

ALINE CARDOSO DE PAIVA

**EFEITOS DO CONSUMO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS NA
SACIEDADE, INGESTÃO ALIMENTAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E NO GASTO
ENERGÉTICO DE INDIVÍDUOS EUTRÓFICOS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

ALINE CARDOSO DE PAIVA

**EFEITOS DO CONSUMO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS NA
SACIEDADE, INGESTAO ALIMENTAR, NA COMPOSICAO CORPORAL E NO
GASTO ENERGÉTICO DE INDIVÍDUOS EUTRÓFICOS**

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

Prof^ª Neuza Maria Brunoro Costa
(Co-orientadora)

Prof^ª Sylvia do Carmo C. Franceschini
(Co-orientadora)

Prof^ª Eliane Lopes Rosado

Prof^ª Cristina Maria Ganns Chaves Dias

Rita de Cássia Gonçalves Alfenas
(Orientadora)

A Deus,

Aos meus pais,

As minhas irmãs,

A toda minha família,

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTO

À Deus em primeiro lugar por sempre me guiar e mostrar o caminho certo.

Aos meus pais pelo apoio, carinho e incentivo incondicional.

As minhas irmãs, Lílian e Márcia pela força e apoio.

À Rita Alfenas, pela orientação e dedicação incondicional, sempre me atendendo com um sorriso nos lábios.

À Josefina pela ajuda nos momentos necessários e pelos conselhos sempre oportunos.

À Neuza e Sylvia Franceschini pelas contribuições e apoio dados no trabalho.

A Simone e a Lisiane, minhas queridas estagiárias que me ajudaram com carinho e dedicação.

A Sra Terezinha pelo carinho, simpatia e ajuda no dia a dia do laboratório.

A todos os funcionários da secretaria e Solange pela atenção, simpatia e ajuda.

À Joseane e Renata pela amizade e ajuda durante este período.

À Poliana pela amizade, companheirismo, tornando mais prazerosa esta jornada.

Aos voluntários pela disponibilidade e muitos pela amizade, pois sem eles não seria possível o desenvolvimento deste trabalho.

A toda minha família e amigos que de alguma forma contribuíram ou torceram pelo sucesso do meu trabalho.

ÍNDICE

Página

RESUMO.....	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO GERAL.....	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	
OBJETIVOS DO ESTUDO.....	

ARTIGO 1: *Efeitos da Alta ingestão Diária de Proteína no Metabolismo*

RESUMO.....	
ABSTRACT	
RESUMEN	
1 - INTRODUÇÃO.....	
2 - Efeitos da alta Ingestão protéica na Termogênese Induzida pela Dieta (TID)..	
3 - Efeitos das Proteínas na Saciedade	
4 - Alta Ingestão Protéica e Controle de Peso	
5 - Alta Ingestão Protéica e Controle Glicêmico	
6 - Efeitos Adversos da Alta Ingestão de Proteínas	
7- CONCLUSÃO	
8 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

ARTIGO 2: **CONTROLE DA INGESTÃO ALIMENTAR**

RESUMO.....

ABSTRACT

1 - INTRODUÇÃO.....

2 - Sistema Nervoso Central

 2.1 – Substâncias Orexígenas

 2.2 – Substâncias Anorexígenas

3 – Sistema Nervoso Simpático

4- Sinais Periféricos de Controle Da Ingestão Alimentar

 4.1- Modelos Periféricos de Controle Alimentar

 4.1.1 - Modelo Alimentar do Balanço Energético

 4.1.2 - Modelo Lipostático

 4.1.3 - Modelo Glicostático

 4.1.4 - Modelo Baseado nas Proteínas

5 - Efeitos dos Componentes Alimentares sobre o Controle da Ingestão Alimentar

6 – CONCLUSÃO

7 – REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARTIGO 3: Efeitos do Consumo de Diferentes Fontes Protéicas no Balanço Energético de Indivíduos Eutróficos

RESUMO.....

ABSTRACT

1 - INTRODUÇÃO.....

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Casuística

2.2 – Delineamento Experimental do Estudo.....

2.3 – Preparações Testadas.....

