

**POLIANE OSMIRA RODRIGUES SAKON**

**QUALIDADE PROTÉICA E BIODISPONIBILIDADE DE FERRO DE  
SUPLEMENTO ALIMENTAR DESENVOLVIDO PARA A  
TERCEIRA IDADE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Nutrição, para  
obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2008**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S158s  
2008

Sakon, Poliane Osmira Rodrigues, 1976-  
Qualidade protéica e biodisponibilidade de ferro de  
suplemento alimentar desenvolvido para a terceira idade /  
Poliane Osmira Rodrigues Sakon. – Viçosa, MG, 2008.  
xiv, 86f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Neuza Maria Brunoro Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

I. Nutrição. 2. Alimentos - Composição. 3. Proteína na  
nutrição humana. 4. Ferro na nutrição humana. 5. Idosos -  
Nutrição. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 612.3

**POLIANE OSMIRA RODRIGUES SAKON**

**QUALIDADE PROTÉICA E BIODISPONIBILIDADE DE FERRO DE  
SUPLEMENTO ALIMENTAR DESENVOLVIDO PARA A TERCEIRA  
IDADE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Nutrição, para obtenção  
do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de outubro de 2008

---

Prof<sup>ª</sup>. Hércia Stampini Duarte Martino  
(Co-Orientadora)

---

Prof. Adelson Luiz Araújo Tinôco  
(Co- Orientador)

---

Prof. José Carlos Gomes

---

Prof. Marcelo Eustáquio Silva

---

Prof<sup>ª</sup>. Neuza Maria Brunoro Costa  
(Orientadora)

A Deus por estar comigo em todos os momentos.

Aos meus pais pela dedicação incondicional.

Aos meus irmãos Paula e Paulo.

Ao meu tio Edson.

Ao meu esposo Arley pelo amor, companheirismo e cumplicidade.

Às minhas filhas queridas, Milena e Hadassa, vocês são a razão de tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao grande Criador, por ter feito este mundo tão perfeito e ter dado a mim o privilégio de descobri-lo, a cada dia, um pouquinho mais.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Nutrição e Saúde pela grande oportunidade oferecida.

A empresa ARVE alimentos LTDA, pela luz do trabalho, confiança depositada e auxílio financeiro.

Ao Bruno e Emanuel pela grande contribuição no desenvolvimento do suplemento alimentar.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

A professora Neuza Maria Brunoro Costa, pela orientação, respeito, compreensão e grande dinamismo. É um exemplo para todos aqueles que a rodeiam.

A professora Hércia Stampini Duarte Martino, pelo aconselhamento, amizade e pela grande contribuição nos ensaios biológicos e redação da dissertação.

Ao professor Adelson Luis Araújo Tinoco, pelas sugestões e incentivos dados desde o início do curso.

Ao Cassiano Oliveira da Silva pela valiosa contribuição nos ensaios biológicos, pela atenção e amizade.

A professora Maria do Carmo Gouveia Peluzio pela contribuição no ensaio biológico de qualidade protéica e pela amizade.

A professora Céphora Maria Sabarense por ter disponibilizado o laboratório de análise de alimentos.

A professora Rita de Cássia Gonçalves Alfenas pela contribuição na avaliação do índice glicêmico do suplemento alimentar e pela amizade dispensada.

Aos alunos das disciplinas de NUT 621/2006 e NUT 622/2007 pela contribuição nos experimentos.

As estagiárias Mariana, Gabriela e Amanda, obrigada pela grande ajuda prestada.

Aos colegas do mestrado, Mônica, Júnia, Gisele, Maria Carolina, Ana Carolina, Patrícia, Silvana, Sabrina, Hudsara, Júnior, Jorge, Pollyanna, pela amizade, incentivo, força e todo carinho prestado, vocês sempre estarão em minhas lembranças.

A Marina Maria, pela amizade e pela grande contribuição no laboratório de análises de alimentos.

As amigas Márcia Cesário e Juliana Vidigal, pelo apoio nos trabalhos, carinho e amizade especial.

Ao amigo do coração André Goneli pela contribuição nas análises estatísticas e pela amizade de longas datas.

Aos irmãos da igreja presbiteriana de Viçosa, sem fé nada poderia.

Aos meus grandes amigos de Viçosa, José Maria, Regina, Dimas e Aurélia, pelas orações e apoio, vocês foram anjos em nossas vidas.

As minhas ajudantes Cidas, pelo carinho que tiveram com minhas filhas nas horas em que não podia estar ao lado delas.

A minha querida sogra Marlene e ao meu sogro Legs Amom (*in memoriam*), não tenho palavras para agradecer o apoio e incentivo que sempre nos deram.

Aos meus cunhados Alysson, Tatiana, Giselli e Renan pelo carinho.

Aos meus amigos Leonardo Teixeira, Ellencristina, Ivana, Fernanda, Leonardo Magalhães, Herbert, Rony, pela amizade alegre e sincera de muitos anos.

A minha amiga Eliseth e sua filha Julinha, pela força e companheirismo.

Aos amigos Marcos, Sabrina e filhas Julia e Luisa, pelo bom tempo de convivência.

A amiga Karina Araújo pela amizade e pelo carinho em momentos importantes.

A todos os professores do departamento de Nutrição e Saúde da UFV, é uma equipe de excelência.

Enfim, a todos aqueles que me ajudaram e colaboraram para que se realizasse mais um sonho. Sinceramente, muito obrigada!

## **BIOGRAFIA**

Poliane Osmira Rodrigues Sakon nasceu no dia 02 de agosto de 1976, na cidade de Osasco, SP, filha de Paulo Sakon Ishikizo e Alucy Rodrigues Ishikizo. Casou-se com Arley Figueiredo Portugal, com quem teve duas filhas, Milena Sakon Portugal e Hadassa Sakon Portugal. Gradou-se em Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), na cidade de Viçosa, MG no ano de 2004 e iniciou o mestrado em Ciência da Nutrição na UFV em outubro de 2006, concluindo em outubro de 2008.

## SUMÁRIO

	Pág
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	3
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
Envelhecimento de nutrição .....	5
Suplementação na terceira idade .....	9
Interações entre os nutrientes e biodisponibilidade .....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17
CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E QUALIDADE PROTÉICA DE SUPLEMENTO ALIMENTAR PARA A TERCEIRA IDADE .....	25
1. INTRODUÇÃO .....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
2.1. Material .....	28
2.1. Suplementação alimentar (SA) .....	28
2.2. Composição centesimal .....	30
2.2.1. Umidade .....	30
2.2.2. Lipídios totais .....	30
2.2.3. Proteínas totais .....	30
2.2.4. Fibras .....	30
2.2.5. Cinzas .....	30
2.2.6. Carboidratos .....	31
2.3. Ensaio biológico .....	31
2.3.1. Preparo das dietas .....	31

2.3.2. Desenho experimental .....	31
2.3.3. Digestibilidade <i>in vivo</i> .....	32
2.3.2. Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA), Coeficiente de Eficácia Protéica (PER) e Razão Líquida Protéica (NPR) .	32
2.4. Determinação dos teores de proteína .....	33
2.5. Análise estatística .....	33
3. RESULTADOS .....	36
3.1. Composição centesimal .....	36
3.2. Ensaio biológico .....	36
4. DISCUSSÃO.....	38
4.1. Composição centesimal .....	38
4.2. Ensaio biológico .....	41
5. CONCLUSÃO .....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44
CAPÍTULO 3 - BIODISPONIBILIDADE DE FERRO EM SUPLEMENTO ALIMENTAR PARA TERCEIRA IDADE.....	52
1. INTRODUÇÃO .....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	55
2.1. Suplemento alimentar .....	55
2.2. Experimento I – Biodisponibilidade do pirofosfato férrico em suplemento alimentar para terceira idade.....	57
2.2.1. Preparo das dietas .....	56
2.2.2. Ensaio biológico .....	58
2.2.3. Fase de depleção .....	58
2.2.4. Fase de repleção .....	58
2.2.5. Determinação de hemoglobina .....	60
2.2.6. Determinação do teor de Ferro .....	60
2.2.7. Análise estatística.....	61
2.3. Experimento II – Biodisponibilidade do fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato em suplemento alimentar para a terceira idade.....	61

2.2.1. Preparo das dietas .....	61
2.2.2. Ensaio biológico .....	62
2.2.3. Fase de depleção .....	62
2.2.4. Fase de repleção .....	63
2.2.5. Determinação de hemoglobina .....	65
2.2.6. Determinação do teor de Ferro .....	65
2.2.7. Análise estatística.....	65
3. RESULTADOS .....	67
3.1.Experimento I.....	67
3.2.Experimento II.....	69
4. DISCUSSÃO.....	71
5. CONCLUSÃO .....	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
7. CONCLUSÃO GERAL.....	83
8. ANEXOS.....	84

## LISTA DE TABELAS

	Pág
CAPÍTULO 2	
TABELA 1 - Teor das vitaminas em 100 g do suplemento alimentar .....	29
TABELA 2 - Teor dos minerais em 100 g de suplemento alimentar .....	29
TABELA 3 - Composição e teor de proteína das dietas experimentais utilizadas no ensaio biológico para avaliação da qualidade protéica do suplemento alimentar .....	34
TABELA 4 – Composição centesimal do suplemento alimentar (g/100g).....	36
TABELA 5 – Coeficiente de eficácia alimentar (CEA), Coeficiente de eficiência protéica absoluta (PER) e relativa (PERR), razão protéica líquida absoluta (NPR) e relativa (NPRR).....	37
TABELA 6 – Digestibilidade verdadeira (DIG) e digestibilidade verdadeira relativa (DIGR).....	37
CAPÍTULO 3	
TABELA 1 Variação do custo da mistura de minerais utilizada na fórmula do SA em função do sal de ferro utilizado.....	56
TABELA 2 - Teor das vitaminas em 100 g do suplemento alimentar.....	56
TABELA 3 - Teor dos minerais em 100 g de suplemento alimentar.....	57
TABELA 4 - Composição das dietas experimentais (g/kg) para as de depleção e repleção com base na AIN-93 G.....	59
TABELA 5 - Composição das dietas experimentais (g/kg).....	64
TABELA 6 - Ganho de Hemoglobina (Hb) na fase de repleção nos diferentes tratamentos nos três níveis de ferro.....	69

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
CAPÍTULO 2	
FIGURA 1 – Fluxograma do ensaio biológico de qualidade protéica.....	35
CAPÍTULO 3	
FIGURA 1 – Fluxograma do ensaio biológico do experimento I.....	61
FIGURA 2 – Fluxograma do ensaio biológico do experimento II.....	66
FIGURA 3 – CEA dos grupos das dietas pirofosfato férrico (PF) e sulfato ferroso (SF) (controle) nas fases de depleção e repleção, respectivamente.	67
FIGURA 4 – Regressão do ganho de hemoglobina (Hb) nos três níveis de ferro.....	68
FIGURA 5 – CEA dos grupos sulfato ferroso (SF), fumarato ferroso (FF) e ferro aminoácido quelato (FAQ) após a fase de repleção.....	69
FIGURA 6 - Regressão do ganho de hemoglobina (Hb) nos três níveis de ferro.....	70

## RESUMO

SAKON, Poliane Osmira Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2008. **Qualidade protéica e biodisponibilidade de ferro de suplemento alimentar desenvolvido para a terceira idade.** Orientadora: Neuza Maria Brunoro Costa. Co-orientadores: Hércia Stampini Duarte Martino e Adelson Luis Araújo Tinoco.

A suplementação alimentar, aliada a um estilo saudável de vida, apresenta um potencial para atenuar as deficiências nutricionais na terceira idade. Este estudo teve por objetivo avaliar a composição centesimal, a qualidade protéica e a biodisponibilidade de ferro do suplemento alimentar desenvolvido para a terceira idade. A composição centesimal foi analisada segundo os métodos da AOAC e a qualidade protéica do suplemento foi avaliada, por meio de ensaio biológico em ratos recém-desmamados, comparando-se os valores de Coeficiente de Eficiência Protéica modificado (PER<sub>m</sub>), Razão Protéica Líquida modificada (NPR<sub>m</sub>) e digestibilidade verdadeira (DV) do suplemento com os de uma dieta controle de caseína, baseada na dieta AIN-93G. O suplemento apresentou-se promissor ao suprimento de demandas nutricionais do idoso, como alto teor de proteínas e de fibras e baixo teor em gorduras. Os valores encontrados para PER e NPR mostraram-se superiores ( $p < 0,05$ ) ao grupo padrão de caseína e a digestibilidade foi superior a 90%, demonstrando que o suplemento apresenta características de uma fonte protéica de elevado valor nutricional. Para a avaliação da biodisponibilidade de ferro do suplemento, foram realizados dois ensaios biológicos para avaliar diferentes compostos de ferro: pirofosfato férrico (Experimento I), fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato (Experimento II), comparados com sulfato ferroso, em ratos Wistar recém-desmamados. Os animais foram submetidos a um período de depleção, com dieta sem adição de ferro, por 21 dias (Experimento I) ou 28 dias (Experimento II), seguidos de repleção de 14 dias, com dietas contendo 6, 12 ou 24 ppm de ferro (Experimento I) ou 6, 12 ou 18 ppm de ferro (Experimento II). Avaliou-se a biodisponibilidade de ferro pelo ganho de hemoglobina observado entre o início e o final da fase de repleção. O

pirofosfato férrico apresentou biodisponibilidade inferior à do sulfato ferroso, enquanto os compostos fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato apresentaram boa biodisponibilidade e não diferiram entre si ( $P>0,05$ ). O fumarato ferroso foi apontado como o mais promissor para a formulação do suplemento alimentar, por apresentar biodisponibilidade equiparável à do sulfato ferroso e menor custo que o ferro aminoácido quelato.

## ABSTRACT

SAKON, Poliane Osmira Rodrigues, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2008. **Protein quality and iron bioavailability of a food supplement designed for the elderly.** Adviser: Neuza Maria Brunoro Costa. Co- Adviseres: Hércia Stampini Duarte Martino and Adelson Luis Araújo Tinoco.

The food supplement, associated with the healthy life style, represents a potential to attenuate nutritional deficiencies in the elderly. The current study aimed at to evaluate the centesimal composition, protein quality and iron bioavailability of a food supplement developed for the elderly. The centesimal composition was analyzed according to AOAC methods and the protein quality was assessed in weaning rats, by comparing Protein Efficiency Ratio (PER), Net Protein Ratio (NPR) and True Digestibility (TD) of the supplement with a casein-control, based on AIN-93G diet. The food supplement was promising in providing nutritional demands of the elderly, such as high content of protein and fiber, and low content of fat. PER and NPR were higher ( $p < 0.05$ ) than the casein-control group, and the digestibility was superior to 90%, which demonstrates that the supplement is a protein source of high nutritional value. Two biological assays were carried out in order to evaluate iron bioavailability of different iron sources for the supplement: ferric pirofosfate (Experiment I), ferrous fumarate and iron amino acid chelate (Experiment II), compared to the ferrous sulfate, in weaning rats. The animals were maintained in an iron-free depletion diet for 21 day (Experiment I) or 28 days (Experiment II). Then, they were placed in a repletion diet containing 6, 12 or 24 ppm iron (Experiment I) or 6, 12 or 18 ppm iron (Experiment II) for 14 days. Iron bioavailability was evaluated by the hemoglobin gain observed between the beginning and the end of the repletion period. Ferric pirofosfate showed lower bioavailability than the ferrous sulfate-control diet, whereas, ferrous fumarate and iron amino acid chelate showed high bioavailability and no difference ( $P > 0.05$ ) between them. Ferrous fumarate was the most promising iron source for the food supplement formulation, for presenting equally bioavailability to the ferrous sulfate and lower cost than the iron amino acid chelate.

## INTRODUÇÃO GERAL

Países desenvolvidos como os em desenvolvimento estão passando por um processo de envelhecimento rápido e intenso. Segundo dados do censo de 2000, do total de habitantes no Brasil, 15,5 milhões tinham 60 anos ou mais, representando 10% da população geral (IBGE, 2000). A Organização Mundial de Saúde (OMS) prevê um aumento de 16 vezes no número de idosos no país, no período de 1950 a 2025, enquanto o restante da população deverá crescer cinco vezes no mesmo período. Este fato gera maior necessidade em aprofundar a compreensão sobre o papel da nutrição na promoção e manutenção da independência e autonomia dos idosos (KELLER, 2002; CERQUEIRA, 2002; LEBRÃO, 2003; SAMPAIO, 2004).

Diversas alterações ocorrem na fase idosa, levando a um declínio das funções fisiológicas como, diminuição do metabolismo basal, redistribuição da massa corporal, alterações no funcionamento digestivo, alterações na percepção sensorial e diminuição da sensibilidade à sede. Essas alterações, associadas às condições psico-socioeconômicas, bem como com o uso de múltiplos medicamentos, podem resultar em mudanças no consumo alimentar e na absorção de nutrientes, levando às carências nutricionais (CAMPOS, et al., 2000). Estudos têm mostrado que a desnutrição energético-protéica e conseqüente deficiência de micronutrientes constituem um problema comum no envelhecimento (HIGH, 1999).

A avaliação do estado nutricional é um instrumento capaz de identificar as carências nutricionais de um determinado grupo populacional e apontar as intervenções necessárias para suplantá-las. No caso da terceira idade, devem-se considerar as especificidades de cada indivíduo idoso, uma vez que este é parte de um grupo bastante heterogêneo (SAMPALIO, 2004). A incidência de doenças crônicas não transmissíveis é elevada nos indivíduos idosos. Assim, o risco de desenvolvê-las ou de torná-las mais graves, levando às incapacidades, deve ser diagnosticado precocemente e os cuidados de intervenção devem ser tomados a fim de se prevenir e evitar suas complicações (SAMPALIO, 2004). Entre os fatores que interferem no processo de envelhecimento e também no aparecimento de

doenças crônicas não transmissíveis estão os de natureza genética, que não são passíveis de intervenção, e os de natureza ambiental, sobre os quais pode-se agir. Entre estes está a alimentação, que exerce papel fundamental na promoção, na manutenção e na recuperação da saúde (FERREIRA et al., 2000).

A suplementação alimentar, aliada a um estilo saudável de vida, apresenta um potencial para atenuar as deficiências nutricionais na terceira idade. Tem sido observado que, na população idosa, a suplementação de alguns micronutrientes melhora a função imune. A redução da resposta imune em idoso está fortemente associada a deficiências nutricionais, não constituindo uma resposta generalizada associada ao processo de envelhecimento (NOVAES et al., 2005). A suplementação alimentar pode ainda ser eficaz no tratamento da anemia, osteoporose e desnutrição energético-protéica nesse grupo populacional, onde muitas vezes o consumo alimentar é monótono e insuficiente para atender às suas necessidades nutricionais.

No entanto, para uma suplementação alimentar adequada, além das interações entre os nutrientes que podem estar presentes, fatores como o consumo médio diário de nutriente, a quantidade na porção consumida e a composição ou tipo de nutriente adicionado, devem ser considerados. Em relação aos minerais, existem diferentes tipos de compostos usados no enriquecimento de alimentos industrializados e suplementos. Devem-se considerar as propriedades sensoriais e a biodisponibilidade destes (BRASIL, 1998).

Fica clara a importância de se conhecer melhor as possíveis interações e biodisponibilidade dos nutrientes, antes de realizar um programa de suplementação. Em especial para o grupo dos idosos, que possuem características psico-socioeconômicas e fisiológicas diferenciadas. A suplementação deve ser criteriosa, para garantir então, bons resultados e uma melhoria do seu estado nutricional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria SVS nº 32 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de suplementos vitamínicos e/ou de minerais. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em 12/03/07.

CAMPOS, M.T.F.S.; MONTEIRO, J.B.R.; ORNELAS, A.P.R.C. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso. *Revista Nutrição*, v.13, n.3, p. 157-165, 2000.

