados para a população em geral (Carvalho et al, 2003), uma vez que não existe recomendação específica para atletas em g/kg/peso corporal/dia. O valor recomendado corresponde a 1 g/kg/peso corporal/dia.

4. 5. Análise estatística

A organização e o registro dos dados foram realizados com o programa Excel[®] 97. Após a devida conferência, os registros foram transportados para o programa SPSS[®] versão 10.0 onde foram efetuadas as análises estatísticas.

As variáveis analisadas neste estudo eram de natureza numérica em escala contínua o que permitiu a utilização dos seguintes procedimentos descritivos da estatística paramétrica: média, desvio-padrão, valor máximo e valor mínimo.

Todavia, o tamanho reduzido da amostra (n=12) e a não-linearidade dos dados impossibilitaram o uso de tais procedimentos para comparações entre variáveis. Desta maneira, utilizou-se a Correlação de Spearman (r^s) para verificar possíveis associações entre as variáveis de estudo. Para estes procedimentos adotou-se um nível de significância de $p \leq 0,05$.

4.6. Critérios éticos da pesquisa

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Antes de iniciar a pesquisa, as participantes foram esclarecidas em relação aos procedimentos em detalhes que seriam realizados. Após a passagem destas informações e esclarecimento de dúvidas, foi obtido o termo de consentimento livre e esclarecido (**Apêndice 4**).

Os resultados obtidos das análises foram informados as participantes e estas receberam orientação nutricional individualizada.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da amostra

5.1.1. Parâmetros antropométricos e idade

Dados sobre idade, peso, estatura e percentual de gordura corporal (%GC) das atletas participantes do estudo, podem ser observados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Dados antropométricos e idade das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	%GC
1	18	62,20	169	14,08
2	20	70,80	184	14,64
3	24	70,20	178	15,00
4	<i>19</i>	<i>82,00</i>	<i>187</i>	<i>16,91</i>
5	23	70,00	171	16,71
6	23	70,00	182	12,90
7	20	73,60	182	15,21
8	<i>18</i>	<i>80,60</i>	<i>182</i>	<i>15,12</i>
9	24	71,40	191	14,17
10	24	75,60	183	12,09
11	23	77,60	190	13,93
12	21	80,40	179	17,63

Valores de percentual de gordura corporal para atletas de vôlei: 10 a 20% (ACSM, 2000).

%GC = gordura corporal em percentual

Valores em itálico = atletas que objetivavam emagrecimento.

Em relação à faixa etária, duas atletas tinham idade menor que 19 anos, necessitando, portanto, de ingestão de micronutrientes diferente em relação às atletas com idade igual ou maior que 19 anos, conforme RDA (FBN; IOM, 2002). Todas atletas apresentaram o percentual de gordura corporal dentro da faixa encontrada para atletas desta modalidade.

Os valores da média de idade, peso, estatura e %GC, assim como desvios-padrão, valores mínimos e máximos estão apresentados a seguir na **Tabela 2**. Nota-se nesta tabela, que são atletas jovens, sendo a média de idade 21 anos, a mínima 18 e a máxima 24 anos.

Tabela 2. Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos dos dados antropométricos e idade das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	21	2,35	18	24
Peso (kg)	73,7	5,77	62,2	82,0
Estatura (cm)	181,46	6,64	169	191
% Gordura Corporal	14,87	1,62	12,09	17,63

Valores de percentual de gordura corporal para atletas de vôlei: 10 a 20% (ACSM, 2000).

A **Tabela 3** apresenta os dados obtidos das atletas, referente às medidas das dobras cutâneas utilizadas para a determinação do percentual de gordura corporal e os respectivos valores encontrados depois de calculados.

Tabela 3. Valores das dobras cutâneas (mm) e gordura corporal (%) das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta	Tricipital	Suprailíaca	Abdominal	Coxa	%GC
1	11,9	5,0	11,3	20,6	14,08
2	12,2	5,6	14,3	18,6	14,64
3	11,1	6,2	13,1	21,2	15,00
4	10,4	7,6	21,7	20,0	16,91
5	13,1	5,1	13,0	27,2	16,71
6	8,3	5,7	15,4	14,3	12,90
7	14,0	7,2	13,6	18,1	15,21
8	16,0	6,5	14,0	16,3	15,12
9	12,6	6,0	13,4	16,4	14,17
10	8,1	4,8	11,0	16,6	12,09
11	7,6	7,0	17,3	15,7	13,93
12	13,4	7,7	18,8	22,4	17,63

Valores de percentual de gordura corporal para atletas de vôlei: 10 a 20% (ACSM, 2000).

%GC = gordura corporal em percentual

5.2 Parâmetros bioquímicos de avaliação do zinco

5.2.1 Determinação de zinco no plasma e no eritrócito

Os resultados obtidos da determinação de zinco plasmático e no eritrócito das atletas encontram-se na **Tabela 4**.

Os resultados das análises de zinco no plasma das atletas apresentaram valores acima do ponto de corte. Porém, em relação ao zinco no eritrócito, todos os valores estavam abaixo da faixa de normalidade. Mesmo a atleta 6, que apresentou o maior valor de zinco no plasma, não conseguiu atingir o valor de normalidade para zinco no eritrócito. Apenas uma atleta apresentou resultado maior que 30 µg Zn/g Hb no eritrócito, as demais atletas obtiveram valores entre 18,55 e 29,12 µg Zn/g Hb no eritrócito, ou seja, muito abaixo dos valores ideais.

Não foi encontrada correlação para o zinco no plasma e no eritrócito ($r^s=-0,021$ e $p=0,948$).

Tabela 4. Resultados da concentração de zinco no plasma (µg/dL) e no eritrócito (µg Zn/g Hb) das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta	Zn no plasma (µg/dL)	Zn no eritrócito (µg Zn/g Hb)
1	114,38	25,42
2	92,78	22,85
3	86,20	30,29
4	104,03	26,29
5	80,90	24,37
6	125,10	29,12
7	105,75	22,46
8	96,98	24,69
9	84,68	26,83
10	107,40	18,55
11	93,83	18,62
12	82,95	23,44

Valores normais: Zinco no plasma: 75 µg/dL (IYENGAR & WOTTIEZ, 1988)

Zinco no eritrócito: 40 e 44 µg Zn/g Hb (GUTHRIE & PICCIANO, 1994)

Resultados em negrito= abaixo do ponto de corte.

Na **Tabela 5** podemos perceber que a média de zinco no eritrócito ficou muito abaixo do valor de referência e que os resultados de zinco no plasma apresentaram maior variação quando comparados aos do zinco no eritrócito, com desvios-padrão de 13,71 $\mu\text{g/dL}$ e 3,6 $\mu\text{g Zn/g Hb}$, respectivamente.

Tabela 5. Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos da concentração de zinco no plasma ($\mu\text{g/dL}$) e no eritrócito ($\mu\text{g Zn/g Hb}$) das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Zn plasma ($\mu\text{g/dL}$)	97,92	13,71	80,9	125,1
Zn eritrócito ($\mu\text{g Zn/g Hb}$)	24,41	3,6	18,55	30,29

Valores normais: Zinco no plasma: 75 $\mu\text{g/dL}$ (IYENGAR & WOTTIEZ, 1988)
Zinco no eritrócito: 40 e 44 $\mu\text{g Zn/g Hb}$ (GUTHRIE & PICCIANO, 1994).

Na **Figura 1** pode-se visualizar as variações dos valores de zinco no plasma ($\mu\text{g/dL}$) encontrados das atletas participantes do estudo em relação ao ponto de corte de deficiência em zinco. Pode-se observar que as atletas 5 e 12 foram as que apresentaram valores mais próximos do ponto de corte de deficiência de zinco plasmático, 80,90 e 82,95 $\mu\text{g/dL}$, respectivamente, apesar de estarem normais.

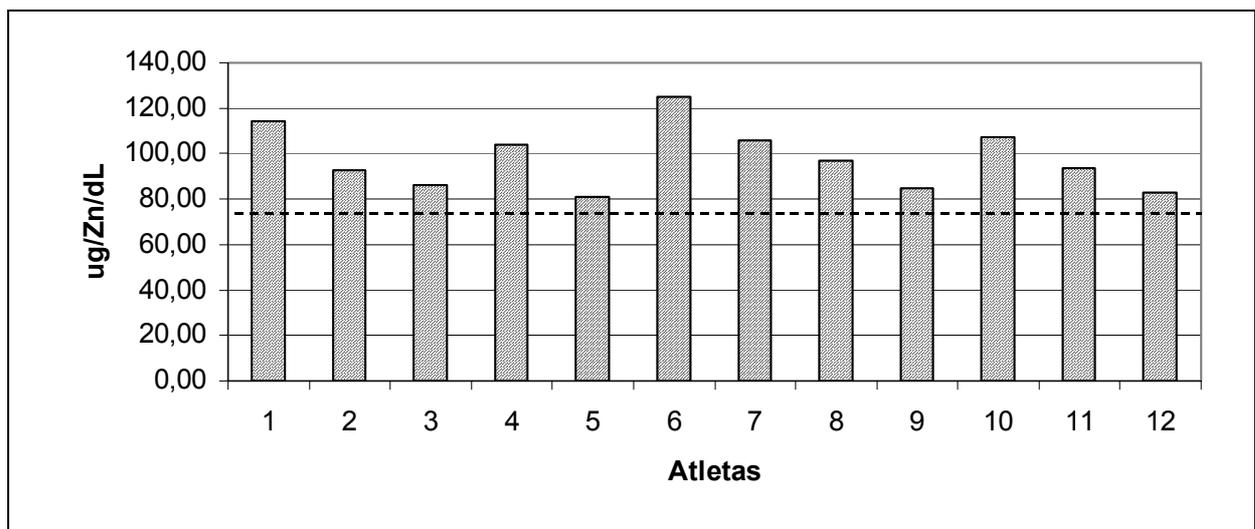


Figura 1. Concentração de zinco no plasma ($\mu\text{g/dL}$) em relação ao ponto de corte de deficiência de zinco plasmático $< 75 \mu\text{g/dL}$ (IYENGAR & WOTTIEZ, 1988), das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

A **Figura 2** apresenta as variações nas concentrações de zinco no eritrócito das atletas e caracteriza sub ótimo o estado nutricional relativo ao zinco das atletas. Apesar da variação, todas elas apresentaram resultados bem abaixo da faixa de normalidade.

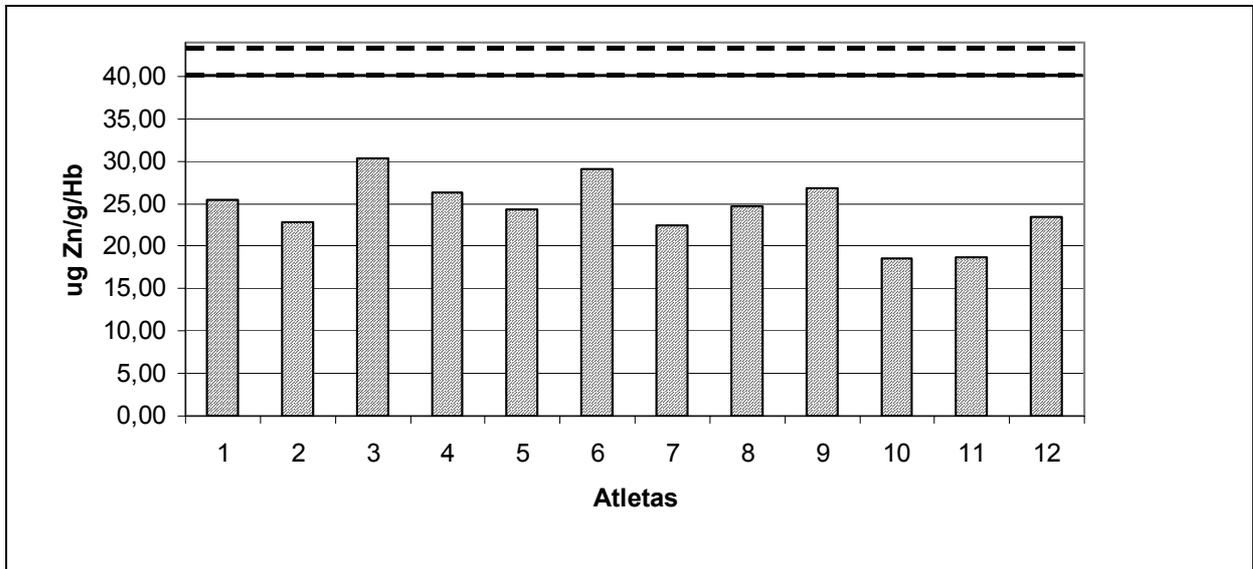


Figura 2. Concentração de zinco no eritrócito ($\mu\text{g Zn/g Hb}$) em relação a faixa de normalidade, 40 e 44 $\mu\text{g Zn/g Hb}$ (GUTHRIE & PICCIANO, 1994), das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

5.3. Parâmetros bioquímicos de avaliação do ferro

5.3.1. Ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito

Os valores das análises da ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito das atletas participantes do estudo estão relatados na **Tabela 6**.

Na **Tabela 6** podemos observar que em relação a ferritina sérica, todas as atletas, mesmo aquelas com valores de hemoglobina abaixo do normal, estavam dentro da faixa de normalidade (12 a 135 ng/mL), apesar da atleta 7 estar com um valor muito próximo ao limiar inferior, 16,6 ng/mL. Com exceção de duas atletas (2 e 3), as demais concentrações não passaram de 62,9 ng/mL. A mesma atleta que apresentou o valor máximo de ferritina sérica, 121,0 ng/mL, apresentou o valor máximo de hemoglobina.

Para a hemoglobina e o hematócrito algumas atletas apresentaram resultados dentro da faixa de normalidade e outras não. Considerando o ponto de corte de 12,0 g/dL para hemoglobina, quatro atletas estavam abaixo deste, e seis das 12, apresentaram valores para

hemoglobina entre 12,0 g/dL e 12,8 g/dL, ou seja próximo ou igual ao ponto de corte. Com exceção de atleta 10, todas as que apresentaram valores abaixo de 12 g/dL de hemoglobina, apresentaram também valores abaixo da faixa de normalidade para o hematócrito, 37 a 46% (**Tabela 6**). A atleta 5 apresentou o menor valor para a hemoglobina e para o hematócrito também.

Tabela 6. Concentração de ferritina sérica (ng/mL), hemoglobina (g /dL) e hematócrito (%) das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta	Ferritina (ng/mL)	Hemoglobina (g/dL)	Hematócrito (%)
1	62,9	11,9	36,6
2	121,0	13,7	40,5
3	107,0	11,5	35,5
4	29,70	12,3	37,2
5	57,6	10,6	32,3
6	42,2	12,5	38,3
7	16,6	12,8	39,2
8	38,7	12,6	38,6
9	48,0	12,0	37
10	57,9	12,2	36,7
11	38,4	13,0	38,9
12	60,7	11,8	35,4

Valores normais: Ferritina sérica - 6 a 159 ng/mL (segundo laboratório de análises clínicas), hemoglobina - < 120 g/L (WHO, 2001), hematócrito, 37 a 46%, (segundo laboratório de análises clínicas).

Resultados em negrito= abaixo do ponto de corte.

A **Tabela 7** apresenta a média dos valores de ferritina sérica, hemoglobina, hematócrito, os desvios-padrão e referências. As maiores variações encontradas foram para a ferritina sérica, que apresentou um desvio padrão de 30,16 ng/mL, um valor mínimo de 16,6 e o máximo de 121 ng/mL.

Tabela 7. Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos da concentração de ferritina sérica (ng/mL), hemoglobina (g/dL) e hematócrito (%), das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Ferritina (ng/mL)	56,73	30,16	16,6	121,0
Hemoglobina (g/dL)	12,24	0,79	10,60	13,70
Hematócrito (%)	37,18	2,17	32,3	40,5

Valores normais: Ferritina sérica - 6 a 159 ng/mL (segundo laboratório de análises clínicas), hemoglobina - < 120 g/L (WHO, 2001), hematócrito, 37 a 46%, (segundo laboratório de análises clínicas).