2.4 - Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal

2.5 - Avaliação do Gasto Energético de Repouso e da Termogênese Induzida pela Dieta

2.6 - Avaliação da Ingestão Alimentar

2.7 - Avaliação da Atividade Física

2.8 - Avaliação das Sensações de Apetite

2.9 - Delineamento Estatístico

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Parâmetros Dietéticos

3.2 – Avaliação Subjetiva do Apetite

3.3 – Parâmetros Metabólicos

3.4 - Parâmetros Antropométricos e de Composição Corporal.....

3.5 – Atividade Física

4 – CONCLUSAO	
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
CONCLUSAO GERAL	
ANEXOS	

RESUMO

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2006. **Efeitos do consumo de diferentes fontes protéicas na saciedade e no gasto energético de indivíduos eutróficos.** Orientadora: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Co-orientadoras: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini.

Alguns estudos sugerem que a ingestão alimentar pode ser afetada pelo tipo de proteína consumida. No entanto, os estudos ainda são escassos e inconclusivos a este respeito. O presente estudo objetivou avaliar o efeito do consumo de diferentes fontes protéicas no balanço energético.

Participaram do estudo 26 voluntários (13 homens e 13 mulheres), apresentando idade média de 23 anos e IMC médio de $20,5 \pm 1,46$ kg/m². O estudo consistiu de quatro etapas experimentais nas quais foram ingeridas de forma aleatória preparações contendo 0,5 g/kg de peso das proteínas testadas (caseína, soja, soro de leite) ou preparações sem nenhuma das proteínas testadas (grupo controle), durante 7 dias consecutivos. No 1º e no 7º dia do estudo, após 12 horas de jejum, os voluntários foram submetidos à avaliação do peso, da composição corporal, do metabolismo energético, avaliação subjetiva do apetite e do nível de atividade física realizada pelos mesmos. Do segundo ao sexto dia de cada fase experimental, os voluntários preencheram questionários para avaliação subjetiva do apetite. Durante todo o estudo, os participantes mantiveram o registro de todos os alimentos ingeridos em condições de vida livre.

Não foram observadas mudanças significantes no peso e na composição corporal entre os tratamentos. A ingestão da proteína da soja resultou em um efeito termogênico induzido pela dieta maior do que o observado no grupo controle. A

ingestão calórica diária durante o consumo de caseína foi menor do que aquela ocorrida durante da ingestão da proteína da soja. Não foram verificadas diferenças nas sensações subjetivas de apetite. Diante disto, conclui-se que ainda são controverso os efeitos da proteína nos parâmetros analisados, fazendo-se necessário mais estudo sobre o assunto.

ABSTRACT

Paiva de, Aline Cardoso M. S. Federal University of Viçosa, December 2006.

Effects of protein source on the satiety and energy expenditure in eutrophic subjects. Advisor: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Committee Members: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini.

It has been suggested that food intake can be affected by the type of protein ingested. However, there aren't many studies about this topic, and therefore, so far there is no conclusion about this. The purpose of this study was to evaluate the effect of the consumption of different protein sources on energy balance.

A total of 26 volunteers (13 men and 13 women), 23 years of age, and body mass index (BMI) of $20.5 \pm 1.46 \text{ kg/m}^2$ participated in this study. The study consisted of four experimental sessions. In each session, volunteers randomly ingested foods containing 0.5 g/kg of body weight of one of the types of protein tested (casein, soy, whey) or a food containing none of these protein types (control session), during 7 consecutive days. Volunteers' body weight, energy metabolism, subjective appetitive ratings, and daily physical activity level performed were evaluated on days 1 and 7, after 12 hours fasting. From days 2 to 6 of each experimental session, volunteers completed subjective appetite questionnaires. During the whole study, participants registered all the foods ingested in free living conditions.

No significant changes in body weight or body composition were observed between treatments. Soy protein ingestion lead to a greater thermogenic effect than the one observed in the control session. Daily caloric intake during casein consumption was smaller than the one observed during soy protein ingestion. No difference in subjective appetite sensations was observed.

INTRODUÇÃO

A incidência de sobrepeso e obesidade vem aumentando em todo mundo, sendo considerada atualmente uma epidemia mundial (Epstein & Higgins, 1992). A obesidade é um problema de saúde pública, favorecendo a manifestação de dificuldades respiratórias, problemas dermatológicos, distúrbios do aparelho locomotor e de enfermidades potencialmente letais como dislipidemias, doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e certos tipos de câncer (WHO, 2003).