CERQUEIRA, A.T.A.R.; OLIVEIRA N. I. L. Programa de Apoio a Cuidadores: Uma Ação Terapêutica e Preventiva na Atenção à Saúde dos Idosos. *Psicologia USP*, v.13 n.1, p.133-150, 2002.

FERREIRA, C.V.; MARUCCI, M.F.N.; HIRSCHBRUCH, M.D.; LIMA, V.T.; SALGADO, J.; REIS, N.T.; NAJAS, M. Nutrição e Envelhecimento: Como garantir qualidade de vida daqueles que envelhecem? *Nutrição em Pauta*, n.44, p. 13-18, 2000.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [homepage on the Internet]. Censos Demográficos 2000. Brasília: IBGE Diretoria de Pesquisas [Acesso em 2007 jun 26]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

HIGH K.P. Micronutrient supplementation and immune function in the elderly. *Clinical Infectious Diseases*, v.28, n.4, p.717-722, 1999.

KELLER, I. *et al.*. Global Survey on Geriatrics in the Medical Curriculum. Geneva: World Health Organization, 2002.

LEBRÃO M. L.. SABE – Saúde, Bem-estar e Envelhecimento – O Projeto Sabe no município de São Paulo: uma abordagem inicial, Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 255p. : il, 2003.

NOVAES, M.C.G., ITO, M.K., ARRUDA, S.F., RODRIGUES, P., LISBOA, A. Q. Micronutrients supplementation during the senescence: implications for the immunological functions. Revista de Nutrição, Campinas, v. 18, n. 3, 2005 .

SAMPAIO L.R. Avaliação nutricional no envelhecimento. Revista de Nutrição, v.17, n.4, p. 507-514, 2004.

## **CAPÍTULO 1**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **Envelhecimento e Nutrição**

Países desenvolvidos e os em desenvolvimento estão passando por um processo de envelhecimento rápido e intenso. Segundo dados do censo de 2000, do total de habitantes, 15,5 milhões tinham 60 anos ou mais, representando 10% da população geral. Projeções estatísticas da Organização Mundial de Saúde (OMS) evidenciam que os idosos no Brasil, no período de 1950 a 2025 deverão ter aumentado em 16 vezes, enquanto o restante da população deverá crescer cinco vezes no mesmo período. Assim, o Brasil será o 6.º país quanto ao contingente de idosos em 2025, devendo ter cerca de 32 milhões de pessoas com mais de 60 anos. Este fato gera maior necessidade em aprofundar a compreensão sobre o papel da nutrição na promoção e manutenção da independência e autonomia dos idosos (WHO, 1995; CERQUEIRA, 2002; KELLER et al., 2002; LEBRÃO, 2003).

Muitas mudanças ocorrem nesta fase da vida, levando a um declínio das funções fisiológicas e ocorrência de patologias como, a) diminuição do metabolismo basal e conseqüente ganho de peso e Índice de Massa Corporal (IMC) até a idade de 65 a 70 anos, diminuindo a partir de então; b) redistribuição da massa corporal, com redistribuição de gordura, redução da massa magra e redução progressiva da altura de um a dois cm por década; c) alterações no funcionamento digestivo como, perda dos dentes, diminuição da secreção do suco gástrico e diminuição da motilidade intestinal; d) alterações na percepção sensorial e diminuição da sensibilidade à sede (CAMPOS, et al., 2000; ACUNÃ et al., 2004).

Essas alterações associadas às condições psico-socioeconômicas (perda da capacidade cognitiva, isolamento e diminuição da renda), bem como com o uso de múltiplos medicamentos, podem resultar em mudanças do consumo alimentar e da absorção de nutrientes, levando a carências nutricionais. Entre os medicamentos usados pelos idosos que podem favorecer essas carências estão, os tranqüilizantes e psicofármacos que favorecem o relaxamento e diminuem a absorção intestinal; diuréticos e laxantes que ocasionam desidratação e depleção

de eletrólitos como magnésio, potássio e zinco; antibióticos que alteram a absorção intestinal por destruição da flora, provocam má absorção de carboidratos, vitamina B<sub>12</sub>, cálcio, ferro, magnésio, cobre e inibem a síntese protéica; glicocorticóides que predispõem à gastrite, osteoporose (interferem na absorção do cálcio) e hiperglicemia, e os analgésicos que favorecem as gastrites e úlceras (CAMPOS, et al., 2000).

As carências nutricionais como a desnutrição energético-protéica e conseqüente deficiência de micronutrientes constituem um problema comum no envelhecimento. A redução da ingestão alimentar, a "anorexia do envelhecimento", é fator importante no desenvolvimento de várias doenças (HIGH, 1999; SILVA et al., 2006). Estudos comprovam que a ingestão de macro e micronutrientes tem sido deficiente nesta faixa etária, principalmente em relação às proteínas, aos sais minerais e às vitaminas (MONTILLA et al., 2003; ABREU, 2003; LOPES et al., 2005; MENEZES et al., 2005).

LOPES et al (2005) avaliaram o consumo de nutrientes da população de Bambuí, município de Minas Gerais e foi relatada inadequação importante para a maioria dos nutrientes, apresentando diferenças de acordo com o sexo e a idade. Esse desequilíbrio dietético caracterizou-se tanto pelo consumo excessivo, quanto insuficiente de nutrientes. No entanto, as mulheres e os adultos relataram uma dieta mais saudável do que homens e idosos. Dos idosos 64,3% relataram baixa ingestão protéica e 39,3% apresentaram inadequação das frações lipídicas, sendo que 35,7% informaram consumo excessivo de ácidos graxos saturados. Quanto aos micronutrientes todos os idosos estavam abaixo das adequações, 36% apresentaram inadequação para ferro e 100% dos pesquisados tinham uma ingestão abaixo das recomendações para cálcio e vitaminas A e E.

MONTILLA et al. (2003) observaram o consumo alimentar de macro e micronutrientes em mulheres no climatério e foi encontrada inadequação para todos micronutrientes com exceção do ferro. ABREU (2003) avaliou o consumo alimentar de idosos cadastrados no Programa Municipal da Terceira Idade (PMTI) no município de Viçosa, MG e encontrou um número maior de homens (61,3%) consumindo menos de 12% do valor total energético de proteínas, em relação às

mulheres (55,8%). Para os micronutrientes, todos estavam inadequados, porém, vitamina A e B<sub>6</sub> foram as que apresentaram maiores porcentagens de inadequação, tanto para o sexo masculino (75% e 77%) quanto para o sexo feminino (66,6% e 85%).

MENEZES et al (2005) avaliaram a ingestão alimentar de cálcio e ferro de 152 idosos de ambos os sexos, residentes em instituições geriátricas da cidade de Fortaleza, Ceará. Destes, 93% apresentaram ingestão alimentar inadequada para o cálcio e das 105 mulheres idosas, 12% apresentaram consumo insuficiente de ferro alimentar.

Assim, percebe-se que existe um problema de saúde pública a ser resolvido, uma vez que, vários fatores tanto os de acesso aos alimentos, como os psicossociais e fisiológicos interferem de forma significativa no consumo de nutrientes importantes para a promoção, proteção e manutenção da saúde.

A avaliação do estado nutricional é uma forma de identificar os problemas que um determinado grupo populacional está atravessando e assim fazer as intervenções. No caso da terceira idade, devem-se considerar as especificidades de cada indivíduo idoso, uma vez que este é parte de um grupo bastante heterogêneo (SAMPAIO, 2004).

A manutenção do estado nutricional adequado é relevante para o idoso, pois de um lado encontra-se o sobrepeso que aumenta o risco de doenças crônicas, e do outro, o baixo peso, que aumenta o risco de infecções e mortalidade (CABRERA e FILHO, 2001, OTERO et al, 2002). As três faixas de idade na terceira idade, 60 a 69, 70 a 79 e a partir de 80 anos, são normalmente associadas às modificações do estado nutricional em idosos devido à redução do Índice de Massa Corporal (IMC), detectado em mais de 10 países analisados pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995).

TAVARES e ANJOS (1999), a partir dos dados obtidos pela pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição (PNSN, 1989), descreveram o perfil antropométrico da população idosa brasileira com idade superior ou igual a sessenta anos. As prevalências de baixo peso (IMC <18,5 kg/m<sup>2</sup>) e sobrepeso

(IMC  $>25 \text{ kg/m}^2$ ) foram respectivamente, iguais a 7,8% e 30,4% para homens e 8,4% e 50,2% para mulheres.

Em estudo realizado por SILVA et al. (2008) foram avaliados o estado nutricional e a prevalência de doenças crônicas não transmissíveis em idosos que participavam de um programa assistencial da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Alfenas, MG, Brasil. Foram encontrados 52,4% dos idosos com sobrepeso, 28,0% eutróficos e 19,5% com baixo peso pelo IMC e 37,8% apresentaram percentual de gordura corpórea (%GC) elevada. Concluindo que os idosos pertencentes ao programa apresentaram risco muito alto para desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

CAMPOS et al. (2006) avaliaram o estado nutricional dos idosos nas regiões nordeste, sudeste e região metropolitana de Belo Horizonte, e utilizaram uma amostra representativa da população brasileira. Encontraram prevalência geral de baixo peso de 5,7%, de eutrofia 50,4%, sobrepeso 32,3% e obesidade 11,6%. Comparado aos dados da PNSN (1989), houve redução das prevalências de baixo peso e aumento do sobrepeso, uma tendência mundial.

No estudo de CAMPOS et al. (2006), o gênero feminino apresentou risco de sobrepeso e obesidade 1,32 vezes (IC 95% 0,99-1,74,  $p=0,05$ ) e 4,11 vezes (IC 95% 2,57-6,57,  $p=0,00$ ) maior do que o masculino, respectivamente. Para a variável idade, a categoria 60 a 69 anos foi tomada como padrão. Observou-se que o aumento da idade diminuiu a chance de obesidade e de sobrepeso e aumentou a chance de baixo peso. Entre os indivíduos de 70 a 79 anos, a chance de obesidade foi 0,61 vezes menor e 1,63 vezes maior de ser eutrófico; para sobrepeso foi 0,67 vezes menor e 1,49 vezes maior de ser eutrófico, enquanto a chance de baixo peso nesta faixa etária foi 2,17 vezes maior. Entre os idosos com idade a partir de 80 anos, a chance de obesidade foi 0,16 vezes menor e de ser eutrófico 6,25 vezes maior chance; para sobrepeso foi 0,51 vezes menor e para eutrofia a chance foi 1,96 vezes maior. Enquanto a chance de baixo peso foi 2,16 vezes maior. O baixo peso está relacionado com a imunossupressão, maior risco de infecções e constitui-se fator de risco de mortalidade importante.

A incidência de doenças crônicas não transmissíveis é alta nos indivíduos idosos, e o risco de desenvolvê-las ou de torná-las mais graves, deve ser diagnosticado precocemente. Cuidados de intervenção devem ser tomados a fim de se prevenir e evitar suas complicações (SAMPAIO, 2004).

Entre os fatores que interferem no processo de envelhecimento e também no aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis estão os de natureza genética, que não são passíveis de intervenção, e os de natureza ambiental, sobre os quais pode-se agir. Entre estes está a alimentação, que exerce papel fundamental na promoção, na manutenção e na recuperação da saúde (FERREIRA et al., 2000). Assim, a suplementação pode atuar como uma das formas de intervenção para a adequação da dieta de indivíduos com incapacidades fisiológicas como o idoso.

### **Suplementação na Terceira Idade**

A suplementação na terceira idade pode atenuar as deficiências nutricionais causadas por vários fatores já comentados, tendo como objetivo complementar a dieta e não a substituição da mesma.

No Brasil, a ANVISA, órgão responsável pela fiscalização de alimentos e congêneres, define pela Portaria nº 19 de 15 de março de 1995 o conceito para suplemento alimentar ou também chamado complemento nutricional como: “produto elaborado com a finalidade de complementar a dieta cotidiana de uma pessoa saudável, que deseja compensar um possível déficit de nutrientes, a fim de alcançar os valores da Dose Diária Recomendada (DDR). O suplemento não substitui o alimento, não podendo ser utilizado como dieta exclusiva”. Nos EUA, o conceito estabelecido para suplementos alimentares pela DSHEA (*Dietary Supplements Health and Education Act*) e aceito pelo FDA (*Food and Drug Administration*), órgão responsável por sua fiscalização seria: “produto (com exceção do tabaco) utilizado com o objetivo de suplementar a dieta e que contenha um ou mais ingredientes, como vitamina, mineral, erva ou outro tipo de planta, aminoácido, substância dietética capaz de aumentar o conteúdo calórico total da dieta, ou concentrado, metabólito, constituinte, extrato, ou combinação

desses nutrientes...”. Percebe-se que, o conceito de suplemento varia de acordo com cada país, assim como sua fiscalização.

Muitos critérios devem ser levados em consideração e questionamentos devem ser feitos individualmente quanto à necessidade do uso de suplementos. Algumas divergências existem, mas muitos estudos mostram resultados positivos e melhoria do estado nutricional de idosos (ESMARCK et al., 2001; NOVAES et al., 2005).

Nutrientes, como a proteína, têm sido estudados em relação às necessidades do idoso. A ingestão reduzida de proteínas, em relação às DRIs (*Dietary Reference Intakes*) dos idosos, pode ocasionar redução da massa e força muscular em mulheres na pós-menopausa (SILVA et al., 2006). ESMARCK et al. (2001) avaliaram o efeito da suplementação protéica (10 g de proteínas provenientes do leite de vaca e de soja) em um grupo de 13 idosos, submetidos a programas de treinos resistidos com pesos, por 12 semanas. Analisaram o ganho de força (repetições máximas e medidas de força dinâmica e isocinética) e a hipertrofia muscular (biópsia e ressonância magnética). Observou-se um ganho de força e hipertrofia muscular entre aqueles que receberam suplementação, comparados com o grupo placebo, principalmente entre aqueles que receberam logo após os exercícios físicos.

A deficiência de proteína e desnutrição tem sido associada ao declínio da imunidade, o que pode levar a um aumento da mortalidade em idosos, especialmente quando relacionada ao câncer e doenças infecciosas. A redução da resposta imune está fortemente associada a deficiências nutricionais, principalmente de micronutrientes, não constituindo uma resposta generalizada associada ao processo de envelhecimento (GIRONDON et al., 1999). Segundo HIGH (1999), SERAFINI (2000) e KRAUSE et al. (1999), a disfunção imune relacionada à idade pode ser prevenida ou retardada por intervenção dietética.

As vitaminas e minerais apresentam propriedades funcionais por atuarem positivamente no sistema imunológico, no sistema ósseo, contra alguns tipos de câncer, nas doenças cardiovasculares, doenças de pele e artrite (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

A suplementação de micronutrientes pode melhorar alguns aspectos da função imune como: resposta proliferativa linfocitária e função das células NK, produção de IL-2 e resposta humoral após vacinação (NOVAES et al. 2005). Em um estudo realizado por GIRODON et al (1999), em idosos institucionalizados e aparentemente saudáveis, o uso de suplementação que continha elementos traços de zinco e selênio, associado ou não a vitaminas, promoveu melhor resposta humoral após vacinação contra o vírus influenza e menor incidência de infecção do trato respiratório. KRAUSE et al. (1999) mostraram que mulheres idosas sem sinais de deficiência de vitamina B<sub>12</sub> e ácido fólico tiveram resposta imunológica similar às mulheres jovens, indicando que, se o estado nutricional for mantido, a imunocompetência é preservada.

A absorção de cálcio, particularmente o transporte ativo, declina com o passar da idade. Este declínio pode ser causado por deficiência dietética e diminuição endógena na produção de vitamina D que em parte, é devida à menor exposição solar nos grupos etários mais avançados. Além disso, com o processo de envelhecimento, piora a função renal e diminui a produção de vitamina D, com conseqüente hiperparatireoidismo secundário (BUZINARO et al., 2006).

A suplementação de cálcio tem sido comumente utilizada principalmente entre as mulheres adultas e idosas com o propósito de minimizar perdas ósseas associadas à idade e ao desenvolvimento da osteoporose (LOBO e TRAMONTE, 2004). Nas mulheres, a diminuição estrogênica observada após a menopausa também reduz a produção renal de 1,25(OH)<sub>2</sub>D. Por outro lado, o alto *turnover* ósseo que ocorre nos primeiros anos da menopausa pode inibir a absorção intestinal de cálcio devido à mobilização óssea do mineral, com diminuição da secreção do paratormônio (PTH) e da hidroxilação da 25-OHD (BUZINARO et al., 2006).

A osteoporose é uma doença que não tem cura, apenas controle, portanto medidas de prevenção e promoção devem ser feitas precocemente. Há controvérsia quanto à recomendação da ingestão de cálcio para mulheres na pós-menopausa. Embora a Ingestão Adequada (AI) de cálcio (IOM, 1997) seja de 1200 mg para mulheres a partir de 50 anos, DAWSON-HUGHES (1998) e WHITING

(1999) sugerem 1000 mg de cálcio por dia para aquelas recebendo reposição hormonal, mas na ausência desta terapia, recomenda-se 1500 mg de cálcio/dia. Mulheres chinesas na pós-menopausa com osteoporose responderam com concentração de cálcio sérico significativamente reduzida, quando recebiam 1200 mg de cálcio por dia (KUNG et al., 1998). No entanto, é sabido que entre os idosos brasileiros a ingestão de cálcio é bem abaixo desses valores, o que reforça ainda mais a importância da suplementação para essa faixa etária (MONTILLA et al., 2003; ABREU, 2003; MENEZES et al., 2005).

Um alimento rico em carboidratos complexos e fibras, proteínas de alto valor biológico, vitamina A, ácido fólico e minerais (cálcio, ferro, zinco, selênio), foi desenvolvido por pesquisadores da área de Nutrição Humana e Medicina da Universidade de São Paulo, em 1999, com o objetivo de avaliar os efeitos desse alimento no estado nutricional de pacientes idosos institucionalizados. Os resultados demonstraram o aumento significativo da absorção de cálcio e na atividade da fosfatase alcalina, proporcionando uma maior absorção de fosfatos. Além disso, os achados obtidos sugeriram uma maior metabolização óssea, um ganho de peso médio de 1 kg, aumento das atividades físicas e melhora no funcionamento intestinal (SALGADO *et al.*, 1999).

Apesar dos estudos de consumo alimentar com idosos brasileiros não apresentarem uma inadequação para ferro tão proeminente, como para outros minerais, há de se considerar que esses podem apresentar risco para deficiência de ferro. A absorção de ferro pode estar comprometida, uma vez que, a deficiência não é determinada apenas pelo baixo consumo de ferro, mas também pela presença de sangramentos imperceptíveis, devido a processos de doenças, os quais muitas vezes não são avaliados (MENEZES, 2005). OLIVARES et al (2000) observaram que os processos inflamatórios são os principais determinantes de anemia nesse grupo etário. Deve-se considerar ainda as interações presentes entre os nutrientes, em que a absorção do ferro pode estar comprometida com a presença de grandes quantidades de cálcio e zinco. Logo, cuidados devem ser tomados em relação a esse micronutriente na prática da suplementação para a terceira idade.

### **Interações entre os nutrientes e biodisponibilidade**

Os estudos de biodisponibilidade indicam que o metabolismo dos nutrientes não pode ser considerado de maneira isolada. Fatores fisiológicos e nutricionais podem interferir na absorção, no transporte e no armazenamento, com subsequente aumento da suscetibilidade à deficiência ou toxicidade. Um dos fatores que pode interferir na biodisponibilidade seria a interação entre os nutrientes (LOBO e TRAMONTE, 2004).

Essas interações podem ocorrer de forma direta ou indireta. As interações diretas são geralmente fenômenos competitivos que ocorrem durante a absorção intestinal ou utilização tecidual. As interações indiretas ocorrem quando um nutriente está envolvido no metabolismo do outro, de modo que a deficiência de um acarreta no prejuízo de função do outro (LOBO e TRAMONTE, 2004).