Não foi encontrada correlação entre ferritina sérica e hemoglobina ($r^s = -0,392$ e $p = 0,208$) nem com o hematócrito ($r^s = -0,406$ e $p = 0,191$). Foi encontrada forte correlação com alta significância para as concentrações de hemoglobina e hematócrito ($r^s = 0,979$ e $p = 0,000$).

As **Figuras 3, 4 e 5** apresentam as variações nas concentrações de ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito, em comparação aos valores de referência, encontradas nas análises dos resultados das atletas participantes do estudo.

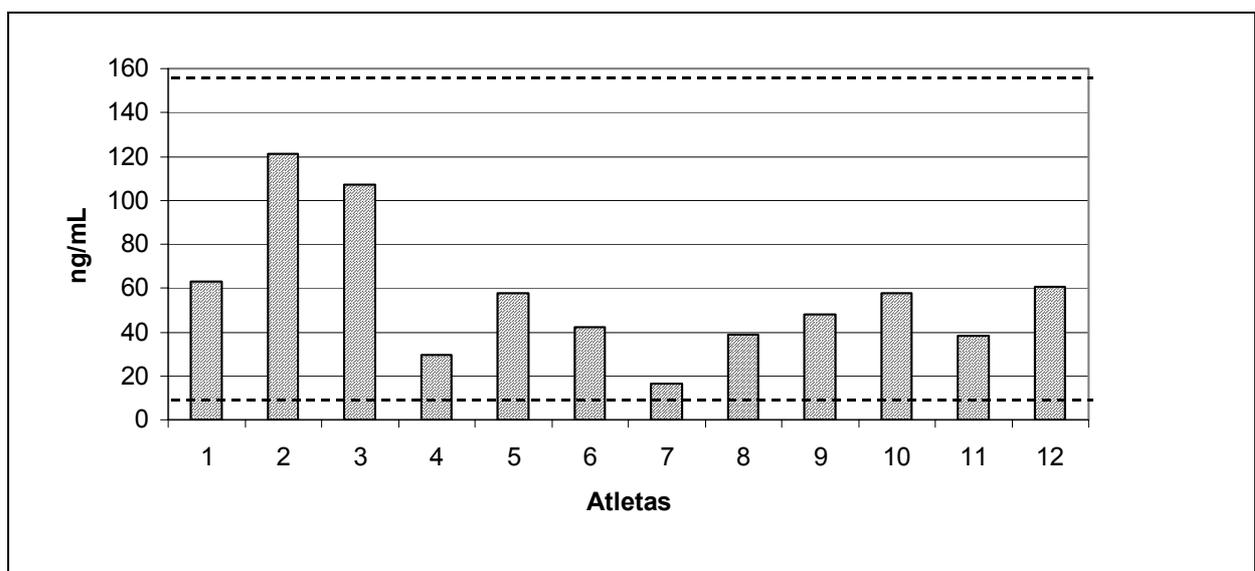


Figura 3. Concentração de ferritina (ng/mL) em relação a faixa de normalidade 6 a 159 ng/mL (segundo laboratório de análises clínicas), das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

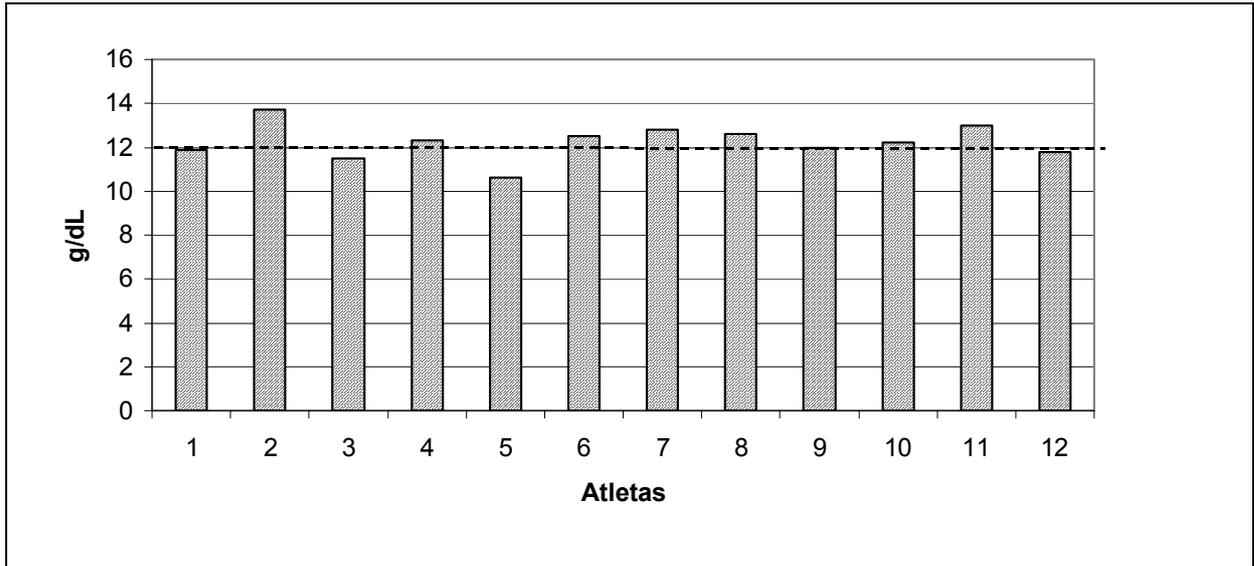


Figura 4. Concentração de hemoglobina (g/dL) em relação ao ponto de corte de diagnóstico de anemia <12 g/dL (WHO, 2001) das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

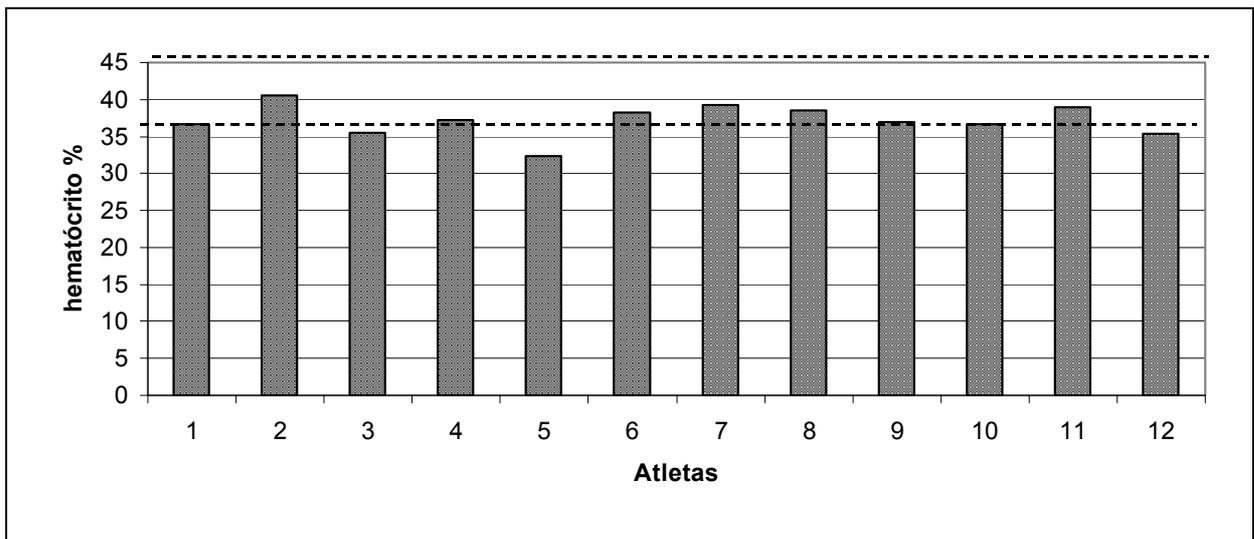


Figura 5. Concentração de hematócrito (%), em relação a faixa de normalidade 37 a 46% (segundo laboratório de análises clínicas) das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

5.4. Consumo alimentar

5.4.1. Zinco e ferro

Os valores do consumo alimentar médio de zinco e ferro estão apresentados na **Tabela 8**.

Tabela 8. Consumo alimentar médio de zinco e ferro em mg/dia pelas atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta	Ferro (mg/dia)	Zinco (mg/dia)
1	17,96	12,59
2	23,51	16,84
3	21,34	12,56
4	<i>12,01</i>	<i>7,90</i>
5	32,74	24,93
6	29,45	20,61
7	17,48	10,45
8	<i>14,15</i>	<i>9,82</i>
9	21,51	15,29
10	24,27	16,68
11	16,51	13,96
12	24,81	16,02

RDA ferro: 15 mg (14-18 anos) e 18mg (19 -30 anos), (FBN; IOM, 2002)

RDA zinco: 9 mg (14-18 anos) e 8 mg (19-30 anos), (FBN; IOM, 2002)

Valores em *itálico* = atletas que objetivavam emagrecimento

*= atletas com de 18 anos de idade.

A **Tabela 9** apresenta os valores da média de consumo alimentar de zinco e de ferro das atletas, desvio padrão e valores de referência. O valor máximo para a ingestão do zinco foi de mais de 300% da recomendação e o do ferro alcançou quase 200 % da recomendação.

Tabela 9. Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos do consumo alimentar de zinco (mg/dia) e de ferro (mg/dia), das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Zinco (mg/dia)	14,80	4,75	7,9	24,93
Ferro (mg/dia)	21,31	6,1	12,01	32,74

RDA ferro: 15 mg (14-18 anos) e 18mg (19 -30 anos), (FBN; IOM, 2002)

RDA zinco: 9 mg (14-18 anos) e 8 mg (19-30 anos), (FBN; IOM, 2002).

Em relação à avaliação da adequação da ingestão de zinco e ferro de cada atleta, os resultados estão expressos em probabilidade de conclusão correta sobre a ingestão habitual estar adequada ou inadequada e se encontram na **Tabela 10**.

Tabela 10. Probabilidade de conclusão correta sobre a ingestão habitual estar adequada ou inadequada e adequação da ingestão de zinco e ferro das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta	Probabilidade de conclusão correta	Ingestão habitual de zinco	Probabilidade de conclusão correta	Ingestão habitual de ferro
1	0,95	adequada	0,98	adequada
2	0,98	adequada	0,98	adequada
3	0,95	adequada	0,98	adequada
4	<i>0,50</i>	<i>adequada /inadequada</i>	<i>0,85</i>	<i>adequada</i>
5	0,98	adequada	0,98	adequada
6	0,98	adequada	0,98	adequada
7	0,85	adequada	0,98	adequada
8	<i>0,70</i>	<i>adequada</i>	<i>0,95</i>	<i>adequada</i>
9	0,98	adequada	0,98	adequada
10	0,98	adequada	0,98	adequada
11	0,98	adequada	0,98	adequada
12	0,98	adequada	0,98	adequada

Em itálico = atletas que objetivavam emagrecimento

A avaliação da adequação da ingestão de zinco de cada atleta apresentou a probabilidade de concluir que a ingestão habitual está adequada com 98% de confiabilidade

de que a conclusão está correta para sete atletas (58,33%), com 95% de confiabilidade para duas atletas (16,66%), 85% de confiabilidade para uma atleta (8,33%) e 70% de confiabilidade para uma atleta (8,33%). Uma atleta (8,33%) apresentou a probabilidade de concluir que a ingestão habitual está adequada ou inadequada com 50% de confiabilidade que a conclusão está correta. Nota-se que esta última atleta foi a que apresentou menor ingestão calórica e de todos os demais nutrientes que tiveram seu consumo avaliado. Estes resultados estão apresentados na **Figura 6**.

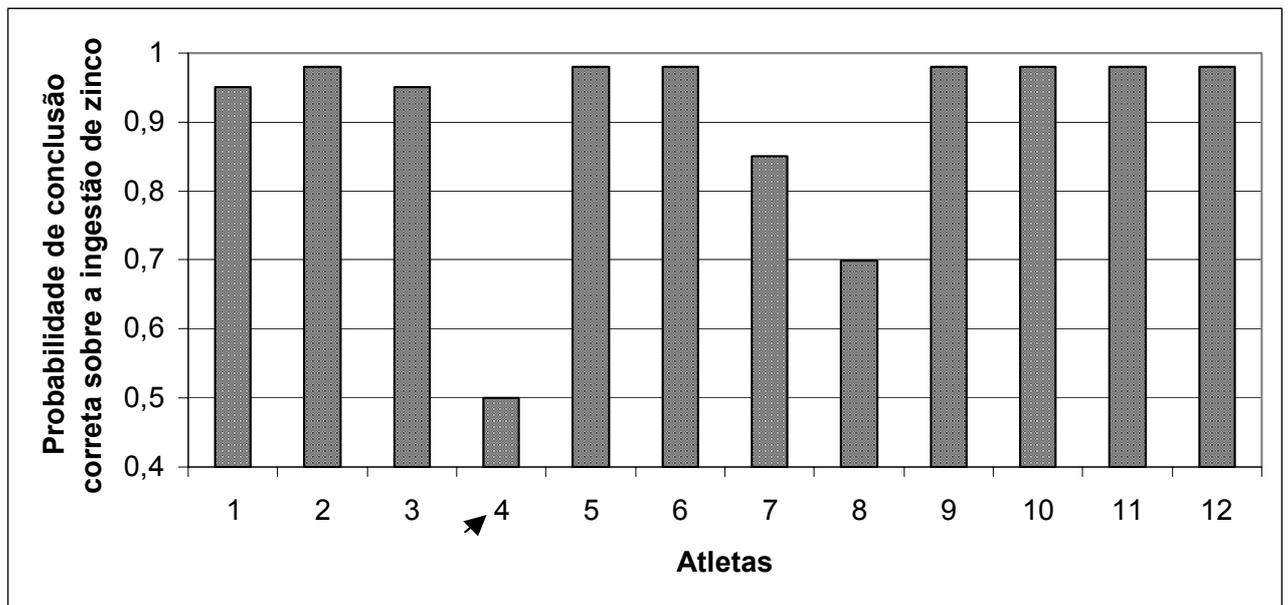


Figura 6. Probabilidade de conclusão correta sobre a ingestão habitual de zinco estar adequada, das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Atleta sinalizada= probabilidade de conclusão correta sobre a ingestão habitual estar adequada ou inadequada.

A avaliação da adequação da ingestão de ferro de cada atleta apresentou a probabilidade de concluir que a ingestão habitual está adequada com 98% de confiabilidade de que a conclusão está correta para 10 atletas (83,33%), com 95% de confiabilidade para uma atleta (8,33%) e 85% de confiabilidade para uma atleta (8,33%). A **Figura 7** foi construída para visualização destes resultados.