Observa-se que o tratamento tradicional para perda de peso, associado à ingestão de dietas hipocalóricas resultam na ativação de mecanismos homeostáticos, levando ao aumento da fome e à redução da taxa metabólica basal, resultando em baixa adesão a tal tratamento em longo prazo (Westerterp-Plantenga, 2003). Por este motivo, a comunidade científica vem atuando na busca de métodos eficazes que auxiliem na perda e manutenção do peso corporal adequado.

A perda de peso corporal pode ser atingida tanto pela diminuição da ingestão calórica, quanto pelo aumento do gasto energético. A ingestão de alimentos com alto poder de saciedade pode favorecer no controle da ingestão energética, por não resultar no aumento da sensação de fome entre as refeições (Holt et al., 2001). Dentre os macronutrientes, as proteínas apresentam maior poder de saciedade (Westerterp-Plantenga, 1999; Jequier and Tappy, 1999; Jequier, 2002) e maior potencial termogênico (Flatt, 1978; Tappy et al., 1996; Porrini, 1997; Skov et al., 1999). Estudos com seres humanos têm sugerido que o poder de saciedade de diferentes fontes protéicas pode diferir (Uhe et al., 1992; Thurnbull et al., 1993; Hall

et al., 2003). Desta forma, o consumo de dietas hiperprotéicas tem sido considerado por alguns autores como uma ferramenta eficaz para controle da obesidade (Westerterp-Plantenga et al., 2004). No entanto, Lang et al. (1998) não observaram nenhum efeito da qualidade protéica ingerida na saciedade. Estes resultados divergentes podem ser atribuídos a problemas metodológicos apresentados por alguns desses estudos, os quais confundem a interpretação dos mesmos.

Assim, no presente estudo foram investigados os efeitos da ingestão de preparações contendo diferentes fontes protéicas, na sensação subjetiva de apetite, no consumo alimentar, na composição corporal e no metabolismo energético em indivíduos eutróficos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Epstein FH, Higgins M. Epidemiology of obesity. In: McCormick C Jr, ed Obesity. Philadelphia: JB Lippincott Company 330-42, 1992.

- World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, series 916, Geneva 2003.

- Westerterp-Plantenga, MS. Food intake, metabolism and obesity in humans. In M J G Farthing & D Mahalanabis. The control of food and fluid intake in health and diseases. Nestle Nutrition Workshop series (vol.51), 195-221, 2003.

- Holt, S.H.A., Brand Miller, J.C., Stitt, P.A. The effects of equal-energy portions of different breads on blood glucose levels, feelings of fullness and subsequent food intake. Am Diet Assoc 101: 767-73, 2001.

- Westerterp-Plantenga MS, Wilson SAJ, Westerterp, K.R. Satiety related to 24h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. Eur J Clin Nutr 53:495-502, 1999.

- Jequier E., Tappy, L. Regulation of body weight in humans. Physiol. Rev 79(2): 451-80, 1999.

- Jequier E. Pathways to obesity. *Int. J. Obes Relat Metab Disord* 26 (2): S12-7, 2002.

- Flatt JP. The biochemistry of energy expenditure. In: Bray GA, ed. *Recent advances in obesity research*. London: Newman, 211–28, 1978.

- Tappy L. Thermic effect of food and sympathetic nervous system activity in humans. *Reprod Nutr Dev* 36:391–7, 1996.

- Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso P, Testolin G, Blundell, J.E. Whey protein, fat and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav* 62(3):563-70, 1997.

- Skov AR, Toubro S, Ronn B, Holm L, Astrup A. Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 23: 528-36, 1999.

- Uhe AM, Collier GR, O'Dea K. A comparison of the effects of beef, chicken and fish protein on satiety and amino acid profiles in lean male subjects. *J Nutr* 122:467–72, 1992.

- Thurnbull WH, Walton J, Leeds AR. Acute effects of mycoprotein on subsequent energy intake and appetite variables. *Am J Clin Nutr* 58: 507-12, 1993.