Suplementos protéicos ou alimentos enriquecidos com proteína podem ter um impacto sobre o balanço de cálcio. Alguns autores (ALLEN, 1982; HEANEY, 1993; FAIRWEATHER-TAIT e TEUCHER, 2002) relatam uma associação negativa entre o aumento da ingestão protéica e o metabolismo do cálcio, enquanto outros (MILLER, 1989; DAWSON-HUGHES et al., 2004) não demonstraram essa relação. Um dos aspectos mais estudados com relação à interação da ingestão protéica com o metabolismo de cálcio, se refere ao aumento na excreção de cálcio na urina. Estima-se que haja um aumento da calciúria em 60 mg/dia para cada 50 g de proteína ingerida. Cada grama de proteína metabolizada aumentaria as concentrações urinárias de cálcio em cerca de 1,75 mg. Logo, duplicar a quantidade de proteínas dietéticas purificadas ou aminoácidos na dieta aumentaria o cálcio urinário em cerca de 50%. O mecanismo que induz a hipercalciúria envolve uma redução na reabsorção renal de cálcio (BUZINARO et al., 2006).

No entanto, DAWSON-HUGHES et al. (2004) examinaram o efeito do aumento da ingestão de proteína na excreção urinária de cálcio e compararam os níveis circulantes de IGF-I e os marcadores bioquímicos do *turnover* ósseo na saúde dos idosos. Os idosos com ingestão menor que 0,85 g/kg/dia receberam dietas com baixo e alto teor protéico (0,04 g/kg e 0,75 g/kg, respectivamente). E observaram que a excreção urinária de cálcio nos dois grupos não apresentou

diferenças estatisticamente significantes, mas o grupo que recebeu maior teor de proteínas teve níveis mais elevados de IGF-I ( $p= 0,008$ ), fator de crescimento ósseo, e níveis mais baixos de N-telopeptídeos ( $p = 0,038$ ), marcador de resorção óssea.

Devido ao grande aumento do uso de suplementos com cálcio e de alimentos fortificados, também tem crescido a preocupação sobre o efeito de altas doses de cálcio na indução da deficiência de minerais, como ferro e zinco.

Diversos estudos têm mostrado que o consumo elevado de cálcio, concomitante com o ferro, leva a uma redução de até 60% do ferro. Esta redução é dependente de uma quantidade determinada, ainda não estabelecida, e atinge seu valor máximo na presença de 300 mg de cálcio, pois valores acima parecem não provocar redução significativa na absorção do ferro (HALLBERG et al., 1991).

O cálcio pode interferir na biodisponibilidade tanto do ferro heme quanto do ferro não heme (LYNCH, 2000). O mecanismo ainda não é bem conhecido, mas alguns autores (BARTON et al., 1983; HALLBERG et al., 1991; HALLBERG et al., 1992a; HALLBERG et al., 1992b) sugerem que essa interação pode se dar por duas vias. Competição entre minerais pelo mesmo transportador no processo de absorção, entrada no enterócito pelo ferro não heme, e/ou a competição pelo transportador na saída do ferro para a circulação sanguínea através da membrana basolateral, justificando assim a influência do cálcio no ferro heme.

GRINDER-PEDERSEN et al. (2004) avaliaram o efeito da ingestão de cálcio em diferentes formas, em dietas básicas, na absorção de ferro não-heme durante 4 dias. A primeira dieta continha em sua composição 224 mg Ca/dia, a segunda foi servida com um copo de leite em cada refeição (826 mg Ca/dia), a terceira foi adicionado lactato de cálcio aos alimentos selecionados da dieta básica (802 mg Ca/dia) e a quarta dieta foi adicionado um isolado de mineral do leite de vaca (801 mgCa/dia). Não foram encontradas diferenças significantes entre as dietas, concluindo que, não há diferenças significantes em relação à absorção de ferro, interagido com o cálcio proveniente do leite, com o de suplementos.

Em relação à interação cálcio e zinco existem resultados controversos. DAWNSON-HUGHES et al. (1986) verificaram que o efeito da suplementação de

500 mg de cálcio elementar sobre o zinco (3,62 mg) não reduziu sua absorção. Já outros autores avaliaram o efeito de grandes quantidades de cálcio sobre a absorção do zinco em mulheres pós-menopausa. Estas receberam uma dieta padronizada contendo 17,6 mg de zinco e 890 mg de cálcio por dia e após 12 dias, receberam mais 468 mg de cálcio na forma de um alimento ou de suplemento. O balanço de zinco foi significativamente reduzido durante o tratamento com altas doses de cálcio (WOOD e ZHENG, 1997).

Os estudos sobre a interação ferro e zinco têm sido feito utilizando-se diferentes níveis destes minerais (OLIVARES et al. 2007). O'BRIEN et al. (2000) avaliaram o impacto da suplementação com ferro em um grupo de gestantes e observaram que a suplementação diminui a absorção de zinco em mais de 50%.

Segundo PERES et al. (2001), a interação ferro e zinco parece depender não somente da dose dos minerais mas também do estado nutricional dos indivíduos. Eles estudaram a influência da relação ferro e zinco e deficiência de ferro na absorção do zinco em ratos. Encontraram que na razão molar acima de 2:1 houve inibição da absorção de zinco. Os dados apresentados pelos autores ressaltam a importância do cuidado do zinco quando se inicia um programa de suplementação de ferro. Já RODRIGUEZ-MATAS et al. (1998) demonstraram que em situação de deficiência de ferro em ratos, a absorção de zinco permanece inalterada, provocando maiores alterações no metabolismo do cobre do que no zinco.

Para uma suplementação adequada, além das interações presentes entre os nutrientes, outros fatores devem ser considerados como, o consumo médio diário, a quantidade de nutriente presente na porção consumida e a composição ou tipo de nutriente adicionado. Em relação aos minerais, existem vários tipos de compostos usados no enriquecimento de alimentos industrializados e suplementos. Devem-se considerar as propriedades sensoriais e a biodisponibilidade destes (BRASIL, 1998).

Quanto ao ferro, a solubilidade dos compostos está inversamente relacionada à duração do armazenamento. O sulfato ferroso é um sal instável, apesar de ser um composto de ferro com alta biodisponibilidade e baixo custo.

Outros compostos insolúveis como o pirofosfato férrico são mais estáveis e de menor custo, no entanto sua biodisponibilidade é baixa. O fumarato ferroso apresentou biodisponibilidade significativamente mais alta que o pirofosfato férrico em cereais infantis fortificados (DAVIDSSON et al., 2000). O ferro aminoácido quelato, é um composto promissor, possui alta biodisponibilidade e segundo alguns autores, a estabilidade do produto se mantém por um ano, sem alterar as condições sensoriais dos alimentos, no entanto seu custo é elevado (RANGANATHAN et al., 1996).

Contudo, fica clara a importância de se conhecer melhor as possíveis interações e biodisponibilidade dos nutrientes, antes de realizar um programa de suplementação. Em especial para o grupo dos idosos, que possuem características fisiológicas, psico-socioeconômicas e funcionais diferenciadas. Assim, a suplementação deve ser criteriosa, para garantir então, bons resultados e melhoria do seu estado nutricional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, W.C. Aspectos socioeconômicos, de saúde e nutrição, com ênfase no consumo alimentar, de idosos atendidos pelo Programa Municipal da Terceira idade (PMTI), de Viçosa-MG. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2003.

ACUNÃ, K., CRUZ, T. Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**. v.48, n.3, p.345-361, 2004.

ALLEN, L.H.. Calcium bioavailability and absorption: a review. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.35, p.783-808, 1982.

BARTON, J.C.; CONRAD, M.E.; PARMLEY, R.T. Calcium inhibition of inorganic iron absorption in rats. **Gastroenterology**, n.84, p. 90-101, 1983.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria SVS nº 32 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de suplementos vitamínicos e/ou de minerais. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em 12/03/07.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria SVS nº 29 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em 12/03/07.

BUZINARO, E.F.; ALMEIDA, R.N.A; MAZETO, G.M.F.S. Bioavailability of dietary calcium. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**. v. 50, n. 5, 2006.

CABRERA, M.A.S.; JACOB FILHO, W. Obesidade em idosos: prevalência, distribuição e associação com hábitos e co-morbidades. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo.** , v. 45, n. 5, p. 494-501, 2001.

CAMPOS, M.T.F.S.; MONTEIRO, J.B.R.; ORNELAS, A.P.R.C. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso. **Revista Nutrição**, v.13, n.3, p. 157-165, 2000.

CAMPOS, M.A.G.; PEDROSO, E.R.P.; LAMOUNIER, J.A.; COLOSIMO, E.A.; ABRANTES, M.M. Estado Nutricional e Fatores Associados em Idosos. **Revista da Associação Médica Brasileira.** v. 52,n.4, p. 214-21, 2006.

CERQUEIRA, A.T.A.R.; OLIVEIRA N. I. L. Programa de Apoio a Cuidadores: Uma Ação Terapêutica e Preventiva na Atenção à Saúde dos Idosos. **Psicologia USP**, v.13 n.1, p.133-150, 2002.

DAVIDSSON, L., et al. Iron bioavailability in infants from an infant cereal fortified with ferric pyrophosphate or ferrous fumarate. **American Journal of Clinical Nutrition.** v.71, p.1597-1602, 2000.

DOUMAS, B.T.; WATSON, W.A.; BIGGS, H.G.; Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. **Clinical Chimica Acta**, v.31 87-96, 1971.

DAWSON-HUGHES, B.; SELIGSON, F.H.; HUGHES, V.A. Effects of calcium carbonate and hydroxyapatite on zinc and iron retention in postmenopausal women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.44, p.83-88, 1986.

DAWSON-HUGHES, B. Osteoporosis treatment and the calcium requirement. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.67, p.5-6, 1998.

DOWSON-HUGHES, B.; HARRIS, S.S.; RASMUSSEN, H.; SONG, L.; DALLAL, G.E. Effect of dietary protein supplements on calcium excretion in healthy older men and women. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.89, n.3, p.1169–1173, 2004.

ESMARCK B.; ANDERSEN J.L.; OLSEN S.; RICHTER E.A; MIZUNO M.; KJAER M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. **Journal of Physiology**.; v.535, n.1, p.301-311, 2001.

FAIRWEATHER-TAIT, S.J.; TEUCHER B. Calcium bioavailability in relation to bone health. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**. v.72, n.1, p.13-18, 2002.

FERREIRA, C.V.; MARUCCI, M.F.N.; HIRSCHBRUCH, M.D.; LIMA, V.T.; SALGADO, J.; REIS, N.T.; NAJAS, M. Nutrição e Envelhecimento: Como garantir qualidade de vida daqueles que envelhecem? **Nutrição em Pauta**, n.44, p. 13-18, 2000.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [homepage on the Internet]. Censos Demográficos 2000. Brasília: IBGE Diretoria de Pesquisas [Acesso em 2007 jun 26]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

GIRODON F.; GALAN P.; MONGET A.; BOUTRON-RUAULT M.; BRUNEL-LECOMTE P.; PREZIOSI P. Impact of trace elements and vitamin supplementation on immunity and infections in institutionalized patients: a randomized controlled trial. **Archives International Medicine**, v.159, n.7, p. 748-754, 1999.

GRINDER-PEDERSEN, L.; BUKHAVE, K.; HØJGAARD, M.J.L.; HANSEN, M. Calcium from milk or calcium-fortified foods does not inhibit nonheme-iron

absorption from a whole diet consumed over a 4-d period. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 80, n. 2, p. 404-409, 2004.

HALLBERG, L.; BRUNE, M.; ERLANDSSON, M.; SANDBERG, A.; ROSSANDER-HULTEN, L. Calcium: effect of different amounts on nonheme and heme-iron absorption in humans. **American Journal of Nutrition**. v.53, p.112-119, 1991.

HALLBERG, L.; ROSSANDER-HULTEN, L.; BRUNE, M.; GLEERUP, A. Inhibition of haem-iron absorption in man by calcium. **British Journal of Nutrition**. v.69, p.533-540, 1992a.

HALLBERG, L.; ROSSANDER-HULTEN, L.; BRUNE, M.; GLEERUP, A. Calcium and iron absorption mechanism of action and nutritional importance. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.49, p.317-327, 1992b.

HEANEY R.P. Protein intake and the calcium economy. **Journal of the American Dietetic Association**.v.93, p.1259-1260, 1993.

HIGH K.P. Micronutrient supplementation and immune function in the elderly. **Clinical Infectious Diseases**, v.28, n.4, p.717-722, 1999.

KELLER, I. et al.. Global Survey on Geriatrics in the Medical Curriculum. **Geneva:** World Health Organization, 2002.

KRAUSE, D.; MASTRO, A.M.; HANDTE, G.; SMICIKLAS-WRIGHT, H.; MILES, M.P.; AHLUWALIA, N. Immune function did not decline with aging in apparently healthy, well-nourished women. **Mechanisms of Ageing and Development** .v. 112, n.1, p.43-57, 1999.

KUNG, A.W.C., LUK, K.D.K., CHU, L.W., CHIU, P.K.Y. Age-related osteoporosis in Chinese: an evaluation of the response of intestinal calcium absorption and

calcitropic hormones to dietary calcium deprivation. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, p.1291-1297,1998.

LEBRÃO M. L.. SABE – Saúde, Bem-estar e Envelhecimento – O Projeto Sabe no município de São Paulo: uma abordagem inicial, Brasília: **Organização Pan-Americana da Saúde**, 255p. : il, 2003.

LOBO, A.S.; TRAMONTE, V.L.C. Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição**, v.17, n.1, p.107-113, 2004.

LOPES, A.C.S.; CAIAFFA, W.T; SICHIERI, R. MINGOTI, S.A; LIMA-COSTA, M.F. Consumo de nutrientes em adultos e idosos em estudo de base populacional: Projeto Bambuí. **Caderno de Saúde Pública**, v. 21, n.4, p.1201-1209, 2005.

LYNCH, S.R. The effect of calcium on iron absorption. **Nutrition Research Reviews**, v.13, p.141-158, 2000.

MENEZES, T.N.; MARUCCI, M.F.N.; HOLANDA, I.M.M. Ingestão de cálcio e ferro alimentar por idosos residentes em instituições geriátricas de Fortaleza, CE. **Revista de Saúde Comunitária**. v. 1, n.2, p.100-109, 2005.

MILLER D.D. Calcium in the diet: food sources, recommended intakes, and nutritional bioavailability. **Advances in Food and Nutrition Research**. v.33, p.103-156, 1989.

MONTILLA, R.N.G.;MARUCCI, M.F.N.;ALDRIGHI, J.M.; Avaliação do estado nutricional e do consumo alimentar de mulheres no climatério. **Revista da Associação de Medicina Brasileira**, v.49, n.1, p. 91-95, 2003.

NOVAES, M.C.G., ITO, M.K., ARRUDA, S.F., RODRIGUES, P., LISBOA, A. Q. Micronutrients supplementation during the senescence: implications for the immunological functions. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 3, 2005 .

O'BRIEN, K.O; ZAVALETA, N.; CAULFIELD, L.E.; WEN, J.; ABRAMS, S.A. Prenatal iron supplements impair zinc absorption in pregnant peruvian women. **Journal of Nutrition**, v.130, n.9, p.2251-2255, 2000.

OLIVARES M., HERTRAMPF E., CAPURRO M.T., WEGNER D. Prevalence of anemia in elderly subjects living at home: role of micronutrient deficiency and inflammation. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.834-839, 2000.

OLIVARES, M.D.; PIZARRO, F.M.T.; RUZ, M. New insights about iron bioavailability inhibition by zinc. **Nutrition**, v.23, p.292-295, 2007.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. El estado físico: uso e interpretación de la antropometria. **Genebra**: OMS. p.452, 1995. (OMS, Serie de informes Técnicos, 854).

OTERO, U.B.; ROZENFELD S.; GADELHA, A.M.J.; CARVALHO, M.S. Mortalidade por desnutrição em idosos, região Sudeste do Brasil, 1980-1997. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n.2, p.141-148, 2002.

PERES, J.M.; BUREAU, F.; NEUVILLE D.; ARHAN P., BOUGLE D. Inhibition of zinc absorption by iron depends on their ratio. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v.15, n.4, p.237-241, 2001.

RANGANATHAN, S. et al. Trial of ferrous glycine sulphate in the fortification of common salt with iron. **Food Chemical**, v.57, p.311-315, 1996.

RODRIGUEZ-MATAS, M.C.; LISBONA, F.; GOMEZ-AYALA, A.E.; LOPEZ-ALIAGA, I.; CAMPOS, M.S. Influence of nutritional iron deficiency development on some aspects of iron, copper and zinc metabolism. **The Lab Animal**, v.32, n.3, p.298-306, 1998.

SAMPAIO L.R. Avaliação nutricional no envelhecimento. **Revista de Nutrição**, v.17, n.4, p. 507-514, 2004.

SERAFINI, M. Dietary vitamin E and T cell-mediated function in the elderly: effectiveness and mechanism of action. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 18, n.4-5, p. 401-410, 2000.

SILVA, T.A.A.; FRISOLI, A.J.; PINHEIRO, M.M.; SZEJNFELD, V.L. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, n.6, p. 391-397, 2006.

SILVA, R.R; BUENO, J.M.; MARTINO, H.S.D.; FERNANDES, M.F.S.; COSTA, L.S.; SILVA, R.R. Avaliação nutricional e prevalência de doenças crônicas não transmissíveis em idosos pertencentes a um programa assistencial. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**. v.13, n.4, p.1237-1246, 2008.

TAVARES, E.L.; ANJOS, L.A. Perfil antropométrico da população idosa brasileira. Resultados da Pesquisa nacional sobre alimentação e Nutrição. **Revista de Saúde Pública**, v.15,n.4, p.759-768, 1999.

U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition (2001). "Overview of Dietary Supplements." Available from <<http://www.cfsan.fda.gov/~dms>>

WHITING, S.J. The inhibitory effect of dietary calcium on iron bioavailability: a cause for concern? **Nutrition Reviews**, v.53, n.3, p.77-80, 1999.

WOOD, R.J.; ZHENG, J.J. High dietary calcium intakes reduce zinc absorption and balance in humans. **American Journal Clinical of Nutrition**, v.65, p.1803-1809, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: use and interpretation of anthropometry. **Geneva**; 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases (DRAFT). Report of WHO. Consultation on Obesity. **Geneva**, 28 January-1 February, p.1-54, 2002.

## **CAPÍTULO 2**

### **COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E QUALIDADE PROTÉICA DE SUPLEMENTO ALIMENTAR PARA A TERCEIRA IDADE.**

#### **1. INTRODUÇÃO**

O envelhecimento submete o organismo a diversas alterações anatômicas e funcionais, com repercussões nas condições de saúde e nutrição do idoso. Na maioria das vezes, tais alterações são progressivas e ocasionam redução na capacidade funcional. Dentre as mudanças fisiológicas está a redução do metabolismo basal, a redistribuição da massa corporal, as alterações no funcionamento digestivo, alterações na percepção sensorial e a diminuição à sensibilidade à sede (CAMPOS et al., 2000).

No desenvolvimento de produtos para a população idosa deve-se tomar o cuidado de oferecer os nutrientes que promovam adequada ingestão, atendendo às recomendações para essa faixa etária, assim como atenuar suas principais carências nutricionais.

O distúrbio nutricional mais importante observado nos idosos é a desnutrição protéico-calórica, que está associado ao aumento da mortalidade, da suscetibilidade às infecções e à redução da qualidade de vida. Entretanto, a desnutrição protéico-calórica é freqüentemente ignorada, pois é vista, erroneamente, como parte do processo normal de envelhecimento (OTERO et al., 2001).