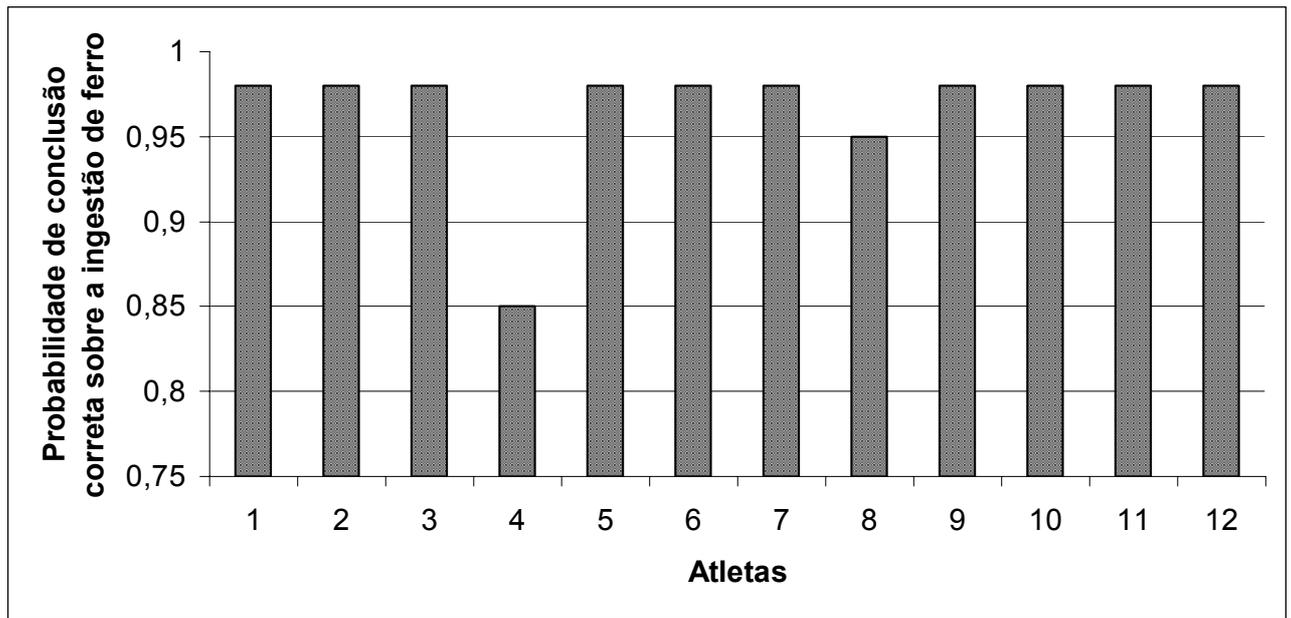


Figura 7. Probabilidade de conclusão correta sobre a ingestão habitual de ferro estar adequada, das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Não foi encontrada correlação entre a ingestão de zinco e seus níveis plasmáticos e eritrocitários, porém houve correlação positiva entre a ingestão de zinco e ingestão calórica ($r^s=0,846$ e $p=0,001$). Dentre os macronutrientes, houve correlação positiva entre a ingestão de zinco e ingestão protéica ($r^s =0,818$ e $p=0,001$), com ingestão de carboidratos ($r^s =0,755$ e $p=0,005$) e de lipídeos ($r^s =0,720$ e $p=0,008$).

Não houve correlação entre a ingestão dietética de ferro e as concentrações de ferritina sérica ($r^s=0,497$ e $p = 0,101$), e hemoglobina ($r^s =-0,434$ e $p=0,159$). Houve correlação positiva entre a ingestão de ferro e a ingestão calórica, $r^s =0,727$ e $p=0,007$. Foi constatada também correlação positiva entre a ingestão dietética de ferro e de proteína ($r^s =0,643$ e $p=0,024$) e de carboidratos ($r^s =0,664$ e $p=0,018$). Foi encontrada forte correlação e altamente significativa entre ingestão dietética de ferro e zinco, $r^s =0,923$ e $p=0,000$.

5.4.2. Ingestão calórica

A **Tabela 11** apresenta os valores individuais da taxa metabólica basal, da necessidade energética diária média, da média dos valores de ingestão calórica, e das diferenças entre necessidade energética estimada e média do consumo calórico, todos valores estimados.

Em relação à adequação calórica, oito atletas (66,67%) apresentaram déficit calórico quando comparadas à estimativa das NEDM, sendo que destas, cinco apresentaram déficit

energético entre 500 e 1000 kcal, valores representativos para a redução de peso corporal. As atletas que apresentaram os maiores déficits, foram aquelas que objetivavam emagrecer. Quanto as quatro atletas (33,33%) que apresentaram consumo próximo ou acima da estimativa das NEDM, duas delas apresentaram consumo suficiente para promoção de ganho de peso corporal, 498 e 1364 kcal. Todos resultados estão apresentados na **Tabela 11**.

Tabela 11. Estimativas da taxa metabólica basal, necessidade energética diária média, média de ingestão calórica, kcal/kg/peso corporal/dia e comparação entre a necessidade energética diária média e média de ingestão calórica, todos em kcal, das atletas participantes do estudo.

Atleta	TMB	NEDM	Ingestão calórica	kcal/kg/peso corporal/dia	Diferença
1	1427	2597	1895	30,47	-702
2	1591	2896	2932	41,41	+36
3	1563	2845	2392	34,07	-453
4	<i>1750</i>	<i>3185</i>	<i>1548</i>	<i>18,87</i>	<i>-1637</i>
5	1537	2798	4162	59,46	<u>+1364</u>
6	1574	2864	3083	44,04	+219
7	1622	2952	1999	27,16	-953
8	<i>1715</i>	<i>3121</i>	<i>1773</i>	<i>21,99</i>	<i>-1348</i>
9	1623	2953	3451	48,33	<u>+498</u>
10	1652	3006	2844	37,62	-162
11	1702	3097	3035	39,11	-62
12	1702	3098	2400	29,85	-698

TMB= taxa metabólica basal

NEDM = necessidade energética diária média

Ingestão calórica = média dos valores de ingestão calórica

Resultados em negrito = valores abaixo do estimado

Valores em itálico = atletas que objetivavam emagrecimento

Resultados sublinhados = valores acima do estimado, suficiente para promoção de ganho de peso corporal.

Os valores da ingestão calórica oscilaram entre 1548 a 4162 kcal, com um desvio padrão de 768 kcal, apresentando grande variação quando comparado aos desvios-padrão de 91 e 165 kcal, para a taxa metabólica basal e necessidade energética diária média, respectivamente. Estes valores estão apresentados **Tabela 12**.

Tabela 12. Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos da taxa metabólica basal (kcal), necessidade energética diária média (kcal), ingestão calórica das atletas e kcal/kg/peso corporal/dia, das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
TMB	1621	91	1427	1750
NEDM	2951	165	2597	3185
Consumo calórico	2626	768	1548	4162
kcal/kg/peso/dia	36,03	11,47	18,87	59,46

TMB= taxa metabólica basal NEDM=necessidade energética diária média

5.4.3. Macronutrientes

Os valores da média, desvio padrão, valores mínimos e máximos do consumo de carboidratos, proteínas e lipídeos estão expressos na **Tabela 13**.

A média do consumo de carboidratos em g/kg/peso corporal/dia encontrada está abaixo da recomendada para atletas, apresentando um desvio padrão de 1,43 g/kg/peso corporal/ dia, o que significa que algumas atletas apresentaram um déficit ainda maior, chegando ao ponto de uma atleta ter consumido 2,78 g/kg/peso corporal/dia. Em relação à média de consumo de proteínas, esta ficou um pouco acima do valor recomendado. Quanto à média de ingestão de lipídeos, esteve próximo, porém abaixo da recomendação diária.

Tabela 13. Médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos do consumo alimentar de carboidratos, proteínas e lipídeos expressos em g/kg/peso corporal/dia das atletas de vôlei feminino durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Variáveis em g/kg/peso corporal/dia	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Carboidrato	5,06	1,43	2,78	7,27
Proteína	1,71	0,44	1,10	2,52
Lipídeo	0,93	0,42	0,44	1,92

Valores recomendados:

Carboidrato: 6 a 10 g/kg/peso corporal/dia (ACSM, 2000)

Proteína: 1,2 a 1,7 g/kg/peso corporal/dia (ACSM, 2000)

Lipídeo: 1 g/kg/peso corporal/dia (CARVALHO et al, 2003).

5.4.3.1. Proteína.

A **Tabela 14** apresenta os valores referentes à ingestão protéica em gramas e em g/kg/peso corporal/dia, uma vez que as recomendações da ACSM (2000) vêm expressas desta forma para melhor individualização e adequação, além da média e desvio padrão.

Apenas a atleta 4 (8,33%) apresentou consumo de proteínas abaixo da recomendação, porém outras seis (50%), apresentaram consumo acima do recomendado. Ou seja, apenas cinco atletas (41,67%) apresentaram consumo dentro da faixa recomendada para atletas (**Figura 8**).

Tabela 14. Consumo alimentar médio de proteínas em gramas e em g/kg/peso corporal/dia, pelas atletas durante a pesquisa, média e o desvio padrão.

Atleta	Ingestão de proteínas (g)	g/kg/peso corporal/dia
1	109,4	<u>1,76</u>
2	161,19	<u>2,28</u>
3	92,67	1,32
4	90,32	1,10
5	176,64	<u>2,52</u>
6	152,38	<u>2,18</u>
7	116,16	1,58
8	99,83	1,24
9	128,93	<u>1,81</u>
10	109,3	1,45
11	136,83	<u>1,76</u>
12	122	1,52
Média	124,63	1,71
Desvio padrão	27,53	0,44

Valores recomendados de proteína: 1,2 a 1,7 g/kg/peso corporal/dia (ACSM, 2000)

Resultado em negrito= valor abaixo do recomendado para atletas

Valores em itálico = atletas que objetivavam emagrecimento

Resultados sublinhados = valores acima do recomendado para atletas

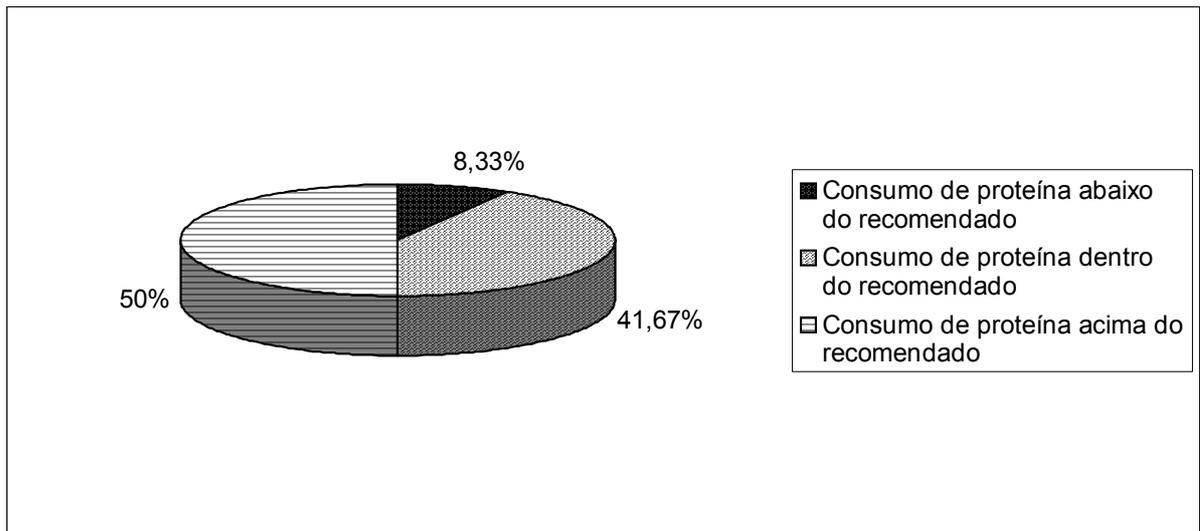


Figura 8. Distribuição percentual das atletas participantes do estudo em relação à adequação do consumo de proteínas (g/kg/peso corporal/dia), durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Na **Figura 9** está representada a variação encontrada na ingestão alimentar de proteínas em g/kg/peso corporal/dia das atletas em relação à faixa recomendada de consumo de proteínas para atletas e também quanto ao consumo máximo utilizável para adultos.

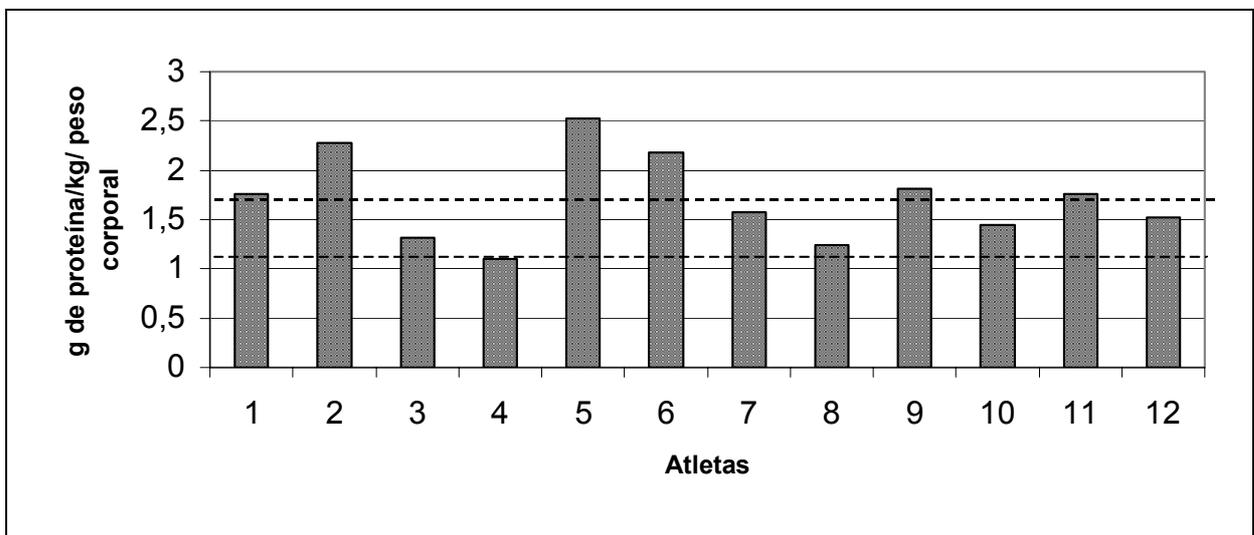


Figura 9. Ingestão alimentar média de proteínas em g/kg de peso corporal/dia das atletas participantes do estudo em relação à faixa de valores recomendados e valor máximo, durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Faixa de recomendação para atletas: 1,2 a 1,7 g de proteína/kg de peso corporal/ dia (ACSM, 2000)

Quantidade máxima utilizável para adultos: 2,0 g de proteína/kg de peso corporal/dia (CLARK, 1996).

Foi encontrada correlação entre ingestão de proteínas e calorias ($r^s=0,839$ e $p=0,001$), lipídeos ($r^s=0,804$ e $p=0,002$) e com a ingestão de carboidratos ($r^s=0,615$ e $p=0,033$). As correlações encontradas entre ingestão protéica e de ferro, zinco, foram citadas anteriormente.

5.4.3.2. Carboidratos

Avaliando a adequação do consumo de carboidratos, 10 atletas (83,33%) apresentaram resultados abaixo da recomendação mínima que é de 6 g/kg/peso corporal/dia de carboidratos para atletas. Sendo que as atletas que objetivavam emagrecimento, 4 e 8, apresentaram os menores consumos, em torno de 50 % do recomendado. Somente duas atletas (16,67%) atingiram a recomendação.

Os valores obtidos para a ingestão de carboidratos estão descritos na **Tabela 15** em gramas e em g/kg/peso corporal/dia, além da média e desvio padrão.

Tabela 15. Consumo alimentar médio de carboidratos em gramas e em g/kg/peso corporal/dia, pelas atletas durante a pesquisa, média e o desvio padrão.

Atleta	Ingestão de carboidratos (g)	g/kg/peso corporal / dia
1	256,75	4,13
2	391,81	5,53
3	388,37	5,53
4	228,04	2,78
5	508,8	7,27
6	407,99	5,83
7	257,09	3,49
8	267,01	3,31
9	509,14	7,13
10	444,06	5,87
11	398,83	5,14
12	375,61	4,67
Média	369,46	5,06
Desvio padrão	97,03	1,43

Valores recomendados de carboidrato: 6 a 10 g/kg/peso corporal/dia (ACSM, 2000)

Resultados em negrito= valores abaixo do recomendado para atletas

Valores em itálico = atletas que objetivavam emagrecimento

A **Figura 10** foi construída para mostrar a variação encontrada na ingestão alimentar de carboidratos em g/kg/peso corporal/dia das atletas em relação à faixa recomendada para este nutriente. Pode-se observar que muitas destas atletas apresentaram consumo médio bem abaixo do valor mínimo recomendado. Nenhuma das atletas ultrapassou ou se aproximou do valor superior sugerido, 10 g/kg/peso corporal/dia (ACSM, 2000).