- Hall W.L., Millward SJL, Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. British Journal of Nutrition 89:239-248, 2003.

- Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MPGM, Nijs I, Van Ooijen M, Kovacs E MR. High protein intake sustains weight maintenance after body weight loss in humans. Int J Obes 28 (1): 57-64, 2004.

- Lang V, Bellisle F, Oppert JM, Craplet C, Bornet FRJ, Slama G. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten Am J Clin Nutr 67:197. Printed in USA, 1998.

OBJETIVOS DO ESTUDO

Geral

- Avaliar o efeito do consumo de diferentes tipos de proteínas (caseína, proteína do soro do leite e soja) na ingestão alimentar e no gasto energético, em indivíduos eutróficos.

Específicos

- Comparar o efeito do consumo de diferentes tipos de proteínas sobre as sensações de apetite;
- Avaliar o efeito da qualidade protéica sobre a ingestão calórica e de macronutrientes;
- Analisar o efeito do consumo de diferentes fontes de proteínas no metabolismo de repouso e na termogênese induzida pela dieta (TID).
- Verificar o efeito do tipo de proteína consumida na composição corporal.

Artigo 1 - Efeitos da Alta Ingestão Diária de Proteína no

Metabolismo

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2006.
Efeitos da Alta ingestão diária de proteína. Orientadora: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Co-orientadoras: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini.

Resumo

Tem sido divulgado que o aumento da ingestão de proteínas pode estar associado a fatores que favorecem a perda de peso, a manutenção desta perda e o aumento da sensibilidade insulínica. Estudos têm mostrado que tal ingestão leva a um aumento da termogênese induzida pela dieta, aumentando conseqüentemente o gasto energético. Segundo alguns autores, a elevação do nível de aminoácidos plasmáticos atua sobre o centro da saciedade, resultando na redução do apetite. Os aminoácidos também estimulam a secreção de insulina, e em associação com a glicose, mostra um efeito sinérgico, resultando na diminuição ou manutenção dos níveis sanguíneos de glicose. No entanto, os mecanismos responsáveis por todos estes efeitos, bem como os efeitos adversos da alta ingestão protéica em longo prazo, como o aumento dos danos renais e o maior risco de doenças cardiovasculares, ainda não foram bem estabelecidos.

Palavras chaves: alta ingestão protéica, saciedade, controle de peso, lesões renais, doenças cardiovasculares.

Effects high protein intake in the Metabolism

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, December de 2006.
Effects high protein intake in the Metabolism Advisor: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Committee Members: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini.

Abstract

The increase of protein intake may be associated to factors that may favor weight loss, weight loss maintenance, and an increase in insulin sensitivity. Some studies have shown that such ingestion of protein leads to an increase in diet induced thermogenesis, increasing energy expenditure. According to some authors, the increase in the level of blood amino acids affects the satiety center, resulting in appetite reduction. The amino acids also stimulate insulin secretion, which in association with glucose shows a synergistic effect, resulting in the reduction or maintenance of blood glucose levels. However, the mechanisms involved in all these effects, as well as the adverse effects of long term high protein ingestion, such as the increase in renal damages and the greater cardiovascular diseases risk have not been well established yet.

Keywords: high protein ingestion, satiety, body weight control, renal damages, cardiovascular diseases.

Los efectos del aumento de la ingesta de proteína en el metabolismo energético

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2006.
Los efectos del aumento de la ingesta de proteína en el metabolismo energético. Director: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Co-directores: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini.

Resumen

El aumento de la ingesta de proteínas ha sido asociado a los factores que podrían ayudar en la dieta de pérdida de peso y en el mantenimiento de esta pérdida y en la mejora de la sensibilidad insulínica. Los estudios muestran que el aumento de la ingesta de proteína conlleva a un aumento de la termogénesis inducida por la dieta, con aumento en el gasto de energía. La elevación en el nivel plasmático de aminoácidos actúa en los centros de la saciedad, produciendo la reducción del apetito. Por consiguiente las proteínas presentan una relación fuerte con la regulación del peso corpóreo, mientras limita la ganancia y el mantenimiento de peso. Los aminoácidos también estimulan la secreción de insulina, y en asociación con la glucosa, muestra un efecto sinérgico, resultando en la disminución o mantenimiento de la glucosa plasmática. Sin embargo, los mecanismos responsables por todos estos resultados, así como por los efectos adversos de la alta ingesta de proteína a largo plazo, como el aumento de los daños renales y el riesgo mayor de sufrir enfermedades cardiovasculares todavía no están bien establecidos.