O envelhecimento natural está associado com o declínio da massa muscular e a conseqüente perda de força e potência muscular. E a ingestão reduzida de proteínas, em relação às DRIs (Dietary Reference Intakes) dos idosos, pode acentuar a redução da massa e força muscular (SILVA et al., 2006).

A deficiência de proteína e desnutrição também tem sido associada ao declínio da imunidade, o que pode levar ao aumento da mortalidade em idosos, especialmente quando relacionada ao câncer e doenças infecciosas. A redução da resposta imune está fortemente associada com deficiências nutricionais, não constituindo uma resposta generalizada associada ao processo de

envelhecimento (GIRONDON et al., 1999). A disfunção imune relacionada à idade, entretanto, pode ser prevenida ou retardada por intervenção dietética (HIGH, 1999; SERAFINI, 2000; KRAUSE et al., 1999).

Os alimentos de origem animal são de grande importância para o suprimento de proteína na alimentação, pois quase sempre contêm proteínas de alta qualidade nutricional. As carnes em geral, leite e ovos apresentam em sua composição todos os aminoácidos indispensáveis, e quando presentes em uma refeição melhoram a qualidade nutricional da mesma, já que os cereais e leguminosas têm qualidade de sua proteína prejudicada por baixos conteúdos de lisina, treonina, triptofano ou metionina o que reduz a biodisponibilidade dos seus aminoácidos e o valor nutricional das suas proteínas (READ, 2002).

O leite representa uma das principais fontes de proteínas, desde o nascimento dos seres humanos. Seus principais constituintes sólidos são lactose (4,90%), gordura (3,80%), proteínas (3,30%) e minerais (0,72%).

O soro do leite tem sido alvo de muitos estudos, em relação à sua capacidade funcional. As proteínas do soro de leite são altamente digeríveis pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais, classificadas como proteínas de metabolização rápida, muito adequadas para situações de estresses metabólicos em que a reposição de proteínas no organismo se torna emergencial (BOIRIE et al., 1997; DANGIN et al., 2001). Pode ser obtido em laboratório ou na indústria por três processos principais: pelo processo de coagulação enzimática, precipitação ácida no pH isoelétrico e separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se um concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado protéico (ZINSLY et al., 2001; MAUBOIS et al., 2001).

A qualidade protéica é dependente de três atributos principais da proteína, quais sejam, a sua digestibilidade, a disponibilidade e o perfil de seus aminoácidos (MacNURLAN e GARLICK, 2000). Uma proteína de boa qualidade nutricional deve ter alta digestibilidade e apresentar em sua composição uma mistura de aminoácidos em quantidade adequada para cumprir as suas funções de síntese e manutenção dos tecidos corporais (BÓS et al., 2000).

Alguns dos parâmetros conhecidos para avaliar qualidade de proteína são o coeficiente de eficiência protéica (PER), razão protéica líquida (NPR), digestibilidade (D), valor biológico (VB), utilização protéica líquida (NPU), escore químico de aminoácidos e escore químico corrigido pela digestibilidade protéica (PIRES, 2005).

Visando fazer uma análise das características nutricionais do produto para os idosos, este estudo teve como objetivo determinar a composição centesimal e avaliar a qualidade protéica do suplemento alimentar.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio e as análises foram realizados nos laboratórios de Nutrição Experimental e de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

### **2.1 Material**

#### **2.1.1. Suplemento Alimentar (SA)**

O produto analisado é um suplemento alimentar, para idosos, desenvolvido por uma empresa da incubadora tecnológica da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

O suplemento tem em sua composição os seguintes ingredientes: leite em pó desnatado, concentrado de proteína do soro do leite, albumina, colágeno, inulina, polidextrose, maltodextrina, frutose, sacarina de sódio e mistura de minerais e vitaminas. Chegou-se na formulação final do produto, por meio de pesquisas na literatura a respeito do perfil nutricional de idosos e suas principais deficiências.

As quantidades foram determinadas respeitando-se as recomendações nutricionais das DRI's (*Dietary Reference Intakes*) para a faixa etária em estudo, levando-se em consideração a RDA, AI e o limite superior tolerável de ingestão (UL) de cada nutriente da formulação. A composição de vitaminas e minerais foi estabelecida de acordo com as recomendações nutricionais para o idoso do sexo masculino (IOM, 1997, 1998, 2000, 2001) e inserida na formulação na forma de mix de minerais e de vitaminas (Mcassab Ltda). A quantidade também foi determinada para fornecer em uma porção de 30 g do suplemento um mínimo 25 % das DRIs, uma exigência da portaria da ANVISA (BRASIL, 1998). Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se as vitaminas e minerais inseridos na fórmula e suas quantidades em 100 g do suplemento.

A forma de preparo consiste na solubilização do suplemento em copo de água contendo 200 mL, utilizando o liquidificador.

TABELA 1 - Teor das vitaminas em 100 g do suplemento alimentar .

Nutriente	Quantidade (*)
Vitamina A (µg)	900
Vitamina C (mg)	90
Vitamina D (µg)	10
Vitamina E (mg)	15
Vitamina K (µg)	120
Tiamina (mg)	1,2
Riboflavina (mg)	1,3
Niacina (mg)	16
Piridoxina (mg)	1,7
Ácido fólico (µg)	400
Cianocobalamina (µg)	2,4
Biotina (µg)	30
Colina (µg)	550
Ácido pantotênico (mg)	5

Fonte: IOM, 1997; IOM, 1998; IOM, 2000; IOM, 2001.

(\*) Correspondente a 100% das DRIs para adultos (homens acima de 50 anos de idade)

TABELA 2 - Teor dos minerais em 100 g de suplemento alimentar .

Nutriente	Quantidade (*)
Cálcio (g)	1,2
Cromo (µg)	30
Iodo (µg)	150
Flúor (mg)	4
Magnésio (mg)	420
Manganês (mg)	2,3
Cobre (µg)	900
Fósforo (mg)	700
Zinco (mg)	11
Selênio (µg)	55
Ferro (mg)	8

Fonte: IOM, 1997; IOM, 2000; IOM, 2001.

(\*) Correspondente a 100% das DRIs para adultos (homens acima de 50 anos de idade)

## **2.2 Composição centesimal**

### **2.2.1 Umidade**

Para determinação da umidade, cerca de 3 g do suplemento em pó foi pesado em triplicata, em placas previamente taradas, e submetidas a aquecimento em estufa de ar circulante a 105<sup>0</sup>C por 24 horas, segundo a metodologia da AOAC (1998).

Após a secagem, as amostras foram resfriadas em dessecador com sílica gel e pesadas em balança analítica digital da marca OHAUS, com precisão de 0,0001g. A umidade foi calculada pela diferença entre a amostra úmida e seca.

### **2.2.2 Lipídios Totais**

O teor de lipídios totais foi determinado pelo método de Soxhlet, segundo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### **2.2.3 Proteínas Totais**

As proteínas totais foram determinadas pelo micro-método de Kjeldhal, segundo a AOAC (1998).

### **2.2.4 Fibras**

Os teores de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico, segundo AOAC (1998).

### **2.2.5 Cinzas**

Para análise do teor de cinzas, cerca de 3 g das amostras secas, obtidas na análise de umidade, foram pesadas em cadinhos de porcelana previamente secos e pesados e submetidos à calcinação em mufla, à 600<sup>0</sup>C, por 6 horas. Posteriormente, os cadinhos com as amostras foram resfriados em dessecador com sílica gel e novamente pesados em balança analítica digital da marca OHAUS. O teor de cinzas foi determinado pela diferença de peso antes e após a calcinação (AOAC, 1998).

### **2.2.6 Carboidratos**

Foram determinados por diferença percentual entre os teores de proteínas, lipídios, umidade, cinzas e fibras.

## **2.3 Ensaio Biológico**

### **2.3.1. Preparo das dietas**

A dieta utilizada foi a AIN-93G modificada (REEVES et al., 1993), para fornecer entre 9,0 a 10,0% de proteína (Tabela 3).

O teor de proteína dos suplementos e das dietas foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl (AOAC, 1998). Todos os ingredientes foram peneirados em balança semi-analítica da marca GEHAKA, modelo BG2000. Inicialmente, foram misturados manualmente em vasilhames plásticos, previamente lavados e enxaguados com água deionizada e a seguir homogeneizados em batedeira semi-industrial, da marca LEME, por um período de aproximadamente 15 minutos.

Após o preparo das dietas foram identificadas e armazenadas sob refrigeração até o momento do consumo. As dietas foram oferecidas na forma de pó aos animais.

### **2.3.2. Desenho experimental**

Foram utilizados no ensaio biológico 18 ratos (*Rattus norvegicus*, variedade *albinus*, *Rodentia*) machos, raça Wistar, provenientes do Biotério Central, da Universidade Federal de Viçosa. Os ratos recém-desmamados, com cerca de 23 dias de idade, pesando entre 65 e 81 g, com média de 75,8 g.

O experimento foi constituído por um grupo com dieta livre de nitrogênio (LN), outro com dieta padrão de caseína (CAS) e uma dieta teste (SA), contendo suplemento alimentar para idosos como fonte protéica. Os ratos foram divididos em 3 grupos de seis animais, de forma sistemática, a fim de possibilitar a menor variação possível intra e inter-grupo. Também foram mantidos em gaiolas individuais, onde receberam água destilada e alimento *ad libitum* durante 14 dias,

com ciclo de luz de 12 horas e temperatura entre 23±2°C, conforme recomendação da AOAC (1998).

### **2.3.3. Digestibilidade *in vivo***

Para a determinação da digestibilidade, as dietas foram marcadas com índigo carmim, na proporção de 100 mg/100 g de dieta, e oferecidas aos animais no 7º e 10º dia do experimento. As fezes foram coletadas entre o 8º e 11º dia, secas em estufa com circulação de ar a 105°C por 24 h e foi determinado o nitrogênio fecal por semi-micro Kjeldahl (AOAC, 1998).

A digestibilidade verdadeira (DV) foi determinada pela relação:

$$DV = I - (F - F_k) \times 100 / I$$

Onde I é nitrogênio ingerido pelo grupo-teste; F é o nitrogênio fecal do grupo-teste; e F<sub>k</sub> é o nitrogênio fecal do grupo com dieta aprotéica.

### **2.3.4. Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA), Coeficiente de Eficácia Protéica (PER) e Razão Líquida Protéica (NPR) Modificados.**

O PER (*Protein Efficiency Ratio*) foi determinado no 14º dia do experimento, considerando-se o ganho de peso do animal em relação à proteína ingerida por este (OSBORNE et al., AOAC, 1984), conforme a relação:

PER = ganho de peso do grupo-teste (g) / proteína ingerida pelo grupo-teste (g).

O coeficiente de eficácia alimentar (CEA) também foi determinado no 14º dia do experimento e é definido como:

CEA = ganho de peso do grupo-teste (g) x 100 / consumo alimentar do grupo-teste (g).

O NPR (*Net Protein Ratio*) foi determinado levando em consideração o ganho de peso do grupo-teste, mais a perda de peso do grupo de dieta aprotéica (perda endógena), de acordo com BENDER e DOELL (1957).

NPR = ganho de peso do grupo-teste (g) + perda de peso do grupo aprotéico (g)/proteína consumida pelo grupo-teste (g).

Os valores obtidos podem ser expressos como percentual em relação ao valor obtido para a dieta de caseína que é considerada 100%. Esse percentual é denominado PER relativo (RPER) e NPR relativo (RNPR).

#### **2.4. Determinação dos teores de proteína**

Os teores de proteína da caseína e do suplemento alimentar, das dietas e das fezes foram determinados segundo metodologia citada no item 2.2.3. Os valores obtidos para os ingredientes e dietas encontram-se na Tabela 3.

#### **2.5 Análise estatística**

O delineamento experimental do estudo foi o de blocos casualizados, com 6 repetições e 2 tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram testadas pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística realizada foi utilizado o programa Sigma Stat, versão 2.0 (FOX et al. 1994).

TABELA 3 - Composição e teor de proteína das dietas experimentais utilizadas no ensaio biológico para avaliação da qualidade protéica do suplemento alimentar .

Ingredientes	Dietas (g/100g)		
	LN	CAS	SA
Caseína	0,00	12,10	0,00
SA	0,00	0,00	24,88
Maltodextrina	13,20	13,20	13,20
Sacarose	10,00	10,00	10,00
Óleo de soja	7,00	7,00	7,00
Celulose microfina	5,00	5,00	5,00
Mistura de minerais	3,50	3,50	3,50
Mistura de vitaminas	1,00	1,00	1,00
L- cistina	0,30	0,30	0,30
Bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25
Amido de Milho	59,75	47,64	34,86
Proteína	—	9,50	9,88

Dietas: LN – Dieta livre de nitrogênio; CAS – Dieta controle de caseína; SA – Dieta teste contendo o Suplemento Alimentar

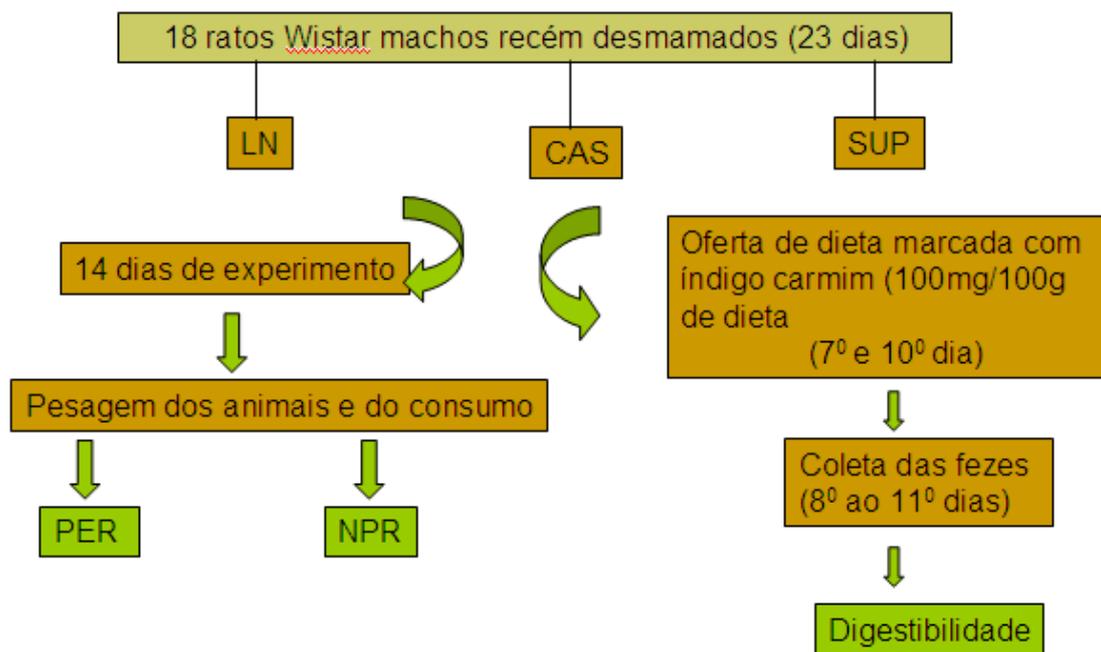


FIGURA 1. Fluxograma do ensaio biológico de qualidade protéica.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Composição Centesimal

Na Tabela 4 verificam-se os valores médios encontrados na avaliação da composição centesimal do suplemento alimentar.

TABELA 4 – Composição centesimal do suplemento alimentar (g/100g).

NUTRIENTES	(g)
Umidade	6,0
Carboidratos (g)	29,5
Proteínas (g)	38,2
Lipídios (g)	0,2
Cinzas (g)	7,5
Fibra Total	9,3
Fibra insolúvel	5,8
Fibra solúvel	3,5

Em relação às calorias o produto apresentou 280 kcal em 100g do produto.

#### 3.2 Ensaio Biológico

Observou-se que o suplemento apresentou-se superior ( $p < 0,05$ ) à proteína padrão caseína, com PER de 111,69% , mostrando-se altamente eficaz na promoção do crescimento. Para o NPR, o suplemento novamente apresentou superior ( $p < 0,05$ ) quando comparado à dieta padrão de caseína. Calculando-se o NPR relativo, o suplemento alimentar foi de 100,79% (Tabela 5), demonstrando a capacidade da proteína para promover o crescimento e a manutenção dos tecidos corporais.

TABELA 5 – Coeficiente de eficácia alimentar (CEA), Coeficiente de eficiência protéica absoluta (PER) e relativo (PERR), razão protéica líquida absoluta (NPR) e relativa (NPRR).

<b>Tratamento</b>	<b>CEA</b>	<b>PER</b>	<b>PERR</b> <b>(%)</b>	<b>NPR</b>	<b>NPRR</b> <b>(%)</b>
CAS	30,47 ±1,944 a	3,21 ±0,205 a	100	4,19 ±0,148 a	100
SA	35,42 ±3,077 b	3,59 ±0,312 b	111,69	4,64 ±0,312 b	100,79

\* Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Dietas: CAS – Dieta controle de caseína; SA – Dieta Suplemento Alimentar

Na Tabela 6 estão os dados para a digestibilidade verdadeira *in vivo*. O suplemento obteve digestibilidade acima de 90%. No entanto foi inferior à caseína ( $p < 0,05$ ).

TABELA 6 – Digestibilidade verdadeira (DIG) e digestibilidade verdadeira relativa (DIGR).

<b>Tratamento</b>	<b>DIG</b>	<b>DIGR (%)</b>
CAS	94,76 ±1,152 b	100
SA	92,34 ±1,714 a	97,44

\* Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Dietas: CAS – Dieta controle de caseína; SA – Dieta Suplemento Alimentar

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Composição Centesimal

Em relação à energia, as análises da composição centesimal do suplemento revelaram que o suplemento possui 84 kcal por porção (30 g), somando um total diário de 252 kcal, quando consumido três vezes ao dia. Portanto, indivíduos idosos em estado nutricional adequado, podem consumir o produto reduzindo-se as porções, de acordo com as suas necessidades, orientados por um profissional. Para aqueles em estado de desnutrição, uma forma de se aumentar o valor calórico seria oferecer o produto solubilizado ao leite desnatado em vez de água, o que proporcionaria um aumento de 70 kcal por porção.

WOUTERS-WESSELING *et al.* (2003) avaliaram o efeito de um suplemento nutricional líquido na composição corporal e funcionamento físico em pessoas idosas com índice de massa corporal (IMC) menor ou igual a 25 kg/m<sup>2</sup>. Foi realizada suplementação duas vezes por dia, totalizando 250 kcal diárias. Os autores concluíram que a suplementação dietética promoveu um aumento no peso corporal, não afetando a ingestão energética da refeição regular e ainda resultando em uma ingestão energética adicional, o que é importante em pacientes idosos com desnutrição.

Em relação aos carboidratos, é recomendada ingestão de 50 a 60% do total energético, de preferência na forma de carboidratos complexos, que em sua maioria também sejam fontes de fibras, minerais e vitaminas. Para o suplemento estudado, a quantidade de carboidrato digerível encontrada em 100 g foi de 29,5 g, representando 42,5% do valor energético total do produto.

Utilizou-se no suplemento as fontes de carboidrato: inulina, polidextrose, maltodextrina e frutose; Foi adicionada sacarina como adoçante. Estes elementos contribuem para um produto relativamente baixo em calorias e índice glicêmico, podendo ser consumido por idosos diabéticos. VASQUES *et. al.* (2007), em estudo feito com mulheres de idade média 25,5 ± 1,3 anos, índice de massa corporal de 20,3 ± 0,7 Kg/m<sup>2</sup>, constataram que o suplemento alimentar para a terceira idade avaliado no presente estudo possui baixo índice glicêmico.