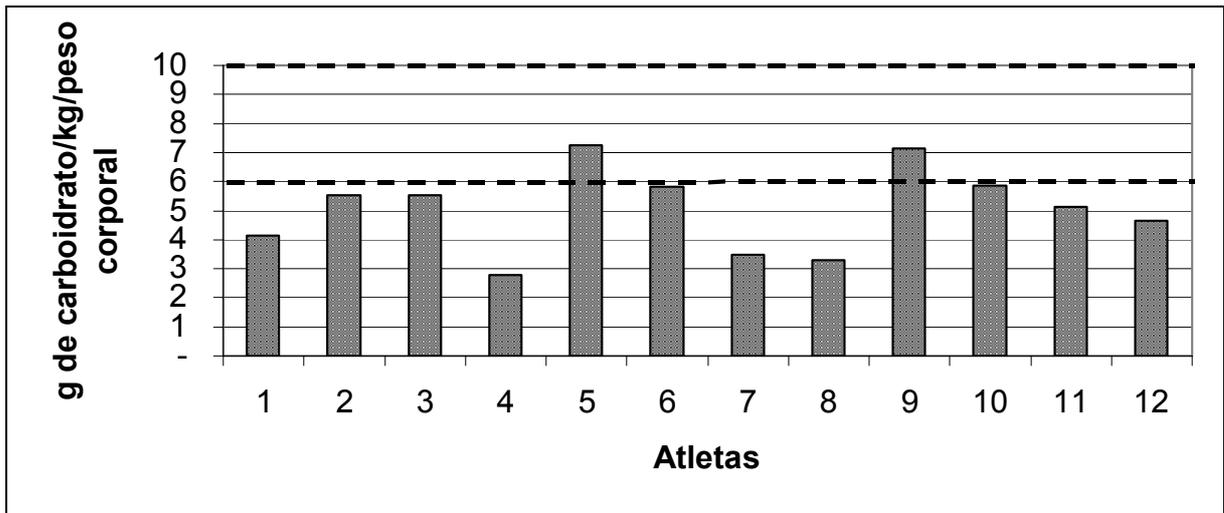


Figura 10. Ingestão alimentar média de carboidratos em g/kg de peso corporal/dia das atletas participantes do estudo em relação à faixa de valores recomendados, durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Faixa de recomendação para atletas: 6 a 10 g de carboidrato/kg de peso corporal/dia (ACSM, 2000).

Além das correlações positivas encontradas entre a ingestão de carboidratos e zinco, ferro e proteínas, citadas anteriormente, foi encontrada correlação positiva para a ingestão de carboidratos e calorias ($r^s=0,923$ e $p=0,000$) e para a ingestão de lipídeos ($r^s=0,867$ e $p=0,000$).

5.4.3.3. Lipídeos

Na **Tabela 16** estão apresentados os valores de ingestão alimentar média de lipídeo (g) e os valores encontrados em g/kg/peso corporal/dia.

Podemos observar na **Tabela 16**, que sete atletas (58,33%) não alcançaram a recomendação para o consumo de lipídeos por dia. Sendo que das demais cinco atletas (41,67%) que apresentaram consumo próximo ou superior à recomendação para este nutriente, os menores valores encontrados para o consumo de lipídeos, inferiores a 50% da

recomendação, foram das duas atletas que visavam emagrecimento (4 e 8). A atleta 5 foi a que apresentou o maior valor, correspondendo a quase 200% da recomendação diária.

Tabela 16. Consumo alimentar médio de lipídeos em gramas e em g/kg/peso corporal/dia, pelas atletas durante a pesquisa, média e o desvio padrão.

Atleta	Ingestão de lipídeos (g)	g/kg/peso corporal/dia
1	48,40	0,78
2	72,55	1,02
3	55,17	0,79
4	35,83	0,44
5	134,2	1,92
6	77,67	1,11
7	55,72	0,76
8	36,75	0,46
9	93,61	1,31
10	71,74	0,95
11	88,55	1,14
12	43,34	0,54
Média	67,79	0,93
Desvio padrão	28,45	0,42

Valor recomendado de lipídeo: 1 g/kg/peso corporal/dia (CARVALHO et al, 2003).

Resultados em negrito= valores abaixo do recomendado

Valores em itálico = atletas que objetivavam emagrecimento.

A **Figura 11** apresenta a variação encontrada na ingestão alimentar de lipídeos em g/kg/peso corporal/dia das atletas em relação à faixa recomendada para este nutriente.

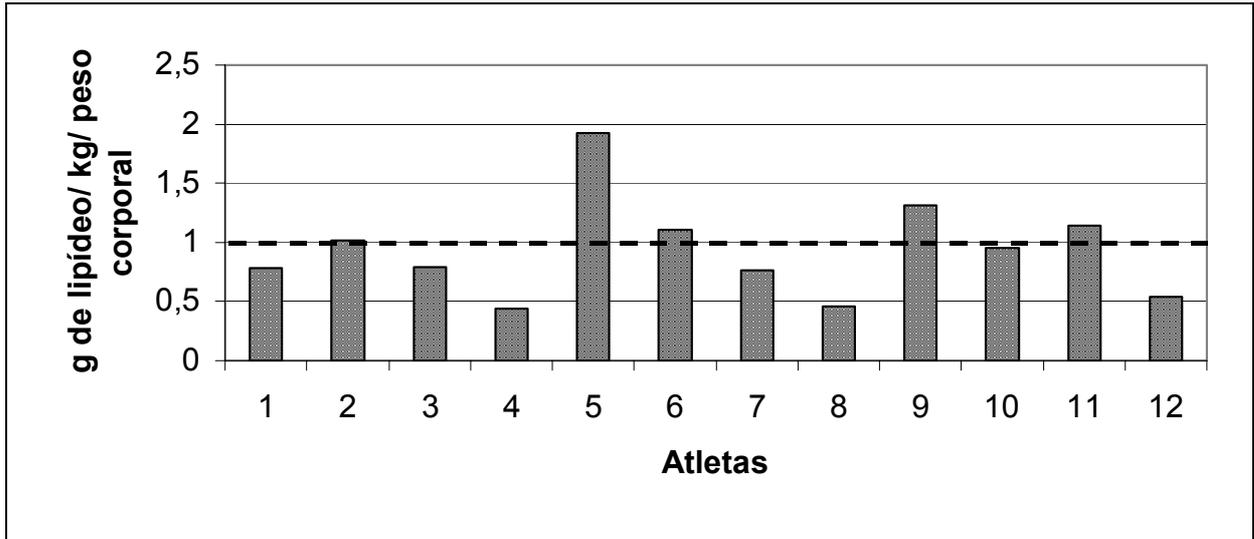


Figura 11. Ingestão alimentar média de lipídeos em g/kg de peso corporal/dia das atletas participantes do estudo em relação ao valor recomendado, durante a pesquisa, Curitiba, PR, 2003.

Faixa de recomendação para atletas: 1 g de lipídeo/kg de peso corporal/ dia (CARVALHO et al, 2003).

Além das correlações positivas já citadas entre a ingestão de lipídeos e de zinco, proteína e carboidrato, houve forte correlação positiva entre a ingestão de lipídeos e de calorias ($r^s = 0,944$ e $p = 0,000$).

Como citado anteriormente, algumas variáveis apresentaram correlações positivas, significativa ou altamente significativas. Para melhor visualização a **Tabela 17**, apresenta estas variáveis e o nível de significância, com seus respectivos valores.

Tabela 17. Valores de correlação de Spearman e nível de significância entre variáveis, hematócrito e hemoglobina e entre ingestão calórica e de nutrientes.

Variáveis	r ^s	p
zinco / calorias	0,846	0,001
zinco / carboidratos	0,755	0,005
zinco / proteínas	0,818	0,001
zinco / lipídeos	0,720	0,008
zinco / ferro	0,923	0,000
ferro/ calorias	0,727	0,007
ferro/ carboidratos	0,664	0,018
ferro/ proteínas	0,643	0,024
calorias / carboidratos	0,923	0,000
calorias / proteínas	0,839	0,001
calorias / lipídeos	0,944	0,000
carboidratos / proteínas	0,615	0,033
carboidratos / lipídeos	0,867	0,000
hemoglobina / hematócrito	0,979	0,000
proteínas/ lipídeos	0,804	0,002

r^s - coeficiente de correlação de Spearman

p - nível de significância

6. DISCUSSÃO

6.1. Caracterização da população

O interesse por estudos na área de esporte e especificamente na área de nutrição esportiva vem aumentando gradativamente ao longo destas duas últimas décadas. No Brasil, existem muitos trabalhos com indivíduos praticantes de atividade física, porém estudos brasileiros com atletas profissionais ainda são escassos e estamos muito aquém do grau de conhecimento que pesquisadores em centros internacionais têm de seus atletas. Por este motivo, optou-se por trabalhar com uma equipe profissional.

As atletas do presente estudo eram adolescentes e jovens adultas, com idade entre 18 e 24 anos. Ao se observar a média da faixa etária, percebe-se que são atletas jovens, e já carregam uma grande responsabilidade e pressão devido ao seu trabalho. A maior parte delas, exceto uma, tinha residência de origem fora de Curitiba, portanto, moravam sozinhas ou no máximo em duplas. Esta situação influencia na rotina alimentar, uma vez que elas mesmas providenciavam sua alimentação, além de interferir no aspecto psicológico.

O principal determinante do alto rendimento do atleta é sua carga genética associada ao treinamento. Obviamente aqueles atletas que são capazes de *performances* superiores não são somente dotados geneticamente com os atributos físicos necessários para o sucesso, mas também têm o potencial de otimizar estes fatores ao máximo possível com o treinamento (HAWLEY; BURKE, 1998). Porém, para que este indivíduo possa oferecer o máximo de seu desempenho, é necessário que esteja com a saúde em condições ótimas, além de garantir os substratos energéticos suficientes para o treinamento e recuperação deste. Outros fatores, como bem estar psicológico, social e familiar, também interferem neste processo.

Existem fatores que dificultam a abordagem, a marcação de exames e avaliações de atletas profissionais. Além da rotina de treinamento, em torno de quatro a seis horas por dia, é necessário considerar o horário de descanso entre os treinos. Associado a estes fatores, tem-se a agenda de viagens para jogos e campeonatos, que acabam deslocando o atleta de seus centros de treinamento. Foram nestas condições que este estudo foi realizado, uma vez que a pesquisa foi feita durante as competições da Superliga Feminina de Vôlei.

Justamente por estas dificuldades, não foram realizados estudos pré e pós temporada, como se imaginou inicialmente.

6.1.1. Percentual de gordura corporal

A genética e a carga de treinamento, em conjunto com os hábitos alimentares, modulam a quantidade de massa magra e massa gorda, influenciando a composição corporal.

Com relação às atletas, a composição corporal tem um peso maior que para a população em geral, pois um excedente de gordura corporal, acarreta peso sem força (ACSM, 2000), interferindo, portanto, no desempenho do atleta. Por este motivo, a equipe técnica gera uma grande pressão sobre as atletas quanto ao controle da gordura corporal, podendo contribuir para o desequilíbrio alimentar em busca do cumprimento de metas pré-determinadas.

O método de medidas de dobras cutâneas para estimativa do percentual de gordura corporal, utilizado no presente estudo, é amplamente utilizado no cenário clínico e em campo (HEYWARD, 1998). Os valores de percentual de gordura encontrados neste estudo com as atletas de vôlei, foram $14,87 \pm 1,62$ % de gordura corporal, e estão dentro do esperado segundo a ACSM (2000), que é entre 10 e 20% de gordura corporal (**Tabela 1**). Nenhuma das atletas apresentou peso corporal mínimo para atletas, correspondente a 12% de gordura corporal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Os resultados encontrados no presente estudo foram próximos aos de Singh et al (1990), em um estudo realizado com uma população de atletas e não atletas femininas. Para a população de atletas femininas corredoras, esporte o qual tem característica aeróbia e não mista como o vôlei, os valores encontrados foram de $11,5 \pm 0,4$ % e para as não corredoras foram de $20,0 \pm 0,6$ %.

Lukaski et al (1990), avaliando atletas nadadoras femininas na pré temporada, encontrou o valor médio de percentual de gordura de $24,6 \pm 1,0$ % e na pós-temporada o valor médio de $23,0 \pm 1,0$ %. Em outro estudo realizado também com nadadoras, Lukaski et al (1996), encontraram o percentual de gordura de $15,0 \pm 1,0$ %, sendo que em ambos estudos foram avaliados por hidrodensitometria.

Kim et al (2002) fazendo avaliação de percentual de gordura corporal por meio de bioimpedância elétrica em atletas femininas do judô encontraram o valor médio de $21,5 \pm 0,6$ %.

Os três trabalhos supracitados apresentaram resultados mais altos do que os encontrados no presente estudo, sendo que estas oscilações podem estar relacionadas a

diferentes características de cada modalidade esportiva ou ao método que o % GC foi estimado.

É importante destacar que diferentes metodologias de avaliação da composição de gordura corporal, vão gerar valores diferentes a partir da análise de um mesmo indivíduo. Além disso, um método específico, como por exemplo, bioimpedância elétrica ou medição de dobras cutâneas, abre leque de equações estimativas que devem ser escolhidas conforme a população alvo. Considerando as possíveis diferenças encontradas por diferentes métodos de estimativa de gordura corporal e que com a aplicação cuidadosa do método de dobras cutâneas, é possível estimar o percentual de gordura corporal com um erro de 3% a 4% (ACSM, 2000), os valores encontrados no presente estudo estão dentro do esperado e muitas vezes abaixo das médias encontradas em outras atletas, embora de modalidade diferente.

Ainda assim, houve relato de duas atletas que objetivavam redução no percentual de gordura corporal, atletas 4 e 8, conforme exigência do preparador físico. A primeira (4), apresentou o segundo maior valor de % GC, 16,91%, (**Tabela 1**). Em relação a segunda (8), o valor de %GC (15,12%), estava na faixa recomendada para atletas que é entre 10 e 20% (ACSM, 2000).

Sabe-se que as metas impostas pelos preparadores físicos ou técnicos nem sempre são compatíveis com a saúde. Muitas vezes os atletas fazem restrições alimentares por conta própria, sem orientação alguma de profissionais especializados para este papel.

A atleta que apresentou o menor valor de % GC referiu ter preocupação com a alimentação há muito tempo, talvez por este motivo, já tenha alcançado o equilíbrio entre a alimentação e o percentual de gordura corporal adequado.

Conforme sugestão do ACSM (2000), independente de valores absolutos de percentual de gordura corporal, é importante que se estabeleçam as metas de composição corporal no auge do desempenho físico do atleta, não se limitando a tabelas, mas sim a um resultado passível de ser atingido e principalmente mantido sem sacrifícios físicos ou alimentares, condizentes com a saúde.

No presente estudo, a redução de % GC imposta às atletas, conforme relato do preparador físico, foi baseada nos melhores resultados deste índice associado ao bom desempenho em quadra da atleta.

6.2. Parâmetros bioquímicos de avaliação do zinco

6.2.1. Determinação de zinco no plasma e zinco no eritrócito

Apesar de sua importância na saúde humana, várias dificuldades são encontradas para a avaliação do estado nutricional de zinco em humanos. A avaliação bioquímica do estado nutricional de zinco é limitada pela indisponibilidade de indicadores sensíveis que reflitam deficiências subclínicas (LUKASKI et al, 1996; MICHELETTI; ROSSI; RUFINI, 2001). O zinco sérico era o parâmetro mais utilizado para a avaliação do estado nutricional deste mineral em estudos anteriores, porém, este não é um indicador muito sensível e específico para diagnosticar estados nutricionais de deficiência (COUZY; LAFARGUE; GUEZENNEC, 1990; MEERTENS et al, 1997).

Existem fatores que podem alterar o metabolismo de zinco como variações na concentração das principais proteínas transportadoras de zinco sérico (albumina, alpha-2 macroglobulina), no estado hormonal (cortisol plasmático) e nos indicadores de infecção (IgG sérica) ou inflamação (percentual de basófilos) (COUZY; LAFARGUE; GUEZENNEC, 1990).

Outra forma de se avaliar o estado nutricional relativo ao zinco é a dosagem de zinco no plasma. O zinco no plasma representa apenas um pequeno percentual (12 a 20%) do total do zinco encontrado em todo o sangue, portanto este pode não ser uma reflexão precisa do estado atual de zinco.

Devido a outros fatores fisiológicos que afetam as concentrações de zinco plasmático ele por si só é inadequado, portanto esta avaliação não tem a sensibilidade necessária para dar a ela um forte endossamento como marcador biológico do estado de zinco (HAMBIDGE, 2000; O'DELL, 2000).