Palabras clave: Dieta alta en proteína, Pérdida de Peso, Saciedad, Termogénesis Inducida por la Dieta

Introdução

Além de servirem de combustível para o crescimento e desenvolvimento do organismo, quando ingeridas em altas quantidades, as proteínas levam ao fornecimento de energia. Além disso, as proteínas desempenham muitas outras funções, dentre elas, a regulação do metabolismo, de transporte de nutrientes, de atuação como catalizadores naturais, de defesa imunológica, de atuação como receptores de membranas, além de muitas outras. Com base nas DRIs de 2002, a ingestão diária de proteína deve variar de 0,8 a 1,0 gramas por quilograma de peso por dia, para manutenção do balanço energético igual a zero, assegurando assim as funções vitais desempenhadas por esses macronutrientes. Esta recomendação varia em fases especiais da vida como infância e adolescência, gestação, lactação e em casos de patologias em que há o aumento das perdas deste nutriente. Portanto, seu consumo diário deve ser ajustado de acordo com as necessidades dos indivíduos (WHO, 2003).

Segundo alguns autores, o aumento da ingestão protéica pode favorecer a perda de peso, além da não recuperação deste peso perdido (Flatt, 2003; Tappy, 1996; Porrini et al., 1997). Esse efeito pode estar associado ao fato de as proteínas apresentarem alto efeito termogênico (Flatt, 2003; Tappy, 1996; Porrini et al., 1997), favorecendo o aumento da saciedade (Westerterp-Plantega et al., 1999; Jequier & Tappy, 1999; Jequier, 2002). As proteínas atuam ainda estimulando a secreção de insulina e melhorando a sua sensibilidade, exercendo assim um efeito benéfico para os diabéticos (Nutall & Ganon, 2004; Farnsworth et al., 2003).

Entretanto, a ingestão protéica acima das necessidades orgânicas leva ao aumento das reações catabólicas de seus aminoácidos, aumentando a produção de subprodutos como uréia, Trifosfato de Adenosina (ATP) e gás carbônico; glicose; Acetil Coenzima A e corpos cetônicos. Alguns destes subprodutos podem resultar em efeitos adversos ao organismo (Voet, 1998). Dentre os efeitos associados à alta ingestão protéica em longo prazo, podemos citar o aumento da sobrecarga renal pela maior excreção de uréia, ocorrência de cetose sanguínea e aumento do risco de doenças cardiovasculares, aumento da excreção urinária de cálcio, podendo acelerar o processo de osteoporose. Por esse motivo, a suplementação de aminoácidos à dieta tem sido muito discutida e ainda não se chegou a um consenso sobre os reais benefícios desse maior aporte protéico. O presente artigo tem como objetivo discutir os efeitos metabólicos associados à alta ingestão protéica.

Efeitos da alta Ingestão protéica na Termogênese Induzida pela Dieta (TID)

As proteínas apresentam maior poder de saciedade em relação aos carboidratos e lipídios (Westterterp-Plantega et al., 1999; Jequier & Tappy, 1999; Jequier, 2002). Tal fato tem sido atribuído ao maior potencial termogênico das proteínas (Flatt, 2003; Tappy, 1996; Porrini et al., 1997). O efeito termogênico da dieta é maior e mais prolongado após a ingestão das proteínas (20 – 30% da termogênese induzida pela dieta - TID), seguido pelos carboidratos (5 -10% da TID) e lipídios (0 – 3% da TID) (Flatt, 2003; Tappy, 1996). De acordo com alguns autores, o maior efeito termogênico atribuído às proteínas pode ser causado pelo aumento da

síntese protéica e do consumo de ATP para a síntese das ligações peptídicas, bem como outros aspectos do aumento do turnover protéico associado à maior ingestão deste macronutriente (Garlick et al., 1999; Giordano & Castellino, 1997).