As fibras, bem como as vitaminas e minerais, são nutrientes funcionais que aumentam os benefícios nutricionais para a saúde dos idosos. As fibras presentes no suplemento foram analisadas em fibras totais e insolúveis. A quantidade de fibras totais encontrada em 100 g do produto foi de 9,3 g, se equipara aos alimentos de origem vegetal como ameixa preta seca (9,25 g), aveia em flocos (10,0 g), e coco fresco (9,4 g), considerados alimentos excelentes fontes de fibras (PHILIPPI, 2002). De acordo com ROBINSON e LEIF (2001), as recomendações de fibras na terceira idade oscilam entre 20 a 35 g/dia, sendo os alimentos ricos em fibras, como cereais, frutas e verduras a principal fonte dietética. Logo, uma porção do suplemento contribuiria com 11,2% das recomendações, considerando a recomendação de 25 g/dia de fibras.

O suplemento continha inulina como fonte de prebióticos, que são fibras que possuem propriedades físicas que os tornam aplicáveis em vários produtos alimentícios, como ausência de cor e odor, estabilidade em pH neutro e em temperaturas elevadas (140 °C), bem como, solubilidade superior à da sacarose (PASSOS e PARK, 2003). A quantidade de fibra solúvel determinada no produto foi de 3,5 g em 100 g. Por porção são 1,05 g, somando 4,8 kcal no valor energético total do suplemento, uma vez que cada g fornece 1,5 kcal (NINESS, 1999). Os mesmos são considerados substâncias seguras para o consumo humano, com base em avaliações toxicológicas (COUSSEMENT, 1999).

A proteína presente na composição do suplemento é oriunda da proteína animal, soma um total de 38,2%. Está na forma de albumina, colágeno, leite em pó desnatado e concentrado do soro do leite.

As recomendações americanas e canadenses (DRI's) para homens e mulheres na faixa entre 51 a 70 anos, bem como, acima de 71 anos são de 0,8 g de proteína/kg/dia, que equivale a 56 g/dia para os homens e 46 g/dia para as mulheres (IOM, 2002). O suplemento fornece em 3 porções diárias (90 g) 35 g de proteínas, o que equivale a 62,5% da recomendação para homens e 76% do recomendado pela DRI para mulheres idosas.

A quantidade de lipídio determinada foi de 0,2 g, um valor baixo em relação aos demais nutrientes. O produto foi desenvolvido com o propósito de atender

idosos com carências nutricionais e também aqueles com doenças crônicas não transmissíveis como, hipercolesterolemia, doenças cardiovasculares e diabetes, cuja prevalência é alta nessa faixa etária.

Quanto às vitaminas e minerais, autores consideram a população geriátrica um grupo vulnerável com relação à sua ingestão (MONTILLA et al., 2003; ABREU, 2003; LOPES et al., 2005; MENEZES et al., 2005) . As quantidades de vitaminas e minerais do suplemento alimentar, por porção, equivaleram a 30% da DRI - *Dietary Reference Intakes* (IOM 1997; 1998; 2000; 2001). Quando consumidas as três porções por dia, atinge-se um valor de 90% das recomendações. No estudo realizado por WOUTERS-WESSELING *et al.* (2003), o suplemento nutricional líquido avaliado apresentava a seguinte composição (g/100 g): 250 kcal, 8,75 g de proteína, 28,5 g de carboidratos, 11,25 g de lipídios e micronutrientes em quantidades aproximadamente entre 30 a 150% da RDA de idosos (*Recommended Dietary Allowances*, 1989) para vitaminas e minerais, com um incremento nos níveis de antioxidantes.

Entre os minerais, é sabido que a ingestão de cálcio é reduzida em idosos brasileiros, logo, a suplementação é recomendada em alguns casos, com o propósito de evitar carências e problemas relacionados à saúde óssea (MONTILLA et al., 2003; ABREU, 2003; MENEZES et al., 2005). Embora as recomendações das DRIs (1997), indique uma ingestão de 1.200 mg de cálcio para mulheres a partir de 50 anos, DAWSON-HUGHES (1998) e WHITING (1999) sugerem 1.000 mg de cálcio por dia para aquelas recebendo reposição hormonal, mas na ausência desta terapia, recomenda-se 1.500 mg de cálcio/dia. Mulheres chinesas na pós-menopausa com osteoporose responderam com concentração de cálcio sérico significativamente reduzida, quando recebiam 1.200 mg de cálcio por dia (KUNG et al., 1998). No produto estudado, a quantidade de cálcio adicionado foi de 1,2 g em 100 g. Uma porção de 30 g do suplemento, possui 360 mg de cálcio ou seja 30% da DRI.

A quantidade de ferro adicionado a uma porção do suplemento, apesar de corresponder a 30% das recomendações de ferro para idosos e estudos de consumo alimentar com idosos brasileiros não apresentarem uma inadequação

para ferro tão proeminente, como para outros minerais, há de se considerar que esses podem apresentar risco para deficiência de ferro. A absorção de ferro pode estar comprometida, uma vez que, a deficiência não é determinada apenas pelo baixo consumo de ferro, mas também pela presença de sangramentos imperceptíveis, devido a processos de doenças, os quais muitas vezes não são avaliados (MENEZES, 2005). Outro comprometimento pode ocorrer em caso de suplementação de nutrientes como o cálcio, o que pode prejudicar a biodisponibilidade do ferro, devido à interação cálcio e ferro.

#### **4.2 Ensaio Biológico**

Em relação ao valor protéico do produto, tanto o Coeficiente de Eficiência protéica (PER) quanto a Razão de Eficiência Protéica Líquida (NPR), o suplemento apresentou-se significativamente superior à proteína padrão caseína. FRIEDMAN (1996), considera de alto valor nutritivo, proteínas com PER acima de 2,0. Dessa forma, as proteínas do suplemento são consideradas de ótimo valor nutricional.

Isto sugere que a proteína utilizada no produto pode ser uma boa fonte alimentar para a manutenção e reposição de massa muscular de idosos, principalmente aqueles com desnutrição. LAUQUE *et al.* (2000) avaliaram um suplemento oral protéico e energético em 88 idosos desnutridos institucionalizados, por um período de dois meses, e verificaram que em relação ao peso corporal houve um aumento de 1,4 kg  $\pm$  0,5. PAYETTE *et al.* (2002) avaliaram os benefícios de um suplemento nutricional em 83 idosos da comunidade, frágeis e desnutridos, durante quatro meses de intervenção. Houve aumento de peso (1,62 kg  $\pm$  0,04 kg;  $p < 0,001$ ) e concluíram que a perda de peso pode ser interrompida e em alguns casos revertida. CASELATO (2007) avaliou um produto dietético (14,5 g de proteína) para a terceira idade, houve um ganho de peso médio de 1,88 kg entre os idosos desnutridos, embora sem diferença significativa. Como conclusão considerou relevante o pouco tempo de estudo.

A digestibilidade é a medida da percentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas na forma de aminoácidos, ou

de qualquer outro composto nitrogenado pelo organismo. Quando certas ligações peptídicas não são hidrolisadas no processo digestivo, parte da proteína é excretada nas fezes ou transformada em produtos do metabolismo pelos microrganismos do intestino grosso (SGARBIERI, 1987).

Embora o SA tenha apresentado digestibilidade inferior ( $p < 0,05$ ) à da caseína, seus aminoácidos absorvidos foram bem utilizados para a síntese protéica, como evidenciado no PER e NPR. A menor digestibilidade pode ter sido influenciada pela fermentação da microbiota intestinal em função do maior teor de fibras presente na dieta teste (SA). O que resulta na maior excreção de nitrogênio microbiano. Em pessoas saudáveis, foi avaliado o efeito das fibras, inulina e de beterraba, na utilização de nutrientes digestíveis da dieta (CASTIGLIA-DELAUDAUD et al., 1998). Ambas as fontes diminuíram entre 1-2% a digestibilidade do nitrogênio protéico, do lipídio e da energia da dieta. Os grupos que receberam fibra apresentaram valores elevados para o número de defecações e peso fecal, atribuídos ao aumento da hidratação da massa fecal e da excreção de massa microbiana.

Estudos citados por SCHWEIZER e EDWARDS (1992) mostraram que a ingestão de fibras, insolúvel ou solúvel, resulta em aumento de nitrogênio fecal, no entanto, outras mostraram que as fibras não interferiram na excreção de proteína para as fezes. A digestibilidade aparente do nitrogênio protéico foi influenciada pela natureza da fibra alimentar, digestibilidade dos carboidratos da dieta, proporção de proteína da dieta, tempo de trânsito e degradabilidade da fibra (BEAMES e EGGUM, 1981; EGGUM et al., 1984; SCHWEIZER e EDWARDS, 1992).

## **5. CONCLUSÃO**

O suplemento alimentar possui uma composição nutricional adequada podendo suprimir algumas carências nutricionais do idoso como de proteínas, fibras, vitaminas e sais minerais.. Os resultados do ensaio biológico, indicam que o produto possui boa qualidade protéica, visto que ambos apresentaram valores de PER e NPR superiores ao da caseína e digestibilidade acima de 90%.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, W.C. Aspectos socioeconômicos, de saúde e nutrição, com ênfase no consumo alimentar, de idosos atendidos pelo Programa Municipal da Terceira idade (PMTI), de Viçosa-MG. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2003.

ARBONÈS, G. Nutrición y recomendaciones dietéticas para personas mayores. **Nutrition Hospitalaria**, v. 18. n. 3. p. 109-137, 2003.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS **Official Methods of Analysis**, 18<sup>th</sup> ed., AOAC, Washington, 1998.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS **Official Methods of Analysis**, 15<sup>th</sup> ed., AOAC, Washington, 1984.

BEAMES, R.M.; EGGUM, B.O. The effect of type and level of protein, fibre and starch on nitrogen excretion patterns in rats. **British Journal of Nutrition**, v.46, p.301-313, 1981.

BENDER, A.E.; DOELL, B.H. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. **British Journal of Nutrition**, v.11, p. 138-143, 1957.

BOIRIE Y, DANGIN M, GACHON P, VASSON MP, MAUBOIS J-L, BEAUFRÈRE B. Slow and fast dietary proteins differently modulate post-prandial protein secretion. **Proc Nat Acad Sci (USA)**, v.94, p.14930-14935, 1997.

BOS, C.; GAUDICHON, C.; TOMÉ, D. Nutricional and physiological criteria in the assessment of milk protein for humans. **Journal of the American College of Nutrition**, v.19, n.2, p.191S-205S, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria SVS nº 32 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de suplementos vitamínicos e/ou de minerais. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em 12/03/07.

CAMPOS, M.T.F.S; MONTEIRO, J.B.R.; ORNELAS, A.P.R.C. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 3, p.157-165, 2000.

CAMPOS, M.A.G.; PEDROSO, E.R.P.; LAMOUNIER, J.A.; COLOSIMO, E.A.; ABRANTES, M.M. Estado Nutricional e Fatores Associados em Idosos. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 52,n.4, p. 214-21, 2006.

CASELATO DE SOUZA, V.M..Impacto de um produto dietético sobre o estado nutricional em Idosos. [Dissertação]. Campinas: UNICAMP, 2007.

CASTIGLIA-DELAUVAUD, C.; VERDIER, E.; BESLE, J.M.; VERNET, J.; BOIRIE, Y.; BEAUFRERE, B.; De BAYNAST, R.; VERMOREL, M. Net energy value of no-starch polysaccharide isolates (sugarbeet fibre and commercial inulin) and their impact on nutrient digestive utilization in healthy human subjects. **British Journal of Nutrition**, v.80, p.343-352, 1998.

COUSSEMENT, P.A.A. Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. **The Journal of Nutrition**. Bethesda, v. 129 (S), p.1412-1417, 1999.

CURIATI, J.A.E.; ALENCAR, Y.M.G. Nutrição e envelhecimento. In: CARVALHO FILHO, E.T.; PAPALÉO NETTO, M. **Geriatrics, fundamentos, clínica e terapêutica**. 1ª ed. São Paulo: Atheneu,1994.

DANGIN M, BOIURIE Y, GARCIA-RODENA C, GACHON P, FAUQUANT J, CALLIER P, *et al*. The digestion rate is an independent regulating factor of post

prandial protein retention. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v. 280, p.E340-E348, 2001.

DAWSON-HUGHES, B. Osteoporosis treatment and the calcium requirement. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.67, p.5-6, 1998.

EGGUM, B.O.; BEAMES, R.M.; WOLSTRUP, J.; BUCH KNUDSEN, K.E. The effect of protein quality and fibre level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats. **British Journal of Nutrition**, v.51, p.305-314, 1984.

ELSBORG, L.; NIELSEN, J.A.; BERTRAM, U. The intake of vitamins and minerals by the elderly at home. **International Journal Vitamin and Nutrition Research**. Bern Hans Huber, v. 53, n. 3, p. 321-329, 1983.

FORTES, R.C. Os frutooligossacarídeos, a inulina e suas implicações na indústria de alimentos. **Nutrição Brasil**, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 52-61, 2005.

FOX E, KUO J, TILLING L, ULRICH C. User's manual – sigma stat: statistical software for windows. Germany: Jandel; 1994.

FRIEDMAN, M. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Whashington, v.44, n.1, p.6-29, 1996.

GIRODON, F.; GALAN, P.; MONGET, A.; BOUTRON-RUAULT, M.; BRUNELECOMTE, P.; PREZIOSI, P.; ARNAUD, J.; MAUGUERRA, J.; HERCEBERG, S. Impact of trace elements and vitamin supplementation on immunity and infections in institutionalized patients: a randomized controlled trial. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 159, n. 7, p. 748-754, 1999.

HIGH, K.P. Micronutrient supplementation and immune function in the elderly. **Clinical Infectious Diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America**. Chicago, v. 28, p. 717-722, 1999.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI – Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. National Academic Press, Washington, D.C., 1997. Disponível em URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI – Dietary Reference Intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline. Washington, D.C., National Academy Press, p.564, , 1998. Disponível em: URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI - Dietary Reference Intakes for vitamin C, vitamin E, Selenium and Caratenoids. Washington, D.C., National Academy Press, p.95-185, 2000. Disponível em: URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI - Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, D.C., National Academy Press, 2001. Disponível em: URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas. 3ed São Paulo, v.1, p.533, 1985.

LAUQUE, S.; ARNAUD-BATTANDIER, F.; MANSOURIAN, R.; GUIGOZ, Y. ; AINTIN, M. ; NOURHASHEMI, F. ; VELLAS, B. Protein-energy oral supplementation in malnourished nursing-home residents: A controlled trial. **Age and Ageing**, v. 30, n. 1, p.51-6, 2000.

KRAUSE, D.; MASTRO, A.M.; HANDTE, G.; SMICKLAS-WRIGHT, H.; MILES, M.P.; AHLUWALIA, N. Immune function did not decline with aging in apparently

healthy, well-nourished women. **Mechanisms of Ageing and Development**, Lausanne, v. 112, n. 1, p. 43-57, 1999.

KUNG, A.W.C., LUK, K.D.K., CHU, L.W., CHIU, P.K.Y. Age-related osteoporosis in Chinese: an evaluation of the response of intestinal calcium absorption and calcitropic hormones to dietary calcium deprivation. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, p.1291-1297,1998.

MACNURLAN, M. A.; GARLICK,P.J. Proteins syntesis and degradation. In: STIPANUK, M.H. **Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition**, W.B.Saunders Company, p.212, 2000.

MAUBOIS J-L, FAUQUANT J, FAMELART M-H, CAUSSIN F. Milk microfiltrate, a convenient starting material for fractionation of whey proteins and derivatives. *In*: Proceedings of the 3rd International Whey Conference; 2001; Munich. Chicago: **American Dairy Products Institute**, p.59-72, 2001.

MENEZES, T.N.; MARUCCI, M.F.N.; HOLANDA, I.M.M. Ingestão de cálcio e ferro alimentar por idosos residentes em instituições geriátricas de Fortaleza, CE. **Revista de Saúde Comunitária**. v. 1, n.2, p.100-109, 2005.

MONTILLA, R.N.G.;MARUCCI, M.F.N.;ALDRIGHI, J.M.; Avaliação do estado nutricional e do consumo alimentar de mulheres no climatério. **Revista da Associação de Medicina Brasileira**, v.49, n.1, p. 91-95, 2003.

NINESS, K.R. Inulin and oligofructose: what are they? **The Journal of Nutrition**. Bethesda, v. 129 (S), p. 1402-1406, 1999.

NOGUÉS, R. Factores que afectan la ingesta de nutrientes en el anciano y que condicionan su correcta nutrición. **Nutrición Clínica**, v. 15. n. 2, p. 39-44, 1995.

OTERO, U.B.; ROZENFELD S.; GADELHA, A.M.J.; CARVALHO, M.S. Mortalidade por desnutrição em idosos, região Sudeste do Brasil, 1980-1997. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n.2, p.141-148, 2002.

PASSOS, M.L.P.; PARK, Y.K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.33, n.2, p. 385-390, 2003.

PAYETTE, H.; BOUTIER, V.; COULOMBE, C.; GRAY-DONALD, K. Benefits of nutritional supplementation in free-living, frail, undernourished elderly people : a prospective randomized community trial. **Journal American of Dietetic Association**, v. 103, n. 8, p. 1088-95, 2002.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. São Paulo: CORONÁRIO, p.135, 2002.

QUINTERO-MOLINA, R. Nutrición en los ancianos. **Geriatrka**, v.9, n.1, p. 14-18, 1993.

READ, R.S.D. Macronutrient innovations and their educational implications: proteins, peptides and amino acids. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.11, supp.6, p.S174-S183, 2002.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C. AIN-93 Purified diets for Laboratory Rodents: Final Report of The American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76<sup>A</sup> Rodent Diet. **Journal of Nutrition**, v.123, p.1939-1951, 1993.

ROBINSON, G.E.; LEIF, B.J. **Nutrition management & restorative dining for older adults – practical interventions for caregivers**. 1a ed, Chicago, Ed. American Dietetic Association, v. 14, 2001.

SCHWEIZER, T.F.; EDWARDS, C.A. **Dietary fibre:** a component of food; nutritional function in health and disease. London: Springer-Verlag, p.354, 1992.

SERAFINI, M. Dietary vitamin E and T cell-mediated function in the elderly: effectiveness and mechanism of action. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 18, n.4-5, p. 401-410, 2000.

SGARBIERI, V.C. Métodos de avaliação da qualidade nutricional dos alimentos. In: SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição – fator de saúde e desenvolvimento**. São Paulo, Almed, p. 250-261, 1987.

SGARBIERI, V.C.; PACHECO, M.T.B. Revisão: Alimentos funcionais fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.2, n. (1,2), p. 7-19, 1999.

SILVA, T.A.A.; FRISOLI, A.J.; PINHEIRO, M.M.; SZEJNFELD, V.L. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, n.6, p. 391-397, 2006.

SILVA, R.R; BUENO, J.M.; MARTINO, H.S.D.; FERNANDES, M.F.S.; COSTA, L.S.; SILVA, R.R. Avaliação nutricional e prevalência de doenças crônicas não transmissíveis em idosos pertencentes a um programa assistencial. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, p.0193, 2007.

VASQUES, A. C. J. ; SAKON, P. O. ; ANNA, M. S. L. S. ; CARVALHO, G. Q. ; GERALDO, J. M. ; FABRINI, S. P. ; ALFENAS, R. C. G. . Impacto do consumo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no índice glicêmico de um suplemento alimentar protéico. In: 9º Congresso da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição - **SBAN, 2007**, São Paulo. Nutrire. São Paulo, v. 32. p. 185-185, 2007.

ZIEGLER, F.L.F. **Desenvolvimento de um produto dietético funcional para idosos.** [Dissertação] Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, p.206, 2006.

ZINSLY PF, SGARBIERI VC, PEREIRA DIAS NFG, JACOBUCCI HB, PACHECO MTB, BALDINI VLS. Produção piloto de concentrados de proteínas de leite bovino: composição e valor nutritivo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.4, p.1-8, 2001.