Entre as diversas medidas bioquímicas que têm sido relacionadas com o estado nutricional relativo ao zinco em humanos, estão a concentração de zinco no eritrócito (KENNEY et al, 1984).

Para o presente estudo realizado com as atletas de vôlei, optou-se por trabalhar com as duas dosagens de zinco, plasmática e eritrocitária, visto que ambas possibilitam uma melhor avaliação do estado nutricional em relação à este mineral.

Mesmo diante das objeções para interpretação e extrapolação dos resultados, muitos estudos que vêm sendo realizados, optam por dosagens somente de zinco plasmático ou eritrocitário, e alguns com ambas análises.

No presente estudo, encontrou-se que 100% das atletas apresentaram valores normais de zinco plasmático e que 100% delas apresentaram baixo teor de zinco nos eritrócitos, com valores abaixo do limite normal.

Lukaski et al (1990) avaliando zinco plasmático em atletas e em um grupo controle na pré e pós-temporada e Gleeson et al (1998), em indivíduos não treinados, antes e após treinamento, encontraram valores normais, corroborando com os achados do presente estudo com as atletas do vôlei, em que 100% delas apresentaram valores acima do ponto de corte para deficiência de zinco.

Porém, é válido ressaltar que alterações nas concentrações de zinco plasmático podem ser afetadas por diversos fatores tais como flutuações em horas do dia, estado nutricional, a quantidade e o tipo de alimento ingerido, entre outros (SCHUMANN et al, 1997). Conforme Lukaski et al (2000), uma explicação para a interação entre a atividade física e o zinco circulante é que o decréscimo de zinco circulante está associado a ingestão inadequada deste mineral.

Em relação ao presente estudo com as atletas de vôlei, com exceção de uma atleta, as demais apresentaram ingestão habitual adequada com a probabilidade de conclusão correta entre 70 % a 95% para quatro atletas e 98%, para sete atletas. Apenas uma atleta apresentou ingestão adequada/inadequada com 50% de probabilidade de conclusão correta sobre esta avaliação. Provavelmente devido a estes resultados, não houve deficiência de zinco plasmático.

Tuya et al (1996), em um estudo realizado com atletas masculinos (modalidades aeróbias e anaeróbias) encontrou que os de modalidade anaeróbia apresentavam maiores concentrações de zinco plasmático em comparação com os de modalidade aeróbia. Segundo o autor, esta razão pode estar relacionada com as funções do zinco como cofator em diversas enzimas que agem no metabolismo energético, na imunidade e como antioxidante, e são mais relevantes em esportes com um componente aeróbio significativo. Isto poderia explicar as baixas concentrações em atletas de modalidades aeróbias, os quais mobilizaria grandes quantidades de zinco para suportar as funções metabólicas e aumentar a SOD intracelular.

Considerando que as atletas de vôlei feminino, são submetidas ao treinamento intenso, inclusive corridas, além do treinamento em quadra, poderíamos pensar em uma utilização moderada de zinco para suprir as necessidades metabólicas impostas pelo exercício, além de

considerar as perdas via suor, cogitando uma possível depleção de zinco, interferindo nas concentrações de zinco no eritrócito. Poderíamos ponderar que seria uma explicação para os valores 100% abaixo para o zinco no eritrócito. Segundo Micheletti, Rossi e Rufini (2001), um decréscimo significativo no conteúdo de zinco no eritrócito representa o efeito agudo de exercícios prolongados.

Outra hipótese que poderia justificar os valores deficientes de zinco no eritrócito, seria que o exercício pode redistribuir o zinco do plasma ao eritrócito a outros tecidos corporais e vice-versa, conforme revisão feita por Singh, Deuster e Moser (1990) e Beals e Manore (1998), no estudo sobre o estado nutricional de atletas com desordens alimentares subclínicas.

Singh, Deuster e Moser (1990) avaliaram zinco plasmático e eritrocitário de corredoras e não corredoras. Os valores encontrados estavam abaixo do ponto de corte de zinco plasmático para algumas corredoras, diferentes dos achados das atletas de vôlei, e os níveis de zinco no eritrócito estavam normais, porém mais altos, quando comparados valores de corredoras e não corredoras. Os resultados de zinco plasmático e eritrocitário deste estudo, comparando corredoras e não corredoras, e os encontrados com as atletas de vôlei, comparando o resultado delas com o das corredoras, sugerem diferenças entre modalidades, aeróbia (corrida) e mista (vôlei).

Outras pesquisas foram realizadas avaliando zinco no eritrócito, porém as populações estudadas foram adolescentes (KENNEY et al, 1984) e gestantes (NEGGERS et al, 1997), apresentando conseqüentemente resultados diferentes, dificultando comparações.

Ainda em relação aos resultados de zinco no eritrócito das atletas do presente estudo, poderíamos cogitar a possibilidade de ser um quadro de desnutrição pregressa, uma vez que existe um período de latência para a manifestação da deficiência de um mineral. Em geral isto leva vários meses para os sinais da deficiência se tornarem aparente, principalmente quando a ingestão é marginalmente baixa (BEALS; MANORE, 1998). Porém, neste estudo não houve correlação entre a ingestão de zinco e seus níveis plasmáticos nem eritrocitários, além de que, considerando os dados da análise sobre o consumo alimentar de zinco, uma atleta apresentou ingestão habitual adequada/inadequada com 50 % probabilidade de conclusão correta.

Poderíamos pensar também que a depleção do zinco no eritrócito das atletas de vôlei, poderia ser pela sua utilização na anidrase carbônica, que tem sua atividade aumentada durante o exercício físico. A maior parte dos íons de zinco no eritrócito é constituinte da anidrase carbônica. A anidrase carbônica catalisa a conversão de CO_2 e H_2O a $[\text{HCO}_3]^-$ assim como a reação reversa. Essa reação é lenta e pouco dióxido de carbono seria carreado se não

fosse pela ação da anidrase carbônica (McARDLE et al, 1998). Tem sido sugerido que o controle desta reação durante o exercício pode ser mediado por alterações na concentração de zinco no eritrócito (MUNDIE; HARE, 2001). Como o exercício físico aumenta a respiração em 10 a 15 vezes e conseqüentemente aumenta o volume excretado de CO₂, aumentaria a utilização de zinco presente no eritrócito, podendo então, se pensar na explicação para os valores tão baixos encontrados de zinco no eritrócito nas atletas de vôlei.

Em contrapartida à hipótese supracitada e aos resultados encontrados nas atletas do vôlei, em um estudo realizado por Ohno et al (1990) com homens sedentários submetidos a um treinamento de 10 semanas, foi observado que o total da concentração de zinco no eritrócito aumentou significativamente após o treinamento e o zinco plasmático tendeu a reduzir. Conforme o autor o aumento do zinco no eritrócito foi devido principalmente a concentração de anidrase carbônica-1. As isoenzimas anidrases carbônicas nos eritrócitos são reguladas pelas variações nas taxas de sua síntese e/ou degradação, conforme o exercício físico. Porém, como sugestão do autor, significados fisiológicos precisos do aumento da anidrase carbônica-1 nos eritrócitos após o treinamento deveriam esperar estudos posteriores.

Os trabalhos realizados com a dosagem de zinco no eritrócito são escassos, mais ainda com avaliações em atletas e principalmente atletas de vôlei ou modalidades esportivas com componentes mistos. Este fato implica na dificuldade de comparar os resultados e até mesmo compreendê-los. Foram realizados poucos estudos avaliando índices hematológicos de ferro em atletas de vôlei e menos ainda avaliando o estado nutricional relativo ao zinco nesta mesma modalidade esportiva.

O levantamento realizado dos trabalhos realizados com seus respectivos valores e autores encontra-se no **Apêndice 2**.

6.3. Parâmetros bioquímicos de avaliação do ferro

6.3.1. Ferritina sérica, hemoglobina e hematócrito

Os parâmetros mais utilizados para a avaliação do estado nutricional relativo ao ferro em humanos, compreendem a dosagem da ferritina sérica e a dosagem dos níveis de hemoglobina sanguínea (GARZA et al, 1997; SCHUMACHER et al, 2002). Outros indicadores são utilizados também como parâmetros complementares na interpretação (HALLBERG, 2001).

A dosagem de ferritina sérica é um dos testes que medem a síntese, destruição de células vermelhas e reservas de ferro de maior especificidade (GARZA et al, 1997), além disso a ferritina sérica parece melhor discriminar indivíduos entre deficientes em ferro e repletos de ferro (ESCANERO et al, 1997; HALLBERG, 2001), refletindo uma estimativa dos níveis de estoques de ferro corpóreo (ASHENDEN et al, 1998). Os níveis de ferritina sérica servem como um indicador das reservas de ferro corporal, estejam elas esgotadas ou sobrecarregadas (GARZA et al, 1997; ASHENDEN et al, 1998; BRUNKEN; SZARFARC, 1999; CHATARD et al, 1999; SCHUMACHER et al, 2002).

Após absorção no intestino delgado, o ferro se liga a transferrina para transporte e distribuição aos tecidos corporais. Quando o fornecimento de ferro está adequado e a transferrina saturada, o ferro é incorporado a ferritina, formando então os estoques deste mineral no corpo (GARZA et al, 1997). Portanto, baixos níveis de ferritina sérica são interpretados como depleção nos estoques de ferro corporal. Conforme Hallberg (2001), valores $\leq 15 \mu\text{g/L}$ de ferritina sérica sempre significam deficiência de ferro. Segundo Nuviala et al (1996), o mínimo de 20 ng/mL indica deficiência nos estoques de ferro, e Weight, (1993) sugerem balanço de ferro precário em níveis reduzidos de ferritina sérica ($< 20 \mu\text{g/L}$). Conforme Cook (1994), os valores considerados normais de ferritina sérica são de 12 a 135 ng/mL. Esta faixa grande de valores normais reflete as variações individuais nos níveis de ferritina entre populações.

No presente estudo com as atletas de vôlei, 100% apresentaram valores normais para a ferritina sérica e algumas apresentaram valores abaixo do ponto de corte para a hemoglobina. Corroborando com os achados da ferritina sérica e diferindo dos resultados da hemoglobina, foram os resultados encontrados por (LUKASKI et al, 1990; SINGH et al, 1993; LUKASKI et al, 1996; BEALS; MANORE, 1998; KIM et al, 2002). Outros autores apresentaram resultados diferentes comparando com os do vôlei, redução nos níveis séricos de ferritina e igual quanto a hemoglobina, em que foi encontrado redução nos níveis de hemoglobina (NUVIALA et al, 1996; ASHENDEN et al, 1998).

Quanto à ferritina, o valor médio (56,73 ng/mL) (**Tabela 7**), ficou intermediário em relação à faixa de normalidade. Com exceção de duas atletas (2 e 3), as demais concentrações de ferritina não passaram de 62,9 ng/mL (**Tabela 6**).

De uma forma geral, em relação a ferritina sérica, no estudo em questão com as atletas de vôlei, apesar do valor médio encontrado estar dentro da faixa de normalidade, a maior parte dos valores não está muito distante do limiar inferior (**Figura 3**). Poderíamos pensar que os estoques de ferro estão sendo amplamente utilizados. Isto ocorreria provavelmente em

função dos processos metabólicos aumentados pelo exercício, mesmo esta modalidade tendo característica mista (resistência + força) (GLEESON et al, 1998), corridas intensas fazem parte do treinamento de times esportivos (NIELSEN; NACHTIGALL, 1998). Outra explicação possível poderia consistir nas perdas de ferro aumentadas vias suor, visto que são horas de treinamento intenso semanal (VILARDI, RIBEIRO & SOARES, 2001; SCHUMACHER et al, 2002). O decréscimo de ferritina sérica poderia também, representar um genuíno balanço negativo de ferro, conforme Ashenden et al (1998), o que pode ser improvável, uma vez que as atletas apresentaram consumo habitual adequado para este mineral, e que não tenha sido encontrado correlação entre a ingestão de ferro e ferritina sérica.

Por outro lado, os estoques de ferritina de atletas são em torno de 30% mais baixos que o normal, os quais devem ocorrer como resultado de um movimento dos estoques de ferro do reticuloendotelial das células aos hepatócitos em atletas, mais que por uma redução dos estoques totais de ferro corporal (KARAMIZRAK et al, 1996; CHATARD et al, 1999; KIM et al, 2002).

Em relação à hemoglobina no presente estudo, é importante salientar que apesar do valor médio se encontrar acima da média, não necessariamente todas as atletas apresentaram valores dentro da faixa de normalidade. Além das quatro atletas (33%) que apresentaram valores abaixo do ponto de corte (<12g/dL de hemoglobina), seis atletas (50%), apresentaram valores próximos ou igual ao ponto de corte para anemia.

A questão é se todas apresentaram ferritina sérica dentro da faixa de normalidade, as atletas que apresentaram valores abaixo de 12g/dL, não podem ser diagnosticadas como anêmicas, pois conforme Hallberg (2001), a anemia por deficiência de ferro é usualmente definida pela deficiência de ferro (ferritina sérica valores $\leq 15 \mu\text{g/l}$) combinada com a hemoglobina < 120 g/L.

Outro ponto a ser pensado em relação às atletas do presente estudo, seria a anemia esportiva ou pseudoanemia, uma vez que o exercício pode influenciar variáveis hematológicas. Um decréscimo transiente de ferritina e hemoglobina podem ser vividos por alguns atletas no início de um treinamento ou em períodos de treinamento prolongado (ACSM, 2000; VILARDI, RIBEIRO & SOARES, 2001). Estas mudanças ocorrem devido à expansão do volume plasmático induzido pelo exercício para aumentar o débito cardíaco, reduzindo a viscosidade sanguínea, otimizando a microcirculação e aumentando a distribuição de oxigênio para os músculos em trabalho assim como a termorregulação. Esta hemodiluição é uma característica permanente de atletas com treinamento com alta demanda energética, especialmente entre aqueles atletas envolvidos em esportes de resistência, que não seria a

modalidade deste estudo. Porém, estudos anteriores apresentaram baixos valores de hemoglobina e hematócrito, que fizeram surgir o conceito de “anemia esportiva” para descrever este fenômeno (CHATARD et al, 1999). Portanto, poderíamos diagnosticar anemia esportiva em quatro atletas, visto que as mesmas que apresentaram valores abaixo do ponto de corte para a hemoglobina, apresentaram também para o hematócrito, mesmo não sendo atletas de endurance ou praticantes de um treino com alto gasto de calorias.

A hemoglobina transporta o oxigênio pela corrente sanguínea desde os pulmões até os demais tecidos (BRUNKEN; SZARFARC, 1999). Provavelmente decréscimo dos níveis de hemoglobina encontrado nas atletas do vôlei, não tenha afetado este sistema de transporte de oxigênio, e conseqüentemente a performance, visto que, isto provavelmente tenha ocorrido em decorrência da hemodiluição.

Em relação à 5^a. atleta que apresentou o hematócrito reduzido, poderíamos descartar a hemodiluição, uma vez que a hemoglobina se apresentou normal e talvez pensar que seja seu normal, pois o hematócrito representa o total de células que compõem o volume sanguíneo em conjunto com o plasma. Estes valores variam enormemente, dependendo se a pessoa tem ou não anemia e do grau de atividade orgânica (GUYTON, 1986).

Em relação às correlações positivas encontradas para a hemoglobina e hematócrito (**Tabela 17**), poderiam ser explicadas pelo fato que a maior parte das atletas que apresentou níveis baixos de hemoglobina, apresentou de hematócrito também, caracterizando portanto, uma relação direta entre estes dois índices.

6.4. Consumo alimentar

Qualquer interpretação de índices bioquímicos sanguíneos da nutrição de elementos traços requer informação sobre a ingestão destes nutrientes (MICHELETTI; ROSSI; RUFINI, 2001).

6.4.1. Zinco e ferro

O zinco tem papel de destaque na fisiologia do exercício. A deficiência de micronutrientes pode ser agravada em atletas que fazem restrição energética para redução de gordura corporal. Existe portanto, uma necessidade de monitorar a ingestão dietética de micronutrientes e seu estado nutricional (NUVIALA; LAPIEZA; BERNAL, 1999).