Segundo Mikkelsen et al. (2000), a substituição de 17-18% de carboidrato da dieta por proteína de carne de porco ou de soja produziu um aumento de 3% no gasto energético de 24 horas, em indivíduos saudáveis, com sobrepeso ou obesidade. Nesse estudo, observou-se ainda que a TID foi 6 vezes maior após a ingestão de carne de porco do que após a ingestão da soja. Esse resultado sugere que o efeito termogênico resultante da ingestão protéica depende da qualidade da proteína ingerida (Mikkelsen et al., 2000).

Efeito das Proteínas na Saciedade

Os macronutrientes diferem em termos do efeito no controle da fome e da ingestão alimentar. As proteínas conferem maior saciedade que os carboidratos, os quais por sua vez saciam mais que os lipídios, tanto em indivíduos eutróficos ou com excesso de peso (De Graaf et al., 1992; Stubbs et al., 1996). No entanto, alguns autores sugerem que o poder de saciedade dos macronutrientes pode variar entre indivíduos obesos e não obesos. Para indivíduos não obesos, os lipídios apresentam maior poder de saciedade, seguidos pelos carboidratos e proteínas. Já para os obesos, as proteínas apresentam maior saciedade, depois os carboidratos e os lipídios ficam em último lugar. Tal fato favorece para uma maior ingestão de lipídios

na dieta, favorecendo assim o ao balanço energético positivo em obesos (Roberts, 1995).

Por outro lado em estudos conduzidos por Raben et al., (2003), não foram observadas diferenças entre o grau de saciedade e ingestão alimentar dos macronutrientes. No entanto, foram observadas diferenças na TID dos macronutrientes, tendo o álcool apresentado a maior TID, seguido das proteínas, dos carboidratos e dos lipídios. Apesar disto, a não padronização da densidade calórica, consistência das preparações testadas, metodologia utilizada e características dos voluntários do estudo, podem ter interferido nesses resultados.

Segundo alguns autores o maior efeito das proteínas na saciedade pode estar associado às alterações fisiológicas resultante da ingestão desse macronutriente. Dentre estes, a alta concentração de aminoácidos na corrente sanguínea observada após a ingestão das proteínas estimula a liberação de hormônios anorexígenos e insulina que agem na saciedade. Além disso, a presença da proteína no lúmen intestinal e o aumento da concentração de aminoácidos após o processo digestivo estimulam a secreção da colecistoquinina (CCK), favorecendo a diminuição da ingestão alimentar. A natureza da proteína ingerida e a resposta oxidativa associada a esta ingestão podem influenciar o poder de saciedade observado. Contudo, existem poucos trabalhos elucidando o efeito das proteínas na saciedade (Lang et al., 1998; Pupovac et al., 2002).

Num estudo comparativo entre as proteínas do leite (caseína ou soro) foi verificado menor desejo para se alimentar e maior sensação de plenitude gástrica durante 3 horas após a ingestão de refeição contendo soro de leite. Observou-se

ainda uma menor ingestão calórica 90 minutos após a refeição a base de soro (Hall et al., 2003). Estes resultados foram atribuídos ao esvaziamento gástrico mais lento da caseína, que ao contrário do soro do leite, coagula em pH estomacal, resultando em uma menor concentração plasmática de aminoácidos (Boirie et al., 1997). De acordo com o conceito aminoacídico de Mellinkoff, a elevação no nível de aminoácidos plasmáticos atua sobre centros de saciedade localizados no cérebro, resultando na redução do apetite (Mellinkoff et al., 1956). O maior efeito do soro do leite sobre a saciedade também foi atribuído aos níveis plasmáticos mais elevados de colecistoquinina e do peptídeo semelhante ao glucagon (GLP-1) em relação à caseína (Hall et al., 2003).

Além disso, tem sido sugerido que o efeito da qualidade da proteína ingerida pode influenciar a saciedade em função de diferentes respostas a processos fisiológicos como: digestão, absorção, esvaziamento gástrico, taxa de absorção e oxidação dos aminoácidos, concentração dos aminoácidos no plasma e no cérebro e liberação de insulina e glucagon (Uhe et al., 1992). Entretanto, a atuação dos aminoácidos no estímulo à liberação dos hormônios relacionados à saciedade ainda não está bem esclarecida.