WOUTERS-WESSELING, W.; VAN HOOIJDONK, C.; WAGENAAR, L.; BINDELS, J.; DE GROOT, L.; VAN STAVEREN, W. The effect of liquid nutrition supplement on body composition and physical functioning in elderly people. **Clinical Nutrition**, v. 22, p. 371-7, 2003.

WHITING, S.J. The inhibitory effect of dietary calcium on iron bioavailability: a cause for concern? **Nutrition Reviews**, v.53, n.3, p.77-80, 1999.

### **CAPÍTULO 3**

## **BIODISPONIBILIDADE DE FERRO EM SUPLEMENTO ALIMENTAR COM DIFERENTES SAIS DE FERRO PARA TERCEIRA IDADE**

### **1. INTRODUÇÃO**

As alterações anatômicas e funcionais ocorridas em idosos, associadas a condições psico-socioeconômicas (perda da capacidade cognitiva, isolamento e diminuição da renda), bem como o uso de múltiplos medicamentos, podem resultar em mudanças do consumo alimentar e da absorção de nutrientes importantes, como o ferro, levando a carências nutricionais (QUINTERO-MOLINA, 1993; NOGUÉS, 1995; CAMPOS et al., 2000)..

A anemia é uma condição comum em populações idosas e sua prevalência tende a aumentar com o avançar da idade. Esta carência nutricional está associada com um aumento da mortalidade, incapacidade, declínio do desempenho físico e uma baixa qualidade de vida (BOOGAERTS et al., 2003; GURALINK et al., 2004; PENNINX et al., 2003; PENNINX et al., 2004; LANDI, 2007). A anemia tem sido definida como a redução patológica da concentração de hemoglobina (Hb) circulante, desencadeada por mecanismos fisiopatológicos diversos (WHO, 2001). A anemia é o problema hematológico mais comumente encontrado nos indivíduos idosos. BEGHÉ et al, em sua revisão sobre o tema, encontraram uma grande variação da prevalência de anemia, entre os estudos realizados com a população idosa, com números oscilando entre 2,9% a 61,0%, em homens, e 3,3% a 41,0% em mulheres.

MENEZES et al (2005) avaliaram a ingestão alimentar de ferro de 152 idosos de ambos os sexos, residentes em instituições geriátricas da cidade de Fortaleza, Ceará. Das 105 mulheres idosas, 12% apresentaram consumo insuficiente de ferro alimentar. A absorção de ferro pode estar comprometida, uma vez que, a deficiência não é determinada apenas pelo baixo consumo de ferro, mas também pela presença de sangramentos imperceptíveis, devido a processos de doenças, os quais muitas vezes não são avaliados.

OLIVARES et al (2000) observaram que os processos inflamatórios são os principais determinantes de anemia nesse grupo etário. Ainda devem-se considerar as interações presentes entre os nutrientes, em que a absorção do ferro pode estar comprometida com a presença de grandes quantidades de cálcio e zinco. Logo, cuidados precisam ser tomados em relação a esse micronutriente na prática da suplementação para a terceira idade.

As anemias nutricionais têm sido combatidas por meio de medidas preventivas e curativas baseadas na administração de sais de ferro como suplemento medicamentoso, e, ou, fortificação de alimentos com ferro (COZZOLINO, 1993; HUMA et al., 2007).

Alterações sensoriais são comuns quando o ferro é adicionado nos alimentos. Compostos de ferro com alta biodisponibilidade, como sulfato ferroso e glucanato ferroso causam mudanças de cor e sabor em diversos veículos alimentares. Fontes menos biodisponíveis como pirofosfato férrico e formas de ferro elementar têm sido comumente utilizadas na fortificação de alimentos em pó e cereais. Embora estes compostos não sejam tão bem absorvidos quanto o sulfato ferroso, eles não causam modificações sensoriais (HURREL, 2002).

Outros compostos de ferro alternativos têm sido propostos. O fumarato ferroso e o ferro aminoácido quelato têm mostrado ser tão bem absorvidos quanto o sulfato ferroso, sem causar mudanças de cor e sabor nos alimentos (UMBELINO et al., 2001; HURREL, 2002). COPLIN et al. (1991) demonstraram maior preferência e menores efeitos adversos (cólica, constipação, náusea) em indivíduos suplementados com ferro aminoácido quelato do que aqueles com sulfato ferroso. O fumarato ferroso é um composto ligeiramente solúvel em água, mas altamente solúvel em soluções ácidas diluídas, como o suco gástrico, indicando que este sal apresenta uma alta biodisponibilidade (HURREL, 2002; BOCCIO e IYENGAR, 2003).

O estudo da biodisponibilidade de ferro nos alimentos possibilita estimar a quantidade de ferro alimentar biologicamente disponível, o que influenciará em um melhor planejamento alimentar e em intervenções dietéticas mais eficientes no tratamento da anemia ferropriva.

O suplemento alimentar avaliado neste estudo é um produto protéico e que apresenta em sua composição um alto teor de cálcio (1200 mg/100 g) e fibras (9,3 g fibras/100 g), sendo 3,5 g representados por fibras prebióticas. Logo, possíveis interações podem estar presentes, comprometendo ou potencializando a absorção do ferro. Estudos têm demonstrado a interação negativa entre o cálcio e o ferro. Em geral, é uma relação dose dependente, ou seja, quanto maior a dose de cálcio mais acentuada a redução na absorção do ferro. Até o valor máximo de 300 mg de cálcio não foi observada redução adicional com relação à absorção de ferro (WHITING e WOOD, 1997, LYNCH, 2000; YBARRA et al., 2001). Também é sabido que possíveis interações com o ferro podem apresentar as proteínas e as fibras (HURRELL et al., 1989; OHTA, 1995; LOPES, 2000).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a biodisponibilidade de ferro de três suplementos alimentares destinados a idosos, contendo pirofosfato férrico, fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato. Observando assim suas possíveis interações.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O ensaio e as análises foram realizados nos laboratórios de Nutrição Experimental do Departamento de Nutrição e Saúde e de Espectrometria de Absorção Atômica do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

### **2.1 Suplemento Alimentar**

O produto analisado é um suplemento alimentar, para idosos, desenvolvido por uma empresa da incubadora tecnológica da Universidade Federal de Viçosa, MG.

O suplemento tem em sua composição os seguintes ingredientes: leite em pó desnatado, concentrado de proteína do soro do leite, albumina, colágeno, inulina, polidextrose, maltodextrina, frutose, sacarina sódica e mistura de minerais e vitaminas. Chegou-se na formulação final do produto, por meio de pesquisas na literatura a respeito do perfil nutricional de idosos e suas principais deficiências.

As quantidades foram determinadas respeitando-se as recomendações nutricionais das DRI's (Dietary Reference Intakes) para a faixa etária em estudo, levando-se em consideração o limite superior tolerável de ingestão (UL) de cada nutriente da formulação. A composição de vitaminas e minerais foi estabelecida de acordo com as recomendações nutricionais para o idoso do sexo masculino (IOM, 1997, 1998, 2000, 2001) e inserida na formulação na forma de mix de minerais e de vitaminas (Mcassab Ltda). A quantidade também foi determinada para fornecer em uma porção de 30 g do suplemento um mínimo 25% das DRIs (Dietary Reference Intakes), uma exigência da portaria da ANVISA (BRASIL, 1998). As Tabelas 2 e 3 descrevem as vitaminas e minerais inseridos na fórmula e suas quantidades em 100 g do suplemento.

A forma de preparo seria a solubilização do suplemento em copo de água (200 mL), utilizando o liquidificador.

O custo de fabricação do suplemento varia em função do tipo de sal de ferro utilizado.

TABELA 1 – Variação do custo do da mistura de minerais utilizada na fórmula do SA em função do sal de ferro utilizado.

<b>Compostos de ferro</b>	<b>Mistura de minerais(R\$/kg)</b>
Pirofosfato férrico	24,82
Fumarato ferroso	24,91
Ferro aminoácido quelato	25,82

Fonte: Mcassab LTDA.

TABELA 2 - Teor das vitaminas em 100 g do suplemento alimentar.

<b>Nutriente</b>	<b>Quantidade</b>
Vitamina A (µg)	900
Vitamina C (mg)	90
Vitamina D (µg)	10
Vitamina E (mg)	15
Vitamina K (µg)	120
Tiamina (mg)	1,2
Riboflavina (mg)	1,3
Niacina (mg)	16
Piridoxina (mg)	1,7
Ácido fólico (µg)	400
Cianocobalamina (µg)	2,4
Biotina (µg)	30
Colina (µg)	550
Ácido pantotênico (mg)	5

Fonte: IOM, 1997; IOM, 1998; IOM, 2000; IOM, 2001.

(\*) Correspondente a 100% das IDRs para adultos (homens acima de 50 anos de idade).

TABELA 3 - Teor dos minerais em 100 g de suplemento alimentar.

Nutriente	Quantidade
Cálcio (g)	1,2
Cromo ( $\mu\text{g}$ )	30
Iodo ( $\mu\text{g}$ )	150
Flúor (mg)	4
Magnésio (mg)	420
Manganês (mg)	2,3
Cobre ( $\mu\text{g}$ )	900
Fósforo (mg)	700
Zinco (mg)	11
Selênio ( $\mu\text{g}$ )	55
Ferro (mg)	8

Fonte: IOM, 1997; IOM, 2000; IOM, 2001.

(\*) Correspondente a 100% das IDRs para adultos (homens acima de 50 anos de idade).

Foram realizados 2 experimentos avaliando a biodisponibilidade dos sais de ferro no suplemento Alimentar (SA):

- Experimento I – Biodisponibilidade do Pirofosfato Férrico em suplemento alimentar para terceira idade.
- Experimento II – Biodisponibilidade do Fumarato Ferroso e Ferro Aminoácido Quelato em suplemento alimentar para a terceira idade.

## **2.2 Experimento I – Biodisponibilidade do pirofosfato férrico em suplemento alimentar para terceira idade.**

### **2.2.1 Preparo das Dietas**

As dietas foram preparadas de acordo com AIN-93G (REEVES et al., 1993), indicada para animais em fase de crescimento. Os ingredientes foram pesados, individualmente, em balança semi-analítica da marca GEHAKA, modelo BG2000. Inicialmente foram misturados manualmente em vasilhames plásticos previamente lavados e enxaguados com água deionizada, e a seguir em bateadeira semi-industrial, marca LEME por um período de aproximadamente 15 minutos.

O teor de proteína da caseína foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1998).

### **2.2.2 Ensaio biológico**

Foram utilizados 55 ratos machos (*Rattus norvegicus*, variedade albinus, classe Rodentia), linhagem Wistar, recém-desmamados, com 21 dias de idade, oriundos do Biotério Central do Centro de Ciências Biológicas e de Saúde da UFV, com peso inicial variando entre 59 e 71 g.

O método utilizado para a avaliação da biodisponibilidade foi o de depleção/repleção, segundo a técnica da AOAC (1984).

### **2.2.3 Fase de depleção**

A fase de depleção teve duração de 28 dias. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, de aço inoxidável, em ambiente com temperatura controlada ( $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) e fotoperíodo de 12 horas.

Os animais receberam dieta AIN-93G (REEVES et al, 1993) modificada, utilizando mistura de minerais isenta de ferro e água deionizada *ad libitum* para a promoção de anemia.

No início dessa fase foi retirado sangue de sete ratos escolhidos aleatoriamente para determinar os níveis de hemoglobina basal. Posteriormente, foram coletadas amostras de sangue da cauda de todos os animais para determinar a dosagem de hemoglobina final.

O ganho de peso dos animais e o consumo alimentar foram avaliados semanalmente.

### **2.2.4 Fase de repleção**

Após o período de depleção e avaliação dos níveis de hemoglobina, os animais foram divididos em 6 blocos de modo que os níveis médios de hemoglobina e de peso seriam os mais próximos possíveis entre os grupos. Foram utilizadas 2 fontes de ferro, Sulfato Ferroso (SF) para o grupo controle e o sal de ferro Pirofosfato Férrico (PF) para o grupo teste, utilizando para cada tratamento três níveis de ferro: 6, 12 e 24 ppm (TABELA 4), em grupos com 8

repetições (n=48). Os animais receberam água deionizada *ad libitum* e dieta controlada, pesada diariamente, por um período de 14 dias.

TABELA 4 - Composição das dietas experimentais (g/kg) para as de depleção e repleção com base na AIN-93 G.

Ingredientes	Fase de Depleção			Fase de Repleção			
	Dieta de Depleção	PF6	PF12	PF24	SF6	SF12	SF24
Caseína (81,58% de proteína)	208,38	156,93	105,49	2,59	208,38	208,38	208,38
Amido dextrinizado	132	132	132	132	132	132	132
Sacarose	100	100	100	100	100	100	100
Óleo de soja	70	70	70	70	70	70	70
Celulose microcristalina	50	50	50	50	50	50	50
Mistura mineral isenta de ferro	35	35	35	35	35	35	35
Mistura vitamínica	10	10	10	10	10	10	10
L-cistina	3	3	3	3	3	3	3
Bitartarato de colina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Amido qsp	389,1	340,19	291,24	193,38	389,1	389,08	389,04
Produto teste (SA)	-	100,38	200,77	401,53	-	-	-
Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	0,01886	0,03768	0,07536

\*SF= Sulfato Ferroso, PF= Pirofosfato Férrico

### 2.2.5 Determinação de hemoglobina

A hemoglobina foi dosada pelo método da cianometahemoglobina, utilizando kit da marca Labtest. O sangue foi coletado, após incisão na porção terminal da cauda do animal. O volume de 20 µL de sangue foram misturados a 5 mL do reagente de cor Solução de Drabkin, composta de cianeto de potássio e ácido cianídrico. Esse método baseia-se em reação colorimétrica, com reação entre o ferro presente na hemoglobina e o cianeto da solução de Drabkin, formando cianometahemoglobina, de coloração vermelha, cuja intensidade varia de acordo com o teor de ferro presente no sangue analisado. A leitura da

absorbância foi realizada em espectrofotômetro UV-Visível, marca SHIMADZU UV-1601, no comprimento de onda de 540 nm.

Para cálculo da concentração de hemoglobina das amostras de sangue foi utilizado como referência, o valor de leitura da absorbância de uma solução padrão de hemoglobina de concentração correspondente a 10 g/dL.

### **2.2.6 Determinação do teor de ferro**

O teor de ferro do suplemento, da caseína e das dietas experimentais foi determinado por digestão via úmida de 0,5 g de amostra, utilizando 5 mL da mistura digestora nitro-perclórica 3:1 e submetida a temperatura de 150°C, por período de aproximadamente 3 horas, em bloco digestor Kjeldahltherm-Gerhart, modelo KB 40S, ou até a obtenção de solução límpida de coloração amarela, sem presença de resíduos.

A solução obtida foi diluída para 25 mL com água deionizada e a leitura feita em espectrofotômetro de absorção atômica com aspiração direta em chama de ar/acetileno, modelo GBC 908 AA, no comprimento de onda em 248,3 nm.

Toda vidraria utilizada para análise foi desmineralizada, por imersão do material em solução de HCl a 20%, por período de 24 horas, e posterior enxágüe, por 3 vezes, com água deionizada.

### **2.2.7 Análise estatística**

As médias do CEA foram submetidas ao teste t pareado a 5% de significância. Para a avaliação do efeito dos níveis de ferro no ganho de hemoglobina foi feita a análise de regressão. A análise estatística foi realizada utilizando o programa Sigma Stat versão 2.0 (FOX, 1994).

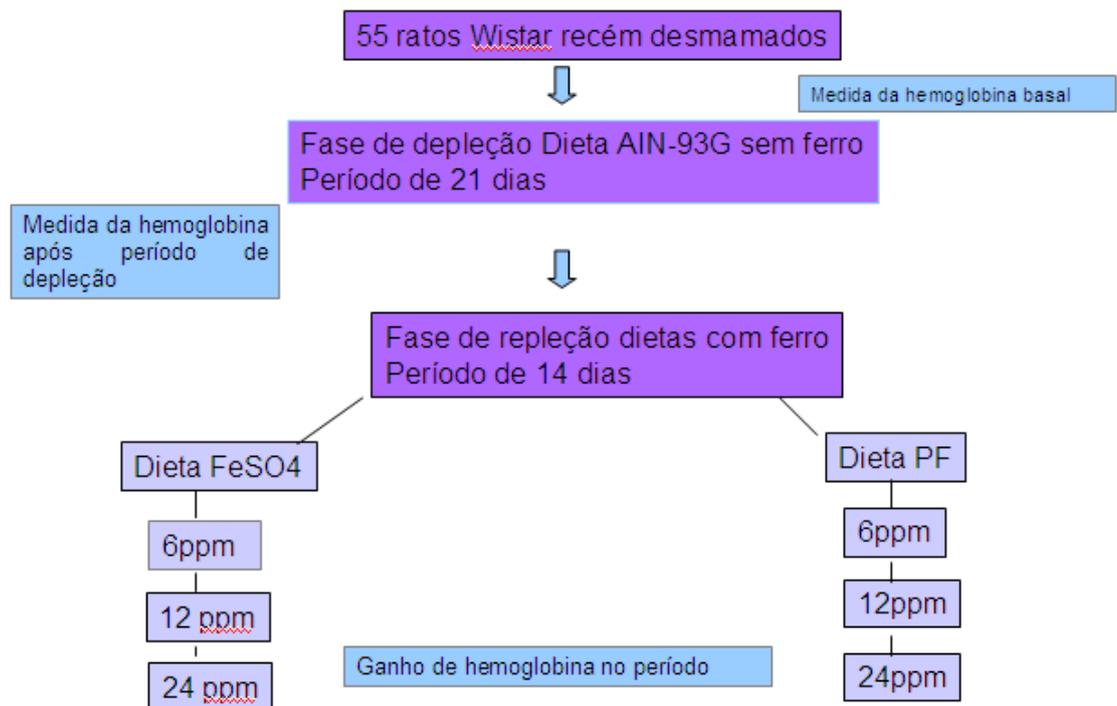


FIGURA 1 – Fluxograma do ensaio biológico do experimento I

## 2.3. Experimento II – Biodisponibilidade do fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato em suplemento alimentar para a terceira idade

### 2.3.1 Preparo das dietas

As dietas foram preparadas de acordo com AIN-93G (REEVES et al., 1993), indicada para animais em fase de crescimento. Os ingredientes foram pesados, individualmente, em balança semi-analítica da marca GEHAKA, modelo BG2000. Inicialmente foram misturados manualmente em vasilhames plásticos previamente lavados e enxaguados com água deionizada, e a seguir em batedeira semi-industrial, marca LEME, por um período de aproximadamente 15 minutos.

O teor de proteína da caseína foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1998).

### **2.3.2 Ensaio biológico**

Foram utilizados 72 ratos machos (*Rattus norvegicus*, variedade albinus, classe Rodentia), linhagem Wistar, recém-desmamados, com 28 dias de idade, oriundos do Biotério Central do Centro de Ciências Biológicas e de Saúde da UFV, com peso inicial variando entre  $67,2\text{g} \pm 2,79$ . O método utilizado para a avaliação da biodisponibilidade foi o de depleção/repleção, segundo a técnica da AOAC (1984).

### **2.3.3 Fase de depleção**

A fase de depleção teve duração de 28 dias. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, de aço inoxidável, em ambiente com temperatura controlada ( $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) e fotoperíodo de 12 horas.

Os animais receberam dieta AIN-93G (Reeves et al, 1993) modificada, utilizando mistura de minerais isenta de ferro e água deionizada *ad libitum* por 21 dias, passando, posteriormente para dieta AIN-93M por mais uma semana para promoção de anemia. Não foi possível depletar os animais com 21 dias por causa do alto teor de ferro contaminante da caseína. Mudou-se para a dieta AIN-93M por conter menor teor de caseína e portanto de ferro.