Em relação à ingestão de zinco das atletas de vôlei, em que 11 atletas (91,67%) apresentaram ingestão habitual adequada, alguns estudos corroboraram este resultado (LUKASKI et al, 1990; SINGH; DEUSTER; MOSER, 1990; LUKASKI et al, 1996) e outros não (SINGH et al, 1993; BEALS; MANORE, 1998; NUVIALA; LAPIEZA; BERNAL, 1999). Ainda que muitos atletas nos estudos supracitados, atingiram suas recomendações mínimas com o uso de suplementos vitamínicos e minerais, no presente estudo, as atletas, ao serem questionadas em relação ao uso de suplementos de vitaminas e minerais, negaram esta prática.

Quanto à ingestão alimentar de ferro, em que todas atletas tiveram a ingestão habitual adequada, diferiu do estudo realizado por Lukaski et al (1996), em que alguns atletas não atingiram as recomendações. Por outro lado, os resultados corroboraram com os estudos realizados por Singh, Deuster e Moser (1990), Lukaski et al (1990) e Singh et al (1993), em que os atletas alcançaram as recomendações de ingestão.

Independente das atletas apresentarem ingestão habitual adequada ou não, houve maior variação na ingestão alimentar de ferro quando comparada a do zinco, sendo o desvio padrão de 6,1 mg e 4,75 mg respectivamente.

A atleta 5, que apresentou o maior valor de ingestão alimentar de zinco e de ferro, foi a que apresentou também maior ingestão calórica, de carboidrato, proteína e lipídeo (**Apêndice 1**). A atleta 4 apresentou o menor valor para a ingestão de zinco e apresentou ingestão média de ferro abaixo das recomendações também, sendo que esta atleta foi a que apresentou a maior restrição energética e de macronutrientes.

Provavelmente estes resultados possam ser explicados pela correlação encontrada entre estes nutrientes e as calorias (**Tabela 17**). Dentre os macronutrientes, houve forte correlação entre a ingestão de zinco e ingestão protéica, visto que o zinco está presente em alimentos protéicos, e entre a ingestão lipídica, provavelmente pela associação do teor lipídico nos alimentos protéicos. A correlação entre a ingestão de zinco e ingestão calórica provavelmente, deve-se ao fato do zinco estar presente em vários alimentos, desde que se consuma uma dieta variada, quanto maior o consumo de calorias maior é o aporte deste nutriente. Quanto à correlação entre ingestão de zinco e carboidratos, talvez tenha ocorrido em função do consumo de cereais matinais enriquecidos, pães integrais e leguminosas, alimentos fontes dos dois nutrientes. As mesmas justificativas poderiam ser aplicadas para as correlações positivas encontradas entre a ingestão de ferro, proteínas e calorias. Quanto à correlação entre a ingestão de ferro e carboidratos, deve-se possivelmente a presença de ferro não heme em cereais e leguminosas, os quais são também fontes de carboidratos além dos

cereais matinais enriquecidos com ferro. A forte correlação entre a ingestão de ferro e de zinco, provavelmente é explicada por ambos nutrientes serem encontrados em fontes comuns.

Em relação àquelas atletas que apresentaram déficit calórico suficiente para redução de gordura corporal, quando comparadas as NEDM estimadas, com exceção de uma atleta já supracitada (4), todas apresentaram valores acima ou próximo ao recomendado para a ingestão de zinco para sua faixa etária. Provavelmente isto se deva por dois motivos, primeiro que o zinco é amplamente distribuído na alimentação; segundo que, mesmo elas estando com déficit calórico quando comparado à estimativa das NEDM, os valores atingidos, não chegam a representar uma dieta para redução de peso, entre 1000 a 1500 kcal, a qual é relacionada com restrição de micronutrientes (ACSM, 2001).

Em relação ao fato de que todas as atletas apresentaram ingestão habitual de ferro adequada com probabilidade de conclusão correta entre 85% e 98%, diferindo do consumo de zinco em que 11 atletas apresentaram ingestão habitual de zinco adequada, com probabilidade de conclusão correta entre 70% e 98%, e uma atleta com ingestão adequada ou inadequada com 50% de probabilidade desta conclusão estar correta, pode ser devido a maior ingestão média de ferro por todas as atletas. Esta contribuição maior de ferro pode ser proveniente do consumo de feijão e pães integrais, os quais são fontes de ambos nutrientes, sendo o ferro porém, mais representativo.

As atletas 5 e 6 que apresentaram os maiores consumos médios de zinco e ferro, registraram o consumo de bife de fígado e de preparações protéicas, como por exemplo, quibe.

Para os dois minerais, houve contribuição expressiva dos cereais matinais enriquecidos com zinco e ferro, quase na mesma proporção. Este alimento teve o consumo registrado por sete atletas, em uma a quatro refeições durante os três dias de registro alimentar. As atletas 10 e 12, apresentaram o 3º e 4º. maiores consumos de ferro e o 4º. e 5º. de zinco e registraram o consumo de cereais matinais em três e quatro refeições, respectivamente, sugerindo uma possível influencia uma vez que em cada refeição foi consumido um copo tipo duplo (240mL), correspondendo a ± 50 g de cereal, contribuindo com uma média de 5,83mg de ferro e 6,25 mg de zinco por porção.

6.4.2. Ingestão calórica

A adequação calórica é fundamental para garantir um bom desempenho esportivo, já que a restrição calórica está associada à redução do aporte de nutrientes.

Das 12 atletas, apenas quatro (33,33%), atingiram ou excederam as necessidades energéticas estimadas (**Tabela 11**). As atletas que estiveram em restrição calórica, tiveram sua ingestão de micro e/ou de macronutrientes afetada (**Apêndice 1**), comprometendo o aporte adequado de nutrientes para a manutenção da saúde e das demandas geradas pelo exercício físico.

As correlações positivas encontradas entre a ingestão calórica e de ferro e zinco foram citadas anteriormente. Foi encontrada também correlação positiva entre ingestão calórica e de carboidratos, com proteínas e com lipídeos, a qual poderia ser justificada, pois quanto maior o consumo, maior o aporte de nutrientes e conseqüentemente o de calorias (**Apêndice 1**), caracterizando portanto que a restrição calórica compromete a ingestão de nutrientes.

A atleta (5) que apresentou o maior consumo calórico também teve a maior ingestão de carboidrato, proteína e de lipídeos, como citado anteriormente (**Apêndice 1**).

Na **Tabela 11**, pode-se observar que oito atletas (66, 67%) deste estudo apresentaram consumo abaixo das necessidades energéticas estimadas, sendo que destas, cinco tiveram um déficit calórico suficiente para redução de gordura corporal, 500 a 1000 kcal (HAWLEY; BURKE, 1998; ACSM, 2001). As atletas que apresentaram menor ingestão calórica, e conseqüentemente maior déficit energético, foram as duas que tinham como objetivo emagrecimento (4 e 8, **Tabela 11**), com % GC de 16,91% e 15,12% respectivamente. As demais três atletas, duas apresentaram valores de % GC entre 14,08 % (1) e 15,21% (7) (**Tabela 1**), estando na mediana dos valores sugeridos como aceitáveis pelo (ACSM, 2000) e a terceira (12), apresentou o maior % GC encontrado, 17,63%.

De uma forma geral, todas elas estavam dentro da referência de % GC para atletas, mesmo assim, na prática isto não foi suficiente para garantir o consumo alimentar adequado para a manutenção do peso corporal e da saúde.

Poderíamos pensar em outra forma de avaliação. Segundo ACSM (2000), sugere-se a ingestão calórica para pessoas normalmente ativas entre 37 e 41 kcal/kg/peso corporal/dia. Para atletas, pode-se trabalhar com esta base acrescentando o gasto energético com o exercício físico. Considerando apenas a ingestão mínima recomendada para pessoas normalmente ativas (37kcal/kg/peso), sem considerar o adicional do exercício físico, 50% das

atletas estão abaixo do recomendado para pessoas ativas, ou seja, estão abaixo do que seria recomendado para indivíduos não atleta (**Apêndice 1**).

Por outro lado, devemos considerar que existem dificuldades na estimativa do gasto energético diário total, não podendo descartar possíveis super estimativas das necessidades energéticas diárias. Os valores utilizados para estes cálculos no presente foram planejados para serem guias gerais (FAO, 1998).

A inadequação calórica foi nítida e mais evidente ainda naquelas que objetivavam redução de gordura corporal. São levantadas as seguintes questões, este déficit foi gerado por necessidade profissional, como cobranças implícitas ou explícitas da equipe técnica; ou por padrões estéticos, visto que as mulheres são os maiores alvos da mídia de uma forma geral; ou pelo próprio desequilíbrio nutricional oriundo da falta de informações ou de bons hábitos alimentares; ou de dificuldades de se manter e estruturar uma rotina saudável uma vez que com exceção de uma atleta, nenhuma tinha família na cidade em que residiam.

6.4.3. Macronutrientes

6.4.3.1. Proteínas

As recomendações para a ingestão de proteínas vão de 1,2 a 1,4 g /kg/peso corporal/dia para atletas de resistência e de 1,6 a 1,7 g/kg/peso corporal/dia para atletas de força treinados, ambos valores são para atletas do sexo masculino, não existem dados disponíveis para o sexo feminino (ACSM, 2000).

O vôlei pode ser considerado misto, pois apresenta momentos de força associados à resistência (GLEESON et al, 1998). Portanto para esta avaliação utilizou-se a faixa de variação entre o valor mínimo para atletas de resistência e o valor máximo para atletas de força, uma vez que não há recomendação específica para atletas de modalidade esportiva mista.

Manter o consumo dentro desta faixa de recomendação é necessário para o reparo das microlesões causadas pelo exercício físico, para a contribuição como fonte energética e para a garantia do aumento de massa magra (ACSM, 2000).

De todas as atletas, apenas uma não atingiu as recomendações mínimas para o consumo de proteínas para atletas, a mesma que apresentou o maior déficit calórico (**Apêndice 1**). Das 11 restantes, apenas cinco ou 41,67% estiveram dentro da faixa de

recomendação. As demais seis atletas, ou seja, 50% delas, excederam os valores recomendados. Pior ainda, dentre estas seis, três extrapolaram a quantidade máxima utilizável para adultos que é de 2g/kg/peso corporal/dia (CLARK, 1998) (**Figura 9**). Estes resultados foram opostos aos encontrados por Beals e Manore (1998), com atletas controles e com distúrbios alimentares subclínicos, em que se evidenciou o consumo abaixo das recomendações mínimas para pessoas ativas.

Este consumo excessivo implica em maior risco de lesões renais e hepáticas por sobrecarga nos glomérulos e hepatócitos. Por outro lado, este excesso de proteínas pode ter garantido o consumo de zinco na maior parte das atletas, visto que a atleta que teve consumo abaixo da recomendação para o zinco consumiu 1,1 g/kg/peso corporal de proteína por dia. Entretanto, estes resultados não justificariam o aumento de consumo de proteínas, pois as 5 atletas que apresentaram consumo protéico dentro da faixa de normalidade, apresentam também consumo adequado de zinco.

A correlação entre a ingestão de proteínas e de calorias, de ferro e de zinco foram citadas anteriormente. A correlação encontrada entre a ingestão de proteínas e lipídeos (**Tabela 17**), pode ser explicada pela associação do teor lipídico nos alimentos protéicos. Quanto à correlação entre a ingestão protéica e de carboidrato (**Tabela 17**), pode estar relacionada à presença de proteína na composição de cereais, leguminosas e até mesmo leite, queijos e iogurtes.

O consumo excessivo de proteínas encontrado no presente estudo poderia estar relacionado com a cultura que a ingestão de carne está relacionada com o aumento de massa magra e conseqüentemente de força, o que é interessante para atletas. Outra razão seria em decorrência de hábitos alimentares individuais ou da participação de eventos sociais.

6.4.3.2. Carboidratos

A ingestão adequada de carboidratos é fundamental para a manutenção da glicemia durante o exercício, para a reposição dos estoques de glicogênio e garantia da rápida recuperação pós-exercício. A capacidade de realizar um exercício físico prolongado, moderado ou intenso, depende dos níveis iniciais de glicogênio muscular (KAPAZI; TRAMONTE, 2003). O treino intenso combinado com ingestão inadequada de carboidratos, pode levar a baixas reservas de glicogênio e contribuir para o aumento da fadiga e risco de contusões (BEALS; MANORE, 1998).

Outro ponto a ser destacado é que, em situações de baixa reserva de carboidratos, o catabolismo protéico torna-se mais evidente, sacrificando massa magra, conseqüentemente afetando a composição corporal e comprometendo a força e agilidade do atleta (McARDLE et al, 1998).

No presente estudo apenas duas atletas atingiram a recomendação para este nutriente (**Tabela 15**). Sendo que os resultados encontrados ficaram mais próximos ao limiar inferior que ao superior.

A atleta 10 apresentou a ingestão de carboidratos de 5,87 g/kg/peso corporal/dia, valor próximo, porém abaixo do limiar inferior da recomendação de carboidratos. Esta atleta obteve o menor valor de % GC, e apresentou com exceção da ingestão de carboidratos, todos os valores de consumo alimentar dentro das recomendações.

As duas que apresentaram consumo de carboidrato dentro da faixa recomendada (5 e 9), foram as duas que apresentaram o maior consumo calórico e em contrapartida, as atletas que apresentaram os menores consumos de carboidratos foram as que apresentaram os maiores déficits calóricos (**Apêndice 1**). Resultados similares para ingestão de carboidratos foram encontrados Singh et al (1993) avaliando atletas de ultramaratona, e por Beals & Manore (1998), avaliando atletas controles e com desordens alimentares subclínicas.

Das 83,33% atletas que não atingiram a recomendação mínima para a ingestão de carboidratos, 41,67% apresentaram um consumo de carboidrato entre 2,78 a 4,67 g/kg/peso corporal/dia, isto significa que além de não terem atingido a recomendação para a ingestão deste nutriente, os resultados ficaram distantes do valor mínimo recomendado (**Figura 10**).

Em relação a correlação encontrada entre a ingestão de carboidratos e lipídeos (**Tabela 17**), talvez possa ser explicada pelo consumo de doces e sobremesas, as quais contribuem com ambos nutrientes. Em relação à correlação encontrada entre a ingestão de carboidratos e de calorias, de ferro, e de proteínas, foram supracitadas.

Os resultados encontrados neste estudo foram especialmente críticos, pois as atletas estavam durante as competições da Superliga de vôlei e podem ter prejudicado seu desempenho físico, por meio de uma recuperação insuficiente e conseqüente fadiga. A adequação de carboidratos da dieta teria contribuído para a recuperação do estoques de glicogênio e deixado as atletas dispostas para a próxima sessão de treino, visto que os intervalos entre os treinos eram muito curtos. Além de que um maior aporte de carboidratos poderia também ter sido proveniente de frutas ou cereais integrais, alimentos fontes de ferro e zinco, entre outros nutrientes importantes para o metabolismo durante o exercício.

Estes valores abaixo da faixa de recomendação podem refletir a preocupação com o controle de peso corporal e prevenção do acúmulo de massa gorda. Levanta-se novamente a questão da origem desta preocupação, estética ou procedente de cobranças impostas pela equipe técnica. Pode-se pensar também que seja pela falta de orientação e incorporação de hábitos alimentares compatíveis com sua carreira profissional, ou um misto destes fatores.

6.4.3.3. Lipídeos

Os lipídeos além de serem fontes energéticas, contribuem com vitaminas (A, E e D) e ácidos graxos essenciais. A restrição deste nutriente pode prejudicar a manutenção da saúde do indivíduo além de reduzir a oferta de calorias.

Os resultados encontrados neste estudo com as atletas do vôlei estiveram abaixo da recomendação diária para sete atletas (58,33%) e próximo ou acima, para as demais cinco (41,67%). Sendo que dentre estas cinco, uma (8,33%) atingiu quase 200% da recomendação diária para lipídeos e foi a mesma atleta que apresentou o maior consumo energético (5) (**Apêndice 1**).

Podemos observar (**Apêndice 1**) que as quatro atletas que tiveram balanço calórico positivo, obtiveram o mínimo de ingestão de lipídeos. Em relação à quinta. atleta, que garantiu o consumo deste nutriente, o déficit calórico apresentado foi de apenas 62 kcal. Ou seja, todas as atletas que tiveram balanço calórico positivo, ou muito próximo dele, tiveram contribuição energética importante proveniente das gorduras.