De modo contrário, alguns autores não encontraram diferenças no comportamento alimentar associado ao consumo de diversos tipos de proteínas animais (albumina do ovo, caseína e gelatina) e vegetais (da soja, nozes e glúten do trigo) em humanos saudáveis (Lang et al., 1998). No entanto, nesse estudo além da ingestão de chá e café junto com as refeições testadas não ter sido controlada, os alimentos servidos nessas refeições apresentaram diferenças em termos de

macronutrientes e teor de fibras. Considerando que a cafeína pode estimular tanto a lipólise e o gasto energético, a ingestão de bebidas cafeinadas deve ser sempre controlada em estudos desta natureza (Acheson et al., 2004). As diferenças em termos de macronutrientes também comprometem a interpretação dos resultados daquele estudo (Rolls et al., 1994; Baba et al., 2004).

Alta Ingestão Protéica e Controle de Peso

A prevalência da obesidade vem aumentando consideravelmente no mundo, afetando todos os níveis sociais, sendo considerada atualmente uma epidemia mundial (WHO, 2003). A ingestão de dietas hipocalóricas, visando o tratamento da obesidade, resulta na ativação de mecanismos homeostáticos, que levam ao aumento da fome e à redução da taxa metabólica basal (Roberts, 1995). Conseqüentemente, a adesão a tais dietas por longos períodos torna-se difícil. Vários estudos vêm buscando estratégias que favoreçam a maior adesão a dietas hipocalóricas.

A possível ação das proteínas na regulação da ingestão alimentar por meio da sua ação na saciedade e na termogênese induzida pela dieta (TID), pode favorecer a regulação do peso corporal. Assim, a alta ingestão de proteínas pode limitar o ganho e/ou recuperação do peso pelo seu maior efeito sobre a saciedade e no maior gasto energético para a metabolização das proteínas.

Um estudo recente avaliou o efeito da alta ingestão de proteína em 148 indivíduos com sobrepeso e obesos, após serem submetidos a uma dieta restritiva

para perda de peso, durante um mês. Nesse estudo, a ingestão de uma carga adicional de 48,2 g/dia (variando de 18 a 20% do VET) de proteína, por 3 meses, visando a manutenção do peso corporal, foi comparada à ingestão de uma dieta padrão. Os resultados mostraram que o grupo que recebeu maior oferta protéica teve um ganho de peso 50% menor que o grupo controle, sendo que este ganho foi predominantemente de massa magra. Estes resultados foram justificados com base nos efeitos da proteína sobre a saciedade e na menor eficiência energética (kg de peso ganho/ingestão alimentar) comparada aos carboidratos e lipídios (Westerterp-Plantega et al., 1999).

Um resultado semelhante foi observado por Baba (1999), que comparou o efeito do consumo de uma dieta contendo 45% das calorias na forma de proteína ao de uma dieta padrão (12% VET de proteína). Novamente, a perda de peso foi significativamente maior nos indivíduos que receberam maior oferta protéica (Buchholt et al., 2004).

Já outros estudos não encontraram uma diferença significativa entre a alta ingestão de carboidrato ou proteína em dietas hipocalóricas e posteriormente em dietas para manutenção do peso, em indivíduos com sobrepeso ou obesos, a curto e a longo prazo (Brinkworth, 2004). De modo semelhante, Brinkworth em 2003, avaliou o efeito da ingestão de uma dieta hiperprotéica em relação a uma dieta hiperglicídica no controle de peso e nos marcadores de risco de doenças cardiovasculares, em obesos hiperinsulinêmicos, durante 68 meses. Os voluntários foram primeiramente submetidos a uma dieta hipocalórica, seguida de uma dieta hiperprotéica ou hiperglicídica. Após a perda de peso, observou-se uma recuperação média de peso

de 3,5 kg depois do período de ingestão destas dietas, não havendo diferenças neste sentido em relação ao tipo de dieta consumida (Nilsson et al., 2004). Resultado semelhante foi observado em outro estudo onde nenhuma diferença significativa foi constatada também na recuperação de peso, feito em indivíduos com excesso de peso e hiperinsulínicos, após ingestão de dieta hiperprotéica ou hiperglicídica para manutenção do peso (Farnsworth et al., 2003).