No início dessa fase foi retirado sangue de sete ratos escolhidos aleatoriamente para estimar os níveis de hemoglobina basal. Posteriormente, foram coletadas amostras de sangue da cauda de todos os animais para determinar a dosagem de hemoglobina final.

O ganho de peso dos animais e o consumo alimentar foram avaliados semanalmente.

### **2.3.4 Fase de repleção**

Após o período de depleção e avaliação dos níveis de hemoglobina, os animais foram divididos em 9 blocos de modo que os níveis médios de hemoglobina e de peso seriam os mais próximos possíveis entre os grupos. Foram utilizadas 3 fontes de ferro, sulfato ferroso (SF) como controle e os sais de ferro fumarato ferroso (FF) e ferro aminoácido quelato (FAQ), utilizando para cada

tratamento três níveis de ferro: 6, 12 e 18 ppm em grupos com 8 repetições. Foi usado 18 ppm ao invés de 24 ppm, em função do alto teor de contaminação da caseína com ferro inorgânico, o que poderia levar a um grande aumento na oferta de ferro para os animais.

Os animais receberam água deionizada *ad libitum* e dieta controlada, pesada diariamente, por um período de 14 dias.

A composição das dietas utilizadas durante a fase de repleção encontra-se na Tabela 5.

TABELA 5 - Composição das dietas experimentais (g/kg).

Ingredientes	Fase de Depleção		Fase de Repleção								
	AIN93-G	AIN93-M	SF6	SF12	SF18	FF6	FF12	FF18	FAQ6	FAQ12	FAQ18
Caseína	200,0	140,0	133,0	133,0	133,0	114,2	95,4	76,6	105,4	77,8	50,2
Amido Dextrinizado	132,0	155,0	155,0	155,0	155,0	155,0	155,0	155,0	155,0	155,0	155,0
Sacarose	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Óleo de Soja	70,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Celulose	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Microcristalina											
Mistura Mineral sem Ferro	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Mistura Vitamínica	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
L-Cistina	3,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Bitartarato de Colina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Amido qsp	397,5	465,7	472,7	472,7	472,7	441,9	411,1	380,3	438,3	403,9	369,6
Produto Teste (41% PTN)	-	-	-	-	-	49,6	99,7	148,8	61,9	123,9	185,3
Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	-	0,0236	0,0472	0,0708	-	-	-	-	-	-

SF6 – Dieta sulfato ferroso 6ppm; SF 12 – dieta sulfato ferroso 12 ppm; SF18 – dieta sulfato ferroso 18 ppm; FF6 – dieta fumarato ferroso 6 ppm; FF12 – dieta fumarato ferroso 12 ppm; FF18 – dieta fumarato ferroso 18 ppm; FAQ6 – dieta ferro aminoácido quelato 6 ppm; FAQ12 – ferro aminoácido quelato 12 ppm; FAQ18 – ferro aminoácido quelato 18 ppm.

### **2.3.5 Determinação de hemoglobina**

A determinação de hemoglobina foi realizada conforme descrito no item 2.2.5.

O ganho de hemoglobina foi calculado com a diferença entre a hemoglobina final da fase de repleção e a hemoglobina final da fase de depleção.

### **2.3.6 Determinação do teor de ferro**

O teor de ferro do suplemento foi determinado por espectrometria de absorção atômica conforme descrito no item 2.2.6.

### **2.3.7 Análise estatística**

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com 8 repetições, no esquema fatorial 3 x 3, sendo 3 tratamentos e 3 níveis de ferro. Foi feita análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, para comparação das médias onde houve significância em nível de 5% . Para a avaliação do efeito dos níveis de ferro foi feita a análise de regressão, utilizando-se o programa Sigma Stat versão 2.0 (FOX, 1994).

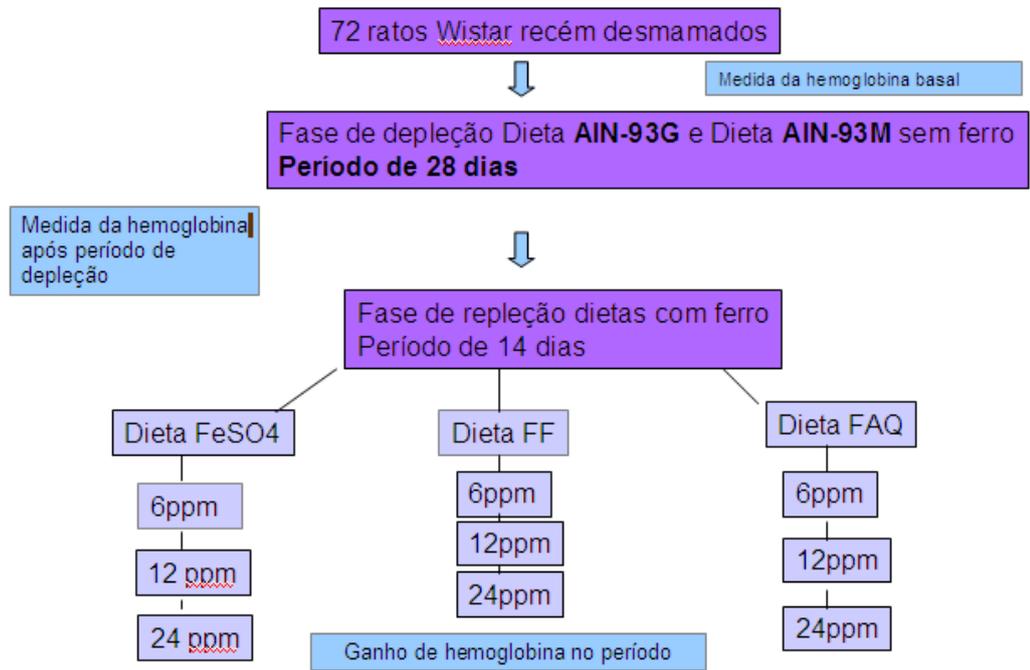


FIGURA 2 – Fluxograma do ensaio biológico de biodisponibilidade de fumarato ferroso (FF) e ferro aminoácido quelato .

## RESULTADOS

### 3.1 Experimento I

No ensaio realizado com o sal de ferro pirofosfato férrico não houve diferença estatisticamente significativa entre os Coeficientes de Eficácia Alimentar (CEA) durante a fase de depleção. Já na fase de repleção, o CEA foi diferente entre os grupos PF24 e SF24 ( $p < 0,05$ ).

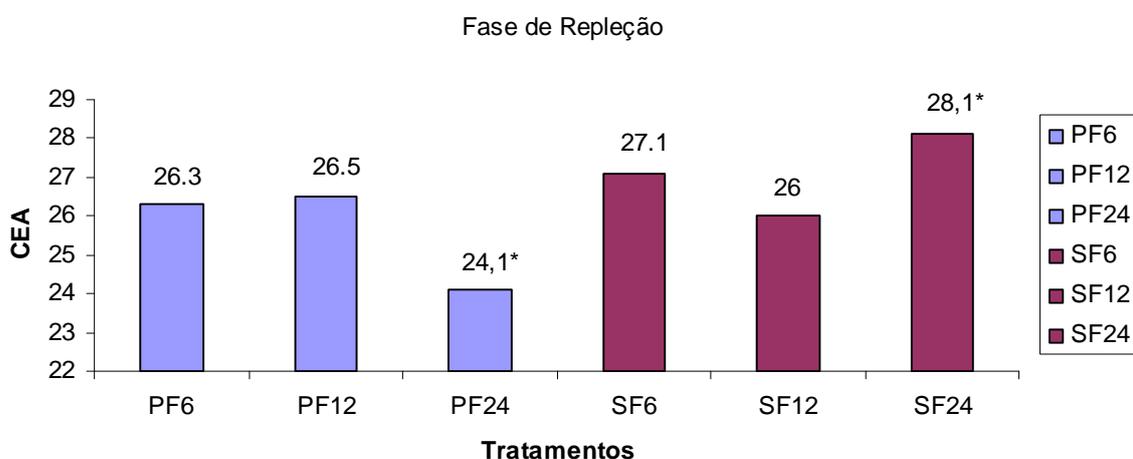


FIGURA 3 – Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA) dos grupos das dietas Pirofosfato Férrico (PF) e Sulfato ferroso (SF) (controle) na fase de repleção. PF6 (dieta pirofosfato férrico 6ppm), PF12 (dieta pirofosfato férrico 12 ppm), PF24 (dieta pirofosfato férrico 24 ppm), SF6 (dieta sulfato ferroso 6ppm), SF12 (dieta sulfato ferroso 24ppm), SF24 (dieta sulfato ferroso, 24 ppm).

\* Diferente significativamente ( $p < 0,05$ )

Foi realizada a análise de regressão linear para os três pares de dados (concentração de ferro na dieta, média do ganho de hemoglobina dos animais) de cada um dos dois tratamentos (produto teste e controle) para determinação da relação entre a concentração de ferro da dieta com o ganho de hemoglobina. Observa-se que o tratamento SF apresentou ganho de hemoglobina proporcional ao

nível de ferro na dieta, enquanto o tratamento PF apresentou um ganho de hemoglobina diferente ao nível de ferro.

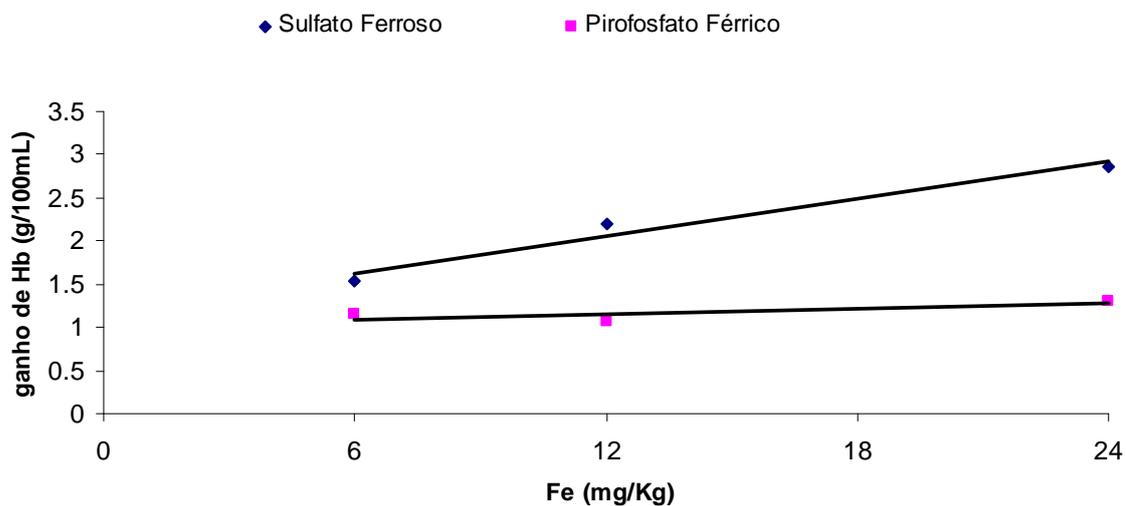


FIGURA 4 – Regressão do ganho de hemoglobina (Hb) em g/100mL, nos três níveis de ferro.

Sulfato ferroso

$$Y = 0,0101x + 1,035$$
$$R^2 = 0,74$$

Pirofosfato férrico

$$Y = 0,0718x + 1,195$$
$$R^2 = 0,93$$

### 3.2 Experimento II

A Figura 3 representa o coeficiente de eficiência alimentar (CEA) na fase de repleção dos três sais de ferro sulfato ferroso, fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato. Não houve diferenças significantes entre os resultados ( $p>0,05$ ).

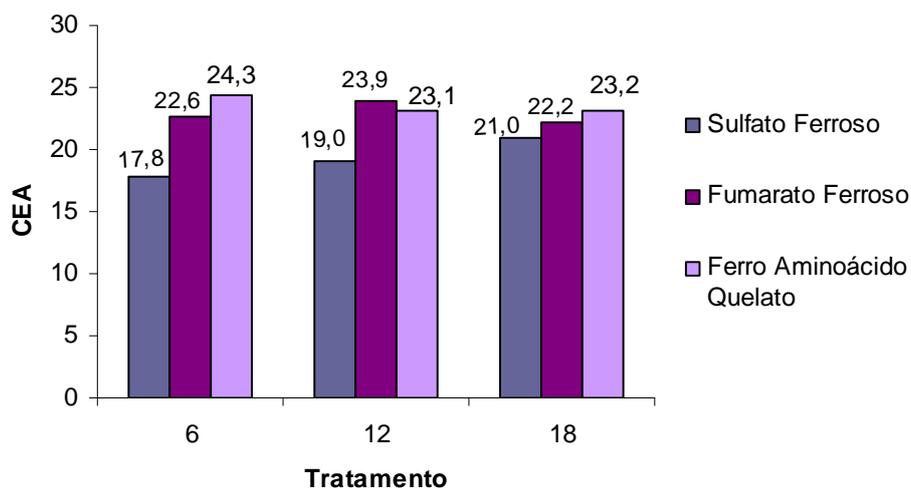


FIGURA 5 – CEA dos grupos sulfato ferroso (SF), fumarato ferroso (FF) e ferro aminoácido quelato (FAQ) após a fase de repleção.

Na Tabela 6 estão representados os valores do ganho de hemoglobina. As diferenças não foram estatisticamente significantes nos diferentes tipos de tratamentos.

TABELA 6 - Ganho de Hemoglobina (Hb) na fase de repleção nos diferentes tratamentos nos três níveis de ferro.

Tratamento	Níveis de ferro		
	6 ppm	12 ppm	18 ppm
SF	1,38 ± 0,45	1,48 ± 0,95	1,92 ± 1,14
FF	0,92 ± 1,55	1,35 ± 1,55	1,62 ± 0,80
FAQ	1,26 ± 0,69	1,41 ± 0,72	1,75 ± 1,18

SF= Sulfato Ferroso, FF= Fumarato Ferroso, FAQ= Ferro Aminoácido Quelato.

Foi realizada análise de regressão linear para os três pares de dados (concentração de ferro na dieta, média do ganho de hemoglobina dos animais) de cada um dos três tratamentos (produtos testes e controle) para determinação da relação entre a concentração de ferro da dieta com o ganho de hemoglobina. Na Figura 4 observa-se que o ganho de hemoglobina nos três tipos de tratamentos foi proporcional ao nível de ferro das dietas.

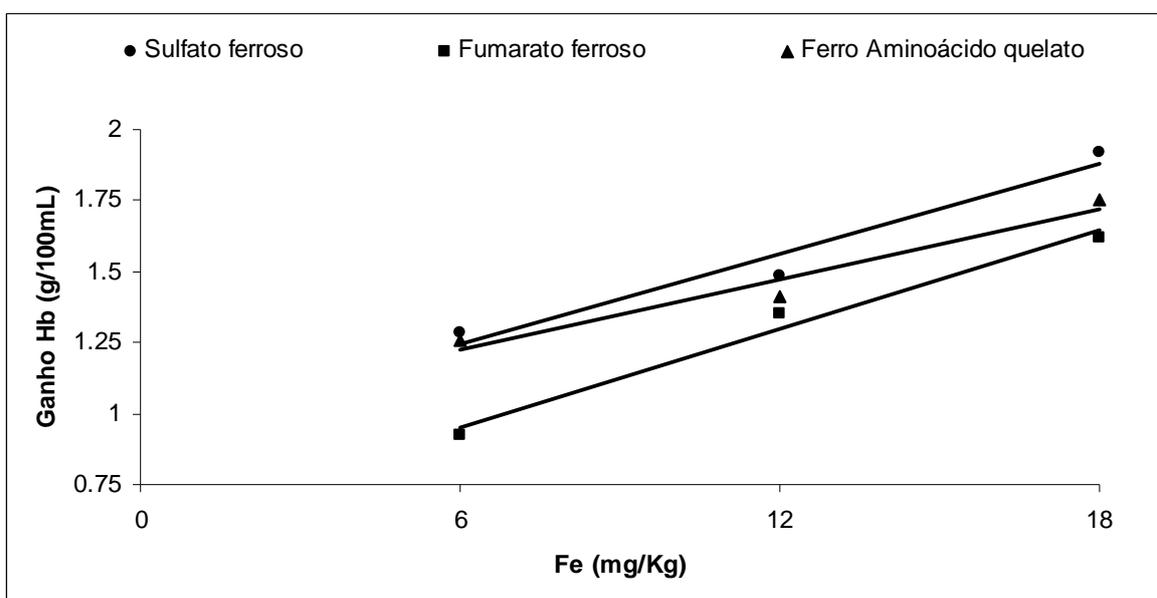


FIGURA 6 - Regressão do ganho de hemoglobina (Hb) em g/100mL, nos três níveis de ferro.

Sulfato ferroso

$$y = 0,0528x + 0,9275$$

$$R^2 = 0,95$$

Fumarato ferroso

$$y = 0,058x + 0,6027$$

$$R^2 = 0,98$$

Ferro aminoácido quelato

$$y = 0,0413x + 0,9779$$

$$R^2 = 0,96$$

#### 4. DISCUSSÃO

No presente estudo, a relação entre o consumo alimentar e o ganho de peso dos animais foi determinada pelo CEA. No experimento I, encontraram-se diferença significativa entre os grupos das dietas pirofosfato férrico (PF24) e sulfato ferroso (SF24), na fase de repleção, sendo que o grupo da dieta SF apresentou maiores valores para o CEA que o grupo que recebeu a dieta PF (Figura 1). Já no experimento II, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos que receberam as dietas sulfato ferroso (SF), fumarato ferroso (FF) e ferro aminoácido quelato (FAQ) na mesma fase (Figura 3). Estes resultados estão em concordância com o estudo feito por HERNANDEZ et al. (2002), que avaliaram dois tipos de dietas, ambas suplementadas com sulfato ferroso e fumarato ferroso. Em seus resultados observaram também que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o ganho de peso dos animais que receberam os dois tipos de dietas.

O ferro é um mineral responsável por uma série de reações enzimáticas que contribuem para a síntese protéica e crescimento celular (YBARRA et al., 2001). Os valores do CEA sugerem que as dietas FF e FAQ são melhores fontes de ferro e assim proporcionam maior ganho de peso em relação à dieta PF. O sal de ferro pirofosfato férrico, comumente é utilizado na fortificação de cereais infantis. Tem como atrativo não alterar as características sensoriais (cor, flavor, rancidez), durante a estocagem ou preparação, diferente daqueles compostos solúveis em água. No entanto, há a desvantagem de ser menos biodisponível. De acordo com HURRELL (1997, 2002), o pirofosfato férrico é um composto pobremente solúvel com baixa biodisponibilidade, correspondendo 30 a 50% da biodisponibilidade do sulfato ferroso. WEGMULLER, et al. (2006) avaliaram a biodisponibilidade de diferentes tamanhos de partículas do pirofosfato férrico e também puderam observar diferenças significantes em relação ao sulfato ferroso ( $p < 0,05$ ).

Em relação ao ganho de hemoglobina, na Figura 2 mostra a análise de regressão com os dois tratamentos SF e PF. Os animais alimentados com a dieta PF apresentaram uma variação da hemoglobina de 74%, valor menor em comparação àqueles alimentados com dieta SF (93%), com biodisponibilidade relativa de 79,5%. Isso pode ser justificado em função da baixa biodisponibilidade do pirofosfato férrico

já comentado. As interações entre nutrientes pode ser também um dos motivos do baixo ganho de hemoglobina na fase de repleção.

O suplemento apresenta em sua composição 1,2 g de Ca/100g de produto, que corresponde a 400 mg de Ca/porção do produto. Segundo HALLBERG et al.(1991), em doses acima de 300 mg de cálcio na dieta, a inibição na absorção de ferro é diretamente relacionada à dose do cálcio. No mesmo estudo, os autores observaram que a absorção do ferro heme de uma refeição com hambúrguer foi marcadamente diminuída com 165 mg de cálcio, sugerindo que o efeito do cálcio estaria relacionado a uma transferência de ferro na mucosa.