Em relação às atletas que apresentaram consumo abaixo da recomendação, podemos dizer que além de terem sido prejudicadas pelo balanço energético negativo que afeta diretamente a desempenho físico, podem ter reduzido a oferta das vitaminas A e E, e dos ácidos graxos essenciais, nutrientes importantes para o sistema antioxidante, para a função imune e neurológica (MAUGHAN, 1999; VENKATRAMAN; LEDDY; PENDERGAST, 2000).

Em relação as correlações positivas encontradas entre a ingestão de lipídeos com zinco, calorias, proteínas e carboidratos, foram citadas anteriormente.

Conforme Nuviala, Lapieza e Bernal (1999), melhorando a contribuição dietética, em particular a energética, poderia melhorar a performance física das atletas femininas, porém isto deve ser sempre supervisionado por um nutricionista. A ingestão dietética de minerais traços é um importante preditor da performance, os indivíduos deveriam estar conscientes que

o consumo de uma variedade de alimentos dos principais grupos alimentares irá aumentar o potencial para receber quantidades adequadas de minerais na dieta (LUKASKI et al, 1996).

Ainda que tenha sido mostrado a todas participantes como preencher o formulário de registro alimentar corretamente, de terem sido orientadas a incluir todos alimentos consumidos e para não modificarem suas dietas normais, elas podem inadvertidamente ter omitido alguns alimentos; portanto, a ingestão de energia pode estar subestimada (NUVIALA et al, 1996).

Mesmo sabendo dos vieses que a metodologia utilizada para avaliação do consumo alimentar, estes dados servem como estimativas da ingestão alimentar, considerando que nem todos os dias os indivíduos frequentam restaurantes e festas e consomem exatamente os mesmos alimentos nas mesmas quantidades.

Ficou evidente nesta pesquisa o desequilíbrio alimentar para algumas atletas, o qual tem relação direta com o estado nutricional do indivíduo. Desta forma, pode ter afetado a recuperação do treino, o desempenho esportivo e a saúde das atletas.

A escassez de trabalhos na literatura, realizados com atletas avaliando o estado nutricional relativo ao ferro e zinco, principalmente analisando a concentração de zinco no eritrócito em atletas, dificultou comparações e interpretações dos resultados. Além disso, poucos estudos foram feitos com atletas de vôlei e menos ainda com do sexo feminino.

7. CONCLUSÕES

- O estado nutricional das atletas relativo ao zinco sugere estar inadequado, pois apesar de terem apresentado valores normais para a concentração de zinco no plasma e ingestão habitual adequada, a concentração de zinco no eritrócito esteve abaixo da faixa de normalidade para todas as atletas.
- O estado nutricional das atletas relativo ao ferro se apresentou adequado, porém em risco de apresentar depleção dos estoques de ferro. Apesar de algumas atletas terem apresentado valores abaixo do normal para a hemoglobina, não foi encontrada anemia ferropriva. Algumas atletas apresentaram um quadro de anemia esportiva, caracterizado por baixos níveis de hemoglobina e hematócrito, diferindo da literatura, a qual reporta esta ocorrência principalmente para atletas de resistência.
- Mesmo todas atletas tendo apresentado valores normais para a ferritina sérica, algumas apresentaram valores muito próximos ao limiar inferior, sugerindo alta utilização das reservas de ferro corpóreo.
- Com relação ao consumo de ferro, embora as atletas tenham apresentado consumo adequado, não foi quantificado o ferro heme e não heme, para estimar a biodisponibilidade deste mineral.
- O consumo de cereais matinais enriquecidos com ferro e zinco, pode ter contribuído consideravelmente para o valor médio de ingestão encontrado para estes nutrientes.
- O consumo calórico apresentou-se insuficiente para a maior parte das atletas, sendo que o nutriente que apresentou maior restrição foi o carboidrato, seguido dos lipídeos. Em relação a proteína, o consumo excedeu as recomendações para 50% das atletas. O fato de todas as atletas estarem dentro da faixa aceitável para o % GC, não evitou que elas apresentassem restrição energética e conseqüentemente de nutrientes.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Seja pela realidade econômica brasileira, pela falta de cultura no meio esportivo em relação a equipes multidisciplinares de saúde, ou pelo pouco incentivo financeiro que nosso país despende ao esporte, equipes multidisciplinares não são viabilizadas nos clubes e equipes de atletas profissionais, comprometendo portanto o monitoramento da saúde destes indivíduos.
- Diante dos desbalanços nutricionais expostos pela literatura e encontrados neste estudo, reforçamos a importância do nutricionista na orientação da alimentação do atleta, tanto para equipes de esportes coletivos ou para atletas de esportes individuais. Como profissionais designados para realizar a educação e orientação alimentar é papel do nutricionista em conjunto com o atleta, a equipe técnica, pais e responsáveis e/ou familiares envolvidos proporcionar sugestões de alimentação adequadas a melhoria do desempenho e da saúde das atletas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, n. 12, p. 2145-2156, 2001.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. The female athlete triad. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Baltimore, v. 29, n. 5, p.1-9, 1997.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION; DIETITIANS OF CANADA. Joint statement position: Nutrition and athletic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, n. 12, p. 2130-2145, 2000.
- ASHENDEN, M.J.; MARTIN, D.T.; DOBSON, G.P.; MACKINTOSH, C.; HAHN, A.G. Serum ferritin and anemia in trained female athletes. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v. 8, n. 3, p. 223-229, 1998.
- BEALS, K.A.; MANORE, M. M. Nutritional status of female athletes with subclinical eating disorders. **Journal of American Dietetic Association**, Chicago, v. 98, n. 4, p. 419-417, 1998.
- BEARD, J.; TOBIN, B. Iron status and exercise. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, n. 2, p. 594-597, 2000. Suplemento.
- BETTGER, W.J.; O'DELL, B. L. Physiological roles of zinc in the plasma membrane of mammalian cells. **Journal of Nutrition Biochemistry**, Stoneham, v. 4, p. 194-207, 1993.
- BHASKARAM, P. Micronutrient malnutrition, infection, and immunity: an overview. **Nutrition Reviews**, New York, v. 60, n. 5, p. 40-45, 2002. Suplemento.
- BLUM, S.M.; SHERMAN, A.R.; BOILEAU, R.A. The effects of fitness-type exercise on iron status in adult women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 43, p. 456-63, 1986.
- BRUNKEN, G.S.; SZARFARC, S.C. Ferro: metabolismo, excesso e toxicidade e recomendações. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v. 18, p. 23-34, 1999.
- CARVALHO, T de. (Ed.) et al. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações Dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 9, n. 2, 2003.
- CHATARD, J-C.; MIJKA, I.; GUY, C.; LACOUR, J-R. Anaemia and iron deficiency in athletes. Practical recommendations for treatment. **Sports Medicine**, Auckland, v. 27, n. 4, p. 229-240, 1999.
- CLARK, N. Proteína para promover treinamento. In: **Guia de nutrição desportiva. Alimentação para uma vida ativa**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. cap. 8, p. 109- 120, 276 p.

CLARKSON, P. M.; HAYMES, E. M. Exercise and mineral status of athletes: calcium, magnesium, phosphorus, and iron. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 27, n. 6, p. 831-43, 1995.

CLARKSON, P. M.; THOMPSON, H. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, p. 637-46, 2000. Suplemento.

CLARKSON, P.M. Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. In: WILLIAMS, C. & DEVLIN, J. T. **Foods, Nutrition and Sports Performance**. London: E & FN Spon, 1992. cap. 7, p. 113-145.

COOK, J.D. Adaptation in iron metabolism. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 51, p. 301-8, 1990.

COOK, J.D. Iron-deficiency anaemia. **Bailliere's Best Practice & Research in Clinical Haematology**, London, v. 7, n. 4, p. 787-804, 1994.

COUZY, F.; LAFARGUE, P.; GUEZENNEC, C. Y. Zinc metabolism in the athlete: influence of training, nutrition and other factors. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 11, n. 4, p. 263-6, 1990.

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

DARDENNE, M. Zinc and immune function. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 56, p. 20-3, 2002. Suplemento 3.

DE PORTELA, M. L.; WEISSTAUB, A. R. Basal Urinary Zinc/Creatinine Ratio as an Indicator of Dietary Zinc Intake in Healthy Adult Women. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, n. 3, p. 413-17, 2000.

DIET PRO. Software de avaliação e prescrição de dieta, versão 4.0: Agromídia Software Ltda. Viçosa, Minas Gerais, 2003.

EICHNER, E. R. Sports anemia, iron supplement and blood doping. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 24, n. 9, p. 315-8, 1992. Suplemento.

ESCANERO, J. F.; VILLANUEVA, J.; ROJO, A.; HERRERA, A.; DIEGO, C. D.; GUERRA, M. Iron stores in professional athletes throughout the sports season. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 62, n. 4, p. 811-814, 1997.

FAIRWEATHER-TAIT, S. J. Zinc in human nutrition. **Nutrition Research Review**, Cambridge, v.1, p.23-37, 1988.

FOOD AND NUTRITION BOARD; INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes for vitamin A, Vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. The National Academies Press, 2002. Disponível em: <<http://books.nap.edu/books>> Acesso em 23 jun. 2003.

GARZA, D.; SHRIER, I.; KOHL III, H. W.; FORD, P.; BROWN, M.; MATHESON, G. O. The clinical value of serum ferritin tests in endurance athletes. **Clinical Journal of Sport Medicine**, Philadelphia, v. 7, n. 1, p. 46-53, 1997.

GIBSON, R. S.; HEATH, A. L.; LIMBAGA, M. L.; PROSSER, N.; SKEAFF, C. M. Are changes in food consumption patterns associated with lower biochemical zinc status among women from Dunedin, New Zealand? **British Journal of Nutrition**, London, v. 86, n. 1, p. 71-80, 2001.

GLEESON, M.; BISHOP, N. C. Elite athlete immunology: Importance of nutrition. **International Journal of Sports Medicine**, New York, v. 21, p. 44-50, 2000. Suplemento 1.

GLEESON, M.; WALSH, N. P.; BLANNIN, A..K.; ROBSON, P.J.; COOK, L.; DONNELLY, A.E.; DAY, S.H. The effect of severe eccentric exercise-induced muscle damage on plasma elastase, glutamine and zinc concentrations. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 77, n. 6, p.543-6, 1998.

GUYTON, A.C. Circulação. In: **Tratado de fisiologia médica**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. parte V, cap. 18, p. 178-188, 925 p.

HALLBERG, L. Perspectives on nutritional iron deficiency. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 21, p. 1-21, 2001.

HAMBIDGE, K. M.; KREBS, N. F.; MILLER, L. Evaluation of zinc metabolism with use of stable-isotope techniques: implications for the assessment of zinc status. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 68, p. 410-413, 1998. Suplemento.

HAMBIDGE, M. Human zinc deficiency. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 1344-1349, 2000. Suplemento.

HAWLEY, J.; BURKE, L. Changing body size and shape. In: **Peak performance. Training and nutritional strategies for sports**. 1^a. ed. St Leonards: Allen Unwin, 1998. cap. 11, p.233-260, 446 p.

HAWLEY, J.; BURKE, L. Scientific principles of physical training. In: **Peak performance. Training and nutritional strategies for sports**. 1^a. ed. St Leonards: Allen Unwin, 1998. cap. 2, p.17-34, 446 p.

HAYMES, E. M. Minerais de traço e exercícios. In: WOLINSKI, I.; HICKSON, J. F. **Nutrição no exercício e no esporte**. 2^a. ed. São Paulo: Roca, 1996. cap.11, p. 279-306, 646 p.

HEYWARD, V. H. Pratical body composition assessment for children, adults, and older adults. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v. 8, p. 285-307, 1998.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. Composição corporal e atletas. In: **Avaliação da composição corporal aplicada**. 1^a. ed. São Paulo: Manole, 2000. cap. 10, p. 159-171, 242 p.

IYENGAR; WOTTIEZ. Trace elements in humans clinical specimens: evaluation of literature data to identify reference values. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, Berlin, v. 34, n. 3, p. 474-81, 1988.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Baltimore, v.12, p.175-182, 1980.

KAPAZI, I.A.M.; TRAMONTE, V.L.C.G. Energia e macronutrientes. In: **Nutrição do Atleta**. 1^a ed. Florianópolis: UFSC, 2003. cap. 2, p. 25-75, 202 p.

KARAMIZRAK, S. O.; ISLEGEN, C.; VAROL, S. R.; TASKIRAN, Y.; YAMAN, C.; MUTAF, I.; AKGÜN, N. Evaluation of iron metabolism indices and their relation with physical work capacity in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 30, n. 1, p. 15-19, 1996.

KENNEY, M. A.; RITCHEY, S. J.; CULLEY, P.; SANDOVAL, W.; MOAK, S.; SCHILLING, P. Erythrocyte and dietary zinc in adolescent females. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 39, p. 446-451, 1984.

KIM, S. H.; KIM, H. Y. P.; KIM, W. K.; PARK, O. J. Nutritional status, iron-deficiency-related indices, and immunity of females athletes. **Nutrition**, Burbank, v. 18, n. 1, p. 86-90, 2002.

KING, J. C. Assessment of zinc status. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 120, p. 1479-90, 1990. Suplemento 11.

KREBS, N. F. Overview of zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 1374-1377, 2000. Suplemento.

LUKASKI, H. C. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 72, n. 2, p. 585-593, 2000. Suplemento.

LUKASKI, H. C.; HOVERSON, B. S.; GALLAGHER, S. K.; BOLONCHUK, W. W. Physical training and copper, iron, and zinc status of swimmers. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 51, n. 6, p. 1093-1099, 1990.

LUKASKI, H. C.; SIDERS, W. A.; HOVERSON, B. S.; GALLAGHER, S. K. Iron, copper, magnesium and zinc status as predictors of swimming performance. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 17, n. 7, p. 535-540, 1996.

LYLE, R. M.; WEAVER, C. M.; SEDLOCK, P. A.; RAJARAM, S.; MARTIN, B.; MELBY, C. L. Iron status in exercise women: the effects of iron therapy vs increased consumption of muscle foods. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 56, p. 1049-55, 1992.

MAES, M.; VANDOOOLAEGHE, E.; NEELS, H.; DEMEDTS, P.; WAUTERS, A.; MELTZER, H. Y.; ALTAMURA, C.; DESNYDER, R. Lower serum zinc in major depression is a sensitive marker of treatment resistance and of the immune/inflammatory response in that illness. **Biological Psychiatry**, Amsterdam, v. 42, p. 349-358, 1997.

- MARON, B. J.; MITCHELL, J. H. Revised eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. **Journal of American College of Cardiology**, New York, v. 24, n. 24, p. 848–850, 1994.
- MARREIRO, D. do N.; FISBERG, M.; COZZOLINO, S. M. F. Considerações sobre o estado nutricional relativo ao zinco na obesidade. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v.16, p.31-40, 1998.
- MAUGHAN, R. J. Role of micronutrients in sport and physical activity. **British Medical Bulletin**, Edinburgh, v. 55, n. 3, p. 683-690, 1999.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Permuta e transporte dos gases. In: **Fisiologia do exercício. Energia, nutrição e desempenho humano**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. cap. 13, p. 224-235, 695 p.
- MEERTENS, L. R.; SOLANO, L.; PEÑA, E. Evaluación del estado de zinc en adultos mayores institucionalizados. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 47, n. 4, p. 311-314, 1997.
- MICHELETTI, A.; ROSSI, R.; RUFINI, S. Zinc status in athletes – Relation to diet and exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 8, p. 577-582, 2001.
- MONTERO, A.; LÓPEZ-VARELA, S.; NOVA, E.; MARCOS, A. The implication of the binomial nutrition-immunity on sportswomen´s health. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 56, p. 38-41, 2002. Suplemento 3.
- MUNDIE, T. G.; HARE, B. Effects of resistance exercise on plasma, erythrocyte, and urine Zn. **Biological Trace Element Research**, Clifton, v. 79, n. 1, p. 23-28, 2001.
- NEGGERS, Y. H.; GOLDENBERG, R. L.; TAMURA, T.; JOHNSTON, K.E.; COPPER, R. L.; DuBARD, M. Plasma and erythrocyte zinc concentrations and their relationship to dietary zinc intake and zinc supplementation during pregnancy in low-income African-American women. **Journal of American Dietetic Association**, Chicago, v. 97, n. 11, p. 11269-1274, 1997.
- NIELSEN, P.; NACHTIGALL, D. Iron supplementation in athletes. Current recommendations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 26, n. 4, p. 207-16, 1998.
- NOWAK, G. Alterations in zinc homeostasis in depression and antidepressant therapy. **Polish Journal of Pharmacology and Farmacy**, Krakow, v. 50, p. 1-5, 1998.
- NUVIALA, R. J.; CASTILLO, M. C.; LAPIEZA, M. G.; ESCANERO, J. F. Iron nutritional status in female karatekas. Handball and basketball players, and runners. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 59, n. 3, p. 449-453, 1996.
- NUVIALA, R. J.; LAPIEZA, M. G.; BERNAL, E. Magnesium, zinc, and copper status in women involved in different sports. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v. 9, n. 3, p. 295-309, 1999.

- O'DELL, B. L. Role of zinc in plasma membrane function. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, n. 5, p. 1432-1436, 2000. Suplemento.
- OHNO, H.; SATO, Y.; ISHIKAWA, M.; YAHATA, T.; GASA, S.; DOI, R.; YAMAMURA, K.; TANIGUCHI, N. Training effects on blood zinc levels in humans. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v. 30, n. 3, p. 247-53, 1990.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Estimativas das necessidades de energia e proteína de adultos e crianças. In: **Necessidades de energia e proteína**: Junta de conselho de especialistas FAO/WHO/UNU. 1^a ed. São Paulo: Roca, 1998. cap. 6, p. 75-124, 225 p.
- PAPADOPOULOU, S. K.; PAPADOPOULOU, S. D.; GALLOS, C. K. Macro and micronutrient intake of adolescent Greek female volleyball players. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 12, n. 1, p. 73-80, 2002.
- PERALTA, J.; BLANDINO, E. C.; COLLI, C. Deficiência de ferro em esportistas. **Cadernos de Nutrição**, São Paulo, v.17, p. 21-30, 1999.
- PORTELA, M. L.; WEISSTAUB, A.R. Basal Urinary Zinc/Creatinine Ratio as an Indicator of Dietary Zinc Intake in Healthy Adult Women. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. 3, p. 413-417, 2000.
- POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Metabolismo do exercício. In: **Fisiologia do exercício**: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000. cap.4, p. 45-62, 527p.
- PRASAD, A. S. Discovery of human zinc deficiency and studies in an experimental human model. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 53, p. 403-412, 1991.
- QIAN, Z .M.; XIAO, DE S.; LIAO, Q. K.; HO, K. P. Effect of different durations of exercise on transferrin-bound iron uptake by rat erythroblast. **Journal of Nutrition Biochemistry**, Stoneham, v. 13, p. 47-54, 2002.
- RIBEIRO, B. G.; SOARES, E. A. Avaliação do estado nutricional de atletas de ginástica olímpica do Rio de Janeiro e São Paulo. **Revista de Nutrição de Campinas**, Campinas, v. 15, n. 2, p.181-191, 2002.
- RUUD, J.S.; GRANDJEAN, A.C. Preocupações nutricionais das atletas. In: WOLINSKI, I.; HICKSON, J. F. **Nutrição no exercício e no esporte**. 2^a ed. São Paulo: Roca, 1996. cap. 15, p. 445-468.
- SAMARTIN, S.; CHANDRA, R. Obesity, overnutrition and the immune system. **Nutrition Research**, New York, v. 21, p. 243-262, 2001.
- SANDSTEAD, H. H. Causes of iron and zinc deficiencies and their effects on brain. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 3475-3495, 2000. Suplemento.
- SANDSTRÖM, B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. **British Journal of Nutrition**, London, v. 85, p. 181-185, 2001. Suplemento 2.

SCHUMACHER, Y. O.; SCHIMID, A.; GRATHWOHL, D.; BÜLTERMANN, D.; BERG, A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, n. 5, p. 869-75, 2002.

SCHUMANN, K.; CLASSEN, H.G.; HAGES, M.; PRINZ-LANGENOHL, R.; PIETRZIK, K.; BIESALSKI, H.K. Bioavailability of oral vitamins, minerals, and trace elements in perspective. **Arzneimittelforschung**, Basel, v. 47, n. 4, p. 369-380, 1997.

SCHWENK, T. L.; COSTLEY, C. D. When food becomes a drug: nonanabolic nutritional supplement use in athletes. **The American Journal of Sports Medicine**, Waltham, v. 30, n. 6, p. 907-916, 2002.

SEN, C. K. Antioxidants in exercise nutrition. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 13, p. 891-908, 2001.

SINGH, A.; DEUSTER, P. A.; MOSER, P. B. Zinc and copper status in women by physical activity and menstrual status. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v. 30, n. 1, p.29-36, 1990.

SINGH, A.; EVANS, P.; GALLAGHER, K.L.; DEUSTER, P. A. Dietary intakes and biochemical profiles of nutritional status of ultramarathoners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 25, n. 3, p. 328-34, 1993.

SPEICH, M.; PINEAU, A.; BALLEREAU, F. Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity. **Clinica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 312, p. 1-11, 2001.

SPSS. Statistical Package for Social Sciences. Versão 10.0 para windows: SPSS Inc. Chicago, Il.

STEEN, S.N.; BUTTERFIELD, G. Diet and Nutrition. In: **ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription**. 3 ed. Indianapolis, 2000. cap. 3, p. 27-35.

TRAMONTE, V. L. C. G. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista Ciências da Saúde**, Florianópolis, v.1/2, p. 204 - 211, 1996.

TRAMONTE, V.L.C.G. **Biodisponibilidade de ferro e zinco de dieta típica da população brasileira de baixa renda. Estudo com isótopos estáveis em humanos**. 1994. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TUYA, I. R.; GIL, E. P.; MARIÑO, M. M.; CARRA, R. M. G.-M.; MISIEGO, A. S. Evaluation of the influence of physical activity on the plasma concentrations of several trace metals. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 73, n. 3-4, p. 299-303, 1996.

VARELA, P., MARCOS, A., NAVARRO, M. P. Zinc status in anorexia nervosa. **Annals of Nutrition Metabolism**, Basel, v. 36, n. 4, p. 197-202, 1992.

VENKATRAMAN, J. T.; LEDDY, J.; PENDERGAST, D. Dietary fats and immune status in athletes: clinical implications. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, p. 389-395, 2000. Suplemento 7.

VILARDI, T.C.C.; RIBEIRO, B. G.; SOARES, E. A. Distúrbios nutricionais em atletas femininas e suas inter-relações. **Revista de Nutrição de Campinas**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 61-69, 2001.

WEIGHT, L.M. Sports anemia. Does it exist? **Sports Medicine**, Auckland, v. 16, n. 1, p. 1-4, 1993.

WHO. **Iron Deficiency Anaemia**. Assessment, Prevention and Control: a guide for programme managers. 2001, 114 p. Disponível em <http://who.int/nut/documents/ida_assessment_prevention_control.pdf> Acesso em 04 de set. 2003.

ZIEGLER, P.; SHARP, R.; HUGHES, V.; EVANS, W.; SAN KHOO, C. Nutritional status of teenage female competitive figure skaters. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 102, n. 3, p. 374-379, 2002.

APÊNDICE 1

Atleta	Altura	Idade	Peso	% GC	NEDM	Ingest. Kcal	Dif.	Kcal g/kg/pc	Ingest. ferro	Ingest. zinco	Ingest. CHO	CHO g/kg/pc	Ingest. PTN	PTN g/kg/pc	Ingest. LIP	LIP g/kg/pc	Ferritin a	Hb	Hematócrito	Zinco Plasma	Zinco Eritrócito
1	169	18	62,20	14,08	2597	1895	-702	30,47	17,96	12,59	256,75	4,13	109,4	<u>1,76</u>	48,40	0,78	62,9	11,90	36,6	114,38	25,42
2	184	20	70,80	14,64	2896	2932	36	41,41	23,51	16,84	391,81	5,53	161,19	<u>2,28</u>	72,55	1,02	121,0	13,70	40,5	92,78	22,85
3	178	24	70,20	15,00	2845	2392	-453	34,07	21,34	12,56	388,37	5,53	92,67	1,32	55,17	0,79	107,0	11,50	35,5	86,20	30,29
4*	187	19	82,00	16,91	3185	1548	-1637	18,87	12,01	7,90	228,04	2,78	90,32	1,10	35,83	0,44	29,7	12,30	37,2	104,03	26,29
5	171	23	70,00	16,71	2798	<u>4162</u>	<u>1364</u>	59,46	<u>32,74</u>	<u>24,93</u>	508,8	7,27	176,64	<u>2,52</u>	134,2	<u>1,92</u>	57,6	10,60	32,3	80,90	24,37
6	182	23	70,0	12,90	2864	3083	219	44,04	<u>29,45</u>	<u>20,61</u>	407,99	5,83	152,38	<u>2,18</u>	77,67	1,11	42,2	12,50	38,3	125,10	29,12
7	182	20	73,60	15,21	2952	1999	-953	27,16	17,48	10,45	257,09	3,49	116,16	1,58	55,72	0,76	16,6	12,80	39,2	105,75	22,46
8*	182	18	<u>80,60</u>	<u>15,12</u>	3121	<u>1773</u>	-1348	21,99	14,15	9,82	<u>267,01</u>	3,31	99,83	<u>1,24</u>	36,75	0,46	38,7	12,60	38,6	96,98	24,69
9	191	24	71,40	14,17	2953	<u>3451</u>	<u>498</u>	48,33	21,51	15,29	509,14	7,13	128,93	<u>1,81</u>	93,61	1,31	48,0	12,00	37	84,68	26,83
10	183	24	75,60	12,09	3006	2844	-162	37,62	24,27	16,68	444,06	5,87	109,30	1,45	71,74	0,95	57,9	12,20	36,7	107,40	18,55
11	190	23	77,60	13,93	3097	3035	-62	39,11	16,51	13,96	398,83	5,14	136,83	<u>1,76</u>	88,55	1,14	38,4	13,00	38,9	93,83	18,62
12	179	21	80,40	17,63	3098	2400	-698	29,85	24,81	16,02	375,61	4,67	122	1,52	43,34	0,54	60,7	11,80	35,4	82,95	23,44
Médi a	181	21	73,70	14,87	2951	2626	-325	36,03	21,31	14,80	369,46	5,06	124,63	1,71	67,79	0,93	56,73	12,24	37,18	97,92	24,41
DP	6,64	2,35	5,77	1,62	165	768	826	11,47	6,10	4,75	97,03	1,43	27,53	0,44	28,45	0,42	30,16	0,79	2,17	13,71	3,60

NEDM=necessidade energética diária média

DP=desvio padrão

italico=atletas com 18 anos

negrito=valores abaixo da recomendação

sublinhado=valores muito acima da recomendação

*=atletas que objetivavam emagrecer

g/kg/pc=g/kg/peso corporal

CHO=carboidrato

PTN=proteína

LIP=lipídeo

Hb=hemoglobina

APÊNDICE 2

Referências	Valores encontrados zinco plasmático	Valor referência utilizado zinco plasmático	População estudada Sexo
GLEESON et al, 1998	12,4 ± 1,1 µmol.l ⁻¹ 1 dia pós-exercício 13 ± 1 µmol.l ⁻¹ 3 dias pós-exercício	-	Ultramaratonista sexo feminino e masculino
OHNO et al, 1990	79,7 ± 2,7 (µg.100 ml ⁻¹) antes 78 ± 3,1(µg.100 ml ⁻¹) depois	-	Sedentário + treinamento antes e depois sexo masculino
LUKASKI et al, 1996	12,7 ± 0,4 µmol/l F 14,6 ± 0,4 µmol/l M	-	Nadadores sexo feminino e masculino
SINGH eta al, 1990	12,7 ± 0,3 µmol/L – corredoras 13,5 ± 0,4 µmol/L – não corredoras	11,5 µmol/L	Corredoras e não corredoras eumenorreicas e amenorreicas sexo feminino
NEGGERS et al, 1997	8,6 ± 1,5 e 9,8 ± 1,3 µmol/L grupo placebo 9,0 ± 1,6 e 10,1 ± 1,7 µmol/L grupo suplementado	-	Gestantes sexo feminino
LUKASKI et al, 1990	Atletas femininas 12,7 ± 0,5 µmol/L pré 12,6 ± 0,5 µmol/L pos atletas masculinos 13,7 ± 0,5 µmol/L pré 14,3 ± 0,5 µmol/L pos	11-19 µmol/L	Nadadores Pré e pós-temporada e controles sexo feminino e masculino

APÊNDICE 2

Referências	Valores encontrados zinco eritrocitário	Valor referência utilizado zinco eritrocitário	População estudada
OHNO et al, 1990	40 ± 2 µg.g Hb ⁻¹ antes 44 ± 1,8 µg.g Hb ⁻¹ depois	-	Sedentário + treinamento antes e depois sexo masculino
SINGH et al, 1990	12,4 ± 0,2 µg/g corredoras 11,5 ± 0,3 µg/g não corredoras	-	Corredoras e não corredoras eumenorreicas e amenorreicas sexo feminino
KENNEY et al, 1984	30 ± 6 µg/g Hb	-	Adolescentes Não atletas sexo feminino
NEGGERS et al, 1997	Resultados entre 185,3 ± 36,7 e 206,7 ± 40,1 µmol/L grupo placebo Resultados entre 181,5 ± 40,1 e 202,4 ± 38,7 µmol/L grupo suplementado	-	Gestantes sexo feminino

APÊNDICE 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

“ESTADO NUTRICIONAL DE FERRO E ZINCO DE ATLETAS PROFISSIONAIS DE
UMA EQUIPE BRASILEIRA FEMININA DE VÔLEI”.

REGISTRO ALIMENTAR DE 3 DIAS

Nome: _____ **Data início: 13.02.03**

O QUÊ VOCÊ COMEU E BEBEU EM CADA REFEIÇÃO?

Solicitamos a gentileza de preencher com sinceridade todos os alimentos e bebidas consumidas em casa, no trabalho, em restaurantes e outros locais nos próximos três dias. Informar os alimentos, petiscos e bebidas consumidos em cada refeição ou lanche, descrevendo a quantidade consumida em utensílios caseiros que costuma usar e o modo de preparo.

Muito obrigada!

APÊNDICE 4

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Meu nome é Louise Farah Saliba de Barros Carvalho e estou desenvolvendo a pesquisa “O estado nutricional relativo a ferro e zinco de atletas profissionais de uma equipe feminina brasileira de vôlei”, com o objetivo de conhecer os níveis de zinco e ferro no sangue e identificar o consumo de ferro e zinco pela alimentação. Este estudo é importante porque a nutrição do atleta interfere no seu desempenho esportivo e na saúde, e serão realizados os seguintes procedimentos: uma coleta de sangue e um registro alimentar de 3 dias. Isto não traz riscos e esperamos que com o resultado das análises possamos identificar as atletas que estão carentes ou em risco de deficiência destes nutrientes, sugerindo mudanças na alimentação para possíveis correções. Se você tiver alguma dúvida em relação ao estudo ou não quiser fazer parte do mesmo, pode entrar em contato pessoalmente ou pelos telefones: xxxxxx ou xxxxxx. Se você estiver de acordo em participar, posso garantir que as informações fornecidas serão confidenciais e o material coletado, só serão utilizados neste trabalho.

Assinaturas:

Pesquisador principal _____

Pesquisador responsável _____

Consentimento Pós -Informação

Eu, xxxxxx, fui esclarecida sobre a pesquisa “O estado nutricional relativo a ferro e zinco de atletas profissionais de uma equipe feminina brasileira de vôlei”, e concordo que meus dados sejam utilizados na realização da mesma.

Curitiba, ____ de _____ de 2003.

Assinatura: _____ RG: _____