GLEERUP et al.,(1995) procuraram verificar a possibilidade de diminuir a inibição do ferro não-heme pelo cálcio pela diminuição deste último no almoço e no jantar. Os autores concluíram que a absorção poderia aumentar de 1,32 mg para 1,76 mg de ferro diário (34%), se a ingestão de ferro se desse somente no desjejum e na ceia. Em contrapartida, REDDY e COOK (1997) não verificaram efeito significativo do cálcio sobre a absorção do ferro não-heme em uma dieta variada.

A relação das proteínas do leite (caseína, albumina e do soro) com o ferro é descrita na literatura como sendo agentes inibidores da absorção deste mineral (COOK e MONSEN, 1976; HURREL et al., 1988). A razão para tal, segundo alguns autores, é devido à ligação das proteínas do leite com o ferro via grupo serina-fosfato e pelos fosfopeptídeos (CARMICHAEL et al., 1975; DE ANGELIS e CTENAS, 1993).

HURREL et al.(1989) estudando a influência das proteínas do leite bovino sobre a absorção de ferro em humanos, através de simulação das condições gastrointestinais *in vitro*, encontraram uma redução da fração do ferro dialisável de 0,19-0,56% e 0,86-1,6%, respectivamente, pela ação da caseína e das proteínas do soro do leite, quando adicionadas a uma fórmula padronizada. Além disso, foi observado que os valores médios de absorção de ferro diminuíram de 6,67% para 3,65% e 2,53% para 0,98%, respectivamente, pela caseína e pela proteína do soro do leite.

No experimento 2, observou-se que as diferenças do ganho de hemoglobina não foram estatisticamente significantes ( $P>0,05$ ). Na Figura 4 está a análise de regressão para os tratamentos, a variação do ganho de hemoglobina nos três tipos

de dieta foram proporcionais, 95% para o sulfato ferroso, 98% para o fumarato ferroso e 96% para o ferro aminoácido quelato. Apresentando biodisponibilidade relativa ao SF de 103% para o FF e 101% para o FAQ. Já a inclinação da reta dos sais fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato em relação ao sulfato ferroso, observou-se que o fumarato ferroso teve maior inclinação em comparação ao ferro aminoácido quelato (109,8% e 78,22%, respectivamente), mostrando que o fumarato ferroso foi o que teve melhor resposta às variações das dosagens de ferro. Outros estudos comprovam a boa biodisponibilidade dos compostos fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato. NAVAS-CARRETERO et al. (2007), em estudo experimental com ratos, verificaram que os animais que receberam cacau em pó fortificado com ferro na forma de fumarato ferroso apresentaram maiores concentrações de hemoglobina e capacidade de ligação ao ferro que os animais do grupo do pirofosfato férrico. MIGLIORANZA et al., (2003) investigaram o efeito de uma bebida láctea fortificada com ferro aminoácido quelato nos valores de hemoglobina em 468 crianças e adolescentes (faixa etária 7 a 14 anos). Foram avaliados no início e aos 3, 6 e 12 meses do estudo. Cada participante ingeriu 100 mL/dia da bebida, que continha 12 mg de ferro. A prevalência de anemia, avaliada por meio de sangue capilar, decresceu significativamente de 41,9%, no início do estudo, para 26,4% aos seis meses e 9,6% após um ano. Aumento significativo dos níveis médios de hemoglobina foi observado em todos os acompanhamentos.

Os efeitos inibitórios presentes na formulação do suplemento provavelmente ocorreram de forma similar nos dois tipos de tratamentos, uma vez que, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no ganho de hemoglobina entre fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato, o qual possui a característica de não sofrer a ação de agentes inibitórios (MIGLIORANZA et al., 2003).

O suplemento alimentar testado, possui em sua composição a adição de mais de 6% de inulina. A ação dos prebióticos no intestino de animais e humanos tem sido observada como um fator potencializador da absorção de ferro. Isto ocorre em função de um maior processo fermentativo (bifidobactérias) levando à formação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), o qual é substrato que auxilia na redução do

pH intestinal, promovendo assim a conversão de  $\text{Fe}^{+3}$  (férico) em  $\text{Fe}^{+2}$  (ferroso), forma esta mais biodisponível (OHTA et al., 1995; LOPEZ et. al. 2000).

Em um estudo realizado por OHTA et al. (1995), ratos foram submetidos às dietas de depleção e repleção, primeiramente induzindo-os à anemia e depois oferecidos dois níveis de ferro (15 e 30 mg/kg de dieta) acrescidos de 5% de frutooligossacarídeos (FOS). Como resultado observou-se melhoria no quadro de anemia aumentando a absorção de ferro por provocar redução do pH, e conseqüente aumento da solubilidade deste mineral. Em outro estudo, LOPEZ et al. (2000), utilizando FOS na dieta de ratos, observaram acréscimo de 23% na absorção de ferro. Este efeito não foi observado no experimento I, enquanto que no experimento II, a maior biodisponibilidade de ferro pode ser atribuída ao tipo de sal utilizado.

Assim, observa-se que a biodisponibilidade de ferro sofreu maior interferência do tipo de sal utilizado, do que a presença ou não de fatores inibitórios ou potencializadores.

## **5. CONCLUSÃO**

A adição do pirofosfato férrico à formulação do suplemento alimentar não representa uma boa alternativa, pois possui baixa biodisponibilidade. Apesar de ser um composto com características favoráveis, tanto com relação ao seu baixo custo como em função da reduzida alteração à característica sensorial. Logo, os compostos fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato apresentaram boa biodisponibilidade, possíveis interações ocorreram de forma semelhante pois estes não apresentaram diferenças significantes entre si. No entanto em termos financeiros o fumarato ferroso possui a vantagem de ser economicamente mais viável.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELIS R.C.; CTENAS M.L.B. Biodisponibilidade de ferro na alimentação infantil. **Temas de Pediatria**, 52. Nestlé; 1993.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS **Official Methods of Analysis**, 13<sup>th</sup> ed., AOAC, Washington, 1984.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS **Official Methods of Analysis**, 18<sup>th</sup> ed., AOAC, Washington, 1998.

BEGHÉ C, WILSON A, ERSHLER WB. Prevalence and outcomes of anemia in geriatrics: a systematic review of the literature. **American Journal of Medical**, v.116, p.3-10, 2004.

BOCCIO, J.R. IYENGAR, V. Iron deficiency – Causes, consequences, and strategies to overcome this nutritional problem. **Biology Trace Element**, v.94, p.1-32, 2003.

BOOGAERTS M, COIFFIER B, KAINZ C. Impact of epoetin beta on quality of life in patients with malignant disease. **British Journal of Cancer**, v.88, p.988-995, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria SVS nº 32 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de suplementos vitamínicos e/ou de minerais. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br)>. Acesso em 12/03/07.

CARMICHAEL,D.;CHRISTOPHER,J.;HEGENAUER,J.;SALTMAN,P. Effect of milk and casein on the absorption of supplemental iron in the mouse and chick. **American Journal Clinical of Nutrition**, v.28, p.487-493,1975.

CAMPOS, M.T.F.S.; MONTEIRO, J.B.R.; ORNELAS, A.P.R.C. Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso. **Revista Nutrição**, v.13, n.3, p. 157-165, 2000.

CERQUEIRA, A.T.A.R.; OLIVEIRA N. I. L. **Programa de Apoio a Cuidadores: Uma Ação Terapêutica e Preventiva na Atenção à Saúde dos Idosos**. Psicologia USP, v.13 n.1, p.133-150, 2002.

COOK , J.D.; MONSEN, E.R. Food iron absorption in humans subjects. III Comparasion of the effect of animal proteins on nonheme iron absorption. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.29, p.859-867, 1976.

COPLIN M.SCHUETTE S, LEICHTMANN G, LASHNER B. Tolerability of iron a comparison of of bis-glycino iron II and ferrous sulfate. **Clinical Therapeutics**, v. 13, p.606-612, 1991.

COZZOLINO, S.M.F.; PEDROSA L.F.C. Efeito da suplementação com ferro na biodisponibilidade de zinco em uma dieta regional do nordeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**, v. 27, n.4, p.266-70, 1993.

FOX E, KUO J, TILLING L, ULRICH C. User's manual – sigma stat: statistical software for windows. **Germany: Jandel**; 1994.

GLEERUP, A.; ROSSANDER – HÚLTHEN, L.; GRAMATKOVSKI, E.; HALLBERG, L. Iron absorption from the whole diet: comparison of the effect of two different distributions of daily calcium intake. **American Journal o Clinical Nutrition**, v. 61, n.1,p.97-104, 1995.

GURALNIK JM, EISENSTAEDT RS, FERRUCCI L, KLEIN H G, WOODMAN RC. Prevalence of anemia in persons 65 years and older in the United States: evidence for a high rate of unexplained anemia. **BLOOD**, p.104- 108, 2004.

HALLBERG, L.; BRUNE, M.; ERLANDSSON, M.; SANDBERG, A.; ROSSANDER-HULTEN, L. Calcium: effect of different amounts on nonheme and heme-iron absorption in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, p.112-119, 1991.

HERNANDEZ, M.; SOUSA,V.; MORENO, A.; VILLAPANDO, S.; LOPEZ-ALARCON,M.. Iron Bioavailability and Utilization in Rats Are Lower from Lime-Treated Corn Flour than from Wheat Flour When They Are Fortified with Different Sources of Iron. **Journal of Nutrition**, v. 133, p.154-159, 2003.

HUMA N., SALIM-UR-REHMAN, ANJUM F.M., MURTAZA M.A., SHEIKH M.A. Food fortification strategy--preventing iron deficiency anemia: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.47, n.3, p.259-265, 2007.

HURRELL RE, LYNCH SR. Trinidad TP, Dassenko SA, Cook JD. Influence of endogenous animal protein on Iron absorption in humans: bovine serum albumin compared with beefmuscle and egg white. **American Journal Clinical of Nutrition**, v.47, p.102-107, 1998.

HURRELL, R.F. Bioavailability of iron. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.51, suppl.1, p.S4-S8, 1997.

HURRELL RF. How to ensure adequate iron absorption from iron-fortified food. **Nutrition Research Reviews** .; v. 60, p.S7–S15, 2002.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI – Dietary Reference Intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. **National Academic Press**, Washington, D.C., 1997. Disponível em URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI – Dietary Reference Intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline.

Washington, D.C., **National Academy Press**, p.564, , 1998. Disponível em: URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI - DietaryReference Intakes for vitamin C, vitamin E, Selenium and Caratenoids. Washington, D.C., **National Academy Press**, p.95-185, 2000. Disponível em: URL: <http://www.nap.edu>.

INSTITUTE OF MEDICINE. DRI - DietaryReference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromim, copper, iodine, iron, manganese, molybdenium, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, D.C., **National Academy Press**, 2001. Disponível em: URL: <http://www.nap.edu>.

KELLER, I. et al.. Global Survey on Geriatrics in the Medical Curriculum. **Geneva:** World Health Organization, 2002.

LANDI F, RUSSO A, DANOSE P, LIPEROTI R, BARILLARO C, BERNABEI R, ONDER G. Anemia status, hemoglobin concentration, and mortality in nursing home older residents. *Journal of the American Medical Directors Association* v. 8, p. 322-327, 2007.

LYNCH, S.R. The effect of calcium on iron absorption. **Nutrition Research Reviews**, v.13, p.141-158, 2000.

LYNCH SR. Interaction of iron with other nutrients. **Nutrition Reviews**. Boston, EUA, n.4,apr.1997.

LOPEZ, H. W. et al. Fructooligosaccharides enhance mineral apparent absorption and counteract the deleterious effects of phytic acid on mineral homeostasis in rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**., v.11, p.500-508, 2000.

MENEZES, T.N.; MARUCCI, M.F.N.; HOLANDA, I.M.M. Ingestão de cálcio e ferro alimentar por idosos residentes em instituições geriátricas de Fortaleza, CE. **Revista de Saúde Comunitária**. v. 1, n.2, p.100-109, 2005.

MIGLIORANZA LHS, MATSUO T, CABALLERO-CÓRDOBA GM, DICHI JB, CYRINO ES, OLIVEIRA IBN, et al. Effect of long-term fortification of whey drink with ferrous bisglycinate on anemia prevalence in children and adolescents from deprived areas in Londrina, Paraná, Brazil. **Journal of Nutrition**, v. 19, p. 419-421, 2003.

NAVAS-CARRETERO S., SARRIÁ B., PÉREZ-GRANADOS A.M., SCHOPPEN S, IZQUIERDO-PULIDO M., VAQUERO M.P.. A Comparative Study of Iron Bioavailability from Cocoa Supplemented with Ferric Pyrophosphate or Ferrous Fumarate in Rats. **Annals of Nutrition & Metabolism**. v. 51, n. 3, p. 204-207, 2007.

NOGUÉS, R. Factores que afectan la ingesta de nutrientes en el anciano y que condicionan su correcta nutrición. **Nutrición Clínica**, v. 15. n. 2, p. 39-44, 1995.

OLIVARES M., HERTRAMPF E., CAPURRO M.T., WEGNER D. Prevalence of anemia in elderly subjects living at home: role of micronutrient deficiency and inflammation. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.834-839, 2000.

OHTA, A., OHTSUKI, M., BABA, S., TAKIZAWA, T., ADACHI, T. & KIMURA, S. (1995) Effects of fructooligosaccharides on the absorption of iron, calcium and magnesium in iron-deficient anemia rats. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**. v.43, p. 281–291, 1995.

PENNINX BWJH, GURALNIK JM, ONDER G, FERRUCCI L, WALLACE RB, Pahor M. Anemia and decline in physical performance among older persons. **American Journal of Medical**, v.115, p.104–110, 2003.

PENNINX BWJH, PAHOR M, CESARI M, et al. Anemia is associated with disability and decreased physical performance and muscle strength in the elderly. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, p.1811–1816, 2004.

QUINTERO-MOLINA, R. Nutrición en los ancianos. **Geriatriska**, v.9, n.1, p. 14-18, 1993.

REDDY, M.B.; COOK, J.D.; Effect of calcium intake on nonheme-iron absorption from a complete diet. **American Journal Clinical of Nutrition**; v. 65, p. 1820-1825, 1997.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C. AIN-93 Purified diets for Laboratory Rodents: Final Report of The American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committe on the Reformulation of the AIN-76<sup>A</sup> Rodent Diet. **Journal of Nutrition**, v.123, p.1939-1951, 1993.

UMBELINO DC, CARDELLO HMAB, ROSSI EAR. Efeito de diferentes sais de ferro sobre as características sensoriais do "iogurte" de soja. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición** v.51, n.2, p.199-203, 2001.

VASQUES, A. C. J. ; SAKON, P. O. ; ANNA, M. S. L. S. ; CARVALHO, G. Q. ; GERALDO, J. M. ; FABRINI, S. P. ; ALFENAS, R. C. G. . Impacto do consumo de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no índice glicêmico de um suplemento alimentar protéico. In: 9º Congresso da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição - **SBAN, 2007**, São Paulo. Nutrire. São Paulo, 2007. v. 32. p. 185-185.

WEGMULLER, R.; ZIMMERMANN, M.B., MORETTI, D.A.; LANGHANS, M.; HURRELL,W.R.F. Particle Size Reduction and Encapsulation Affect the Bioavailability of Ferric Pyrophosphate in Rats **Journal of Nutrition**. v. 134, p. 3301-3304, 2004.

WHITING SJ, WOOD RJ. Adverse effects of high-calcium diets in humans. **Nutrition Research Reviews**. v.55, p.1–9, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: use and interpretation of anthropometry. **Geneva**; 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention and control. A guide for programme managers. **Geneva**: WHO, p.114, 2001.

YBARRA LM, COSTA NMB, FERREIRA CLLF. Interações cálcio e ferro: uma revisão. **Nutrire: Revista Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. São Paulo, SP. v. 22, p.85-107, 2001.

## CONCLUSÃO GERAL

O estudo avaliou a composição centesimal, a qualidade protéica e a biodisponibilidade de ferro de suplemento alimentar desenvolvido para idosos.

Em relação à composição centesimal, o suplemento apresentou adequado ao suprimento de algumas carências nutricionais do idoso, como alto teor de proteínas e fibras e baixo teor em gorduras. Apesar da quantidade de carboidrato ser considerável, estudo mostra que são de baixo índice glicêmico. Os resultados do ensaio biológico indicam que o produto possui boa qualidade protéica, visto que, ambos apresentaram valores de PER e NPR superiores ao da caseína e digestibilidade acima de 90%.

Quanto ao ensaio de biodisponibilidade de ferro, a adição do pirofosfato férrico à formulação do suplemento alimentar não representou uma boa alternativa, pois foi de baixa biodisponibilidade e provavelmente sofreu maiores interações negativas. Logo, os compostos fumarato ferroso e ferro aminoácido quelato apresentaram boa biodisponibilidade, possíveis interações ocorreram de forma semelhante pois estes não apresentaram diferenças significantes entre si. No entanto em termos financeiros o fumarato ferroso possui a vantagem de ser economicamente mais viável.

Por fim, este trabalho foi um ponto de partida para outros estudos, que seriam necessários para maiores elucidações a respeito da composição do suplemento e seus benefícios à saúde da população idosa.

# ANEXOS

Tabela 1A - Hemoglobina inicial e final do experimento I de biodisponibilidade de ferro.

Tratamento	Níveis de ferro		
	6 ppm	12 ppm	24 ppm
Sulfato ferroso	1,53 ± 0,76	2,20±1,10	2,87±0,57
Pirofosfato Férrico	1,16±0,71	1,06±1,16	1,31±0,57
Média ± desvio padrão			

Tabela 2A – Hemoglobina inicial e final do ensaio biológico do experimento II de biodisponibilidade de ferro

Tratamento	Níveis de ferro					
	6 ppm		12 ppm		24 ppm	
	Hb inicial	Hb Final	Hb inicial	Hb Final	Hb inicial	Hb Final
<b>SF</b>	8,33±1,59	9,70±1,23	8,33±1,49	9,81±0,84	8,33±1,45	10,24±0,68
<b>FF</b>	8,38±1,43	9,30±0,97	8,42±1,36	9,12±0,99	8,36±1,30	9,98±1,26
<b>FAQ</b>	8,39±1,30	9,64±0,91	8,45±1,33	9,86±1,01	8,43±1,32	9,92±0,61
Média ± desvio padrão						

Tabela 3A- Média do peso inicial e peso final do ensaio biológico do experimento II de biodisponibilidade de ferro.

Tratamento	Níveis de Ferro					
	6 ppm		12 ppm		24 ppm	
	Peso inicial	Peso final	Peso inicial	Peso final	Peso inicial	Peso final
<b>SF</b>	211,25 ±16,22	255,25 ±24,68	215,62 ±16,15	271,37 ±13,44	209,25 ±8,68	269,88 ±8,00
<b>FF</b>	207,37 ±19,39	254,5 ±37,05	212,75 ±9,51	272,87 ±14,16	205,5 ±9,15	262,87 ±11,03
<b>FAQ</b>	220,37 ±15,74	273,12 ±12,56	224,12 ±13,51	277,5 ±15,33	213,62 ±13,63	271,62 ±17,34
Média ± desvio padrão						

Tabela 4A – Média do consumo alimentar do ensaio biológico do experimento II de biodisponibilidade de ferro.

Tratamento/Dose de ferro (mg)	Níveis de Ferro		
	6 ppm	12 ppm	24 ppm
	Consumo alimentar	Consumo alimentar	Consumo alimentar
<b>SF</b>	239,02± 19,90	246,30±7,40	249,19±5,73
<b>FF</b>	235,76± 28,34	250,78±2,88	244,66±15,25
<b>FAQ</b>	247,79± 11,90	240,62±17,00	248,88±4,38