Alta Ingestão Protéica e Controle Glicêmico

Apesar da ingestão de proteínas em quantidades normais não resultarem num aumento imediato da glicemia, este efeito pode ser observado após a ingestão de quantidades excessivas deste macronutriente (WHO, 2003). A ingestão de quantidades protéicas normais faz com que haja um efeito sinérgico entre seus aminoácidos e a glicose presente na corrente sangüínea, estimulando a secreção de insulina, podendo diminuir ou não alterar os níveis sanguíneos de glicose (Nuttall & Gannon, 2004).

Vários estudos vêm mostrando que diferentes fontes protéicas diferem na capacidade de estimular a liberação de insulina, possivelmente pelos seus efeitos distintos na liberação inicial dos hormônios incretinas (GLP-1 e GIP) e no efeito insulínico dos aminoácidos. Foi observado que o leite, principalmente o soro, possui propriedades insulínico. Em função da sua maior digestibilidade e conseqüentemente liberação mais rápida de aminoácidos na circulação, o soro do leite estimula a liberação de peptídeos ativos ou uma ativação do sistema das

incretinas, principalmente pela maior secreção de GIP (Gannon et al., 2003). Há uma correlação positiva entre a resposta da insulina pós-prandial e o rápido aumento do nível de aminoácidos no plasma. Esta correlação é mais forte em função da presença de alguns aminoácidos como: leucina, valina, lisina e isoleucina (Gannon et al., 2003).

Tem sido divulgado que a ingestão de dietas hipocalóricas e hiperprotéicas favorece para que haja uma maior preservação da massa magra e maior perda de gordura, melhorando a sensibilidade insulínica, principalmente em obesos e/ou diabéticos (Farnsworth et al., 2003). Alguns autores constataram que a ingestão de dieta normolipídica hiperprotéica resultou em maior aumento da concentração de insulina e diminuição na concentração de glicose pós-prandial e da hemoglobina glicosilada do que a ingestão de dieta normolipídica hipoglicídica. A diminuição da hemoglobina glicosilada foi semelhante ao efeito causado por 2 hipoglicemiantes orais vendidos comercialmente. Não houve diferença significativa nos níveis de creatinina e de microalbumina entre o consumo das duas dietas, indicando que não houve alteração renal imediata. Quanto aos níveis de lipídios sanguíneos, houve apenas uma diminuição no nível sérico de triglicerídeos nos voluntários que consumiram dieta hiperproteína (Rogers, 1999; Gannon et al., 2003; Nuttall & Gannon, 2004).

Efeitos Adversos da Alta Ingestão De Proteínas

O alto consumo de proteínas tem sido recomendado por alguns autores como estratégia a ser utilizada no tratamento da obesidade e na melhora da resistência insulínica (Westerterp-Plantega et al., 2004; Anderson et al., 2000; Brinkworth, 2004; Nuttall & Gannon, 2004; Gannon et al., 2003). No entanto, tal medida não deve ser adotada sem que sejam consideradas as possíveis conseqüências cardiovasculares (Brenner et al., 1996) e renais (Atkins, 2004) associadas a este maior consumo protéico em longo prazo. O alto consumo de proteínas, principalmente animal, está em geral associado a uma maior ingestão de lipídios, principalmente saturados e colesterol e a uma menor ingestão de fibras, podendo aumentar o risco de doenças cardiovasculares (Brenner et al., 1996; Hu et al., 1999).

Entretanto, alguns autores ao analisar questionários de freqüência da ingestão alimentar observaram um efeito negativo entre o risco de doenças cardiovasculares (DCV) e a alta ingestão alimentos ricos em proteínas. Para comparar apenas o efeito da alta ingestão de proteína, foram excluídos os possíveis efeitos de outras variáveis interferentes, como a ingestão de lipídios saturados e colesterol. No entanto, deve-se ressaltar que este resultado é inconsistente com outros encontrados na literatura. Geralmente o maior consumo de proteínas se associa ao maior consumo de gordura saturada e colesterol, aumentando assim o risco de manifestação de tais doenças (Burgess, 1999).

No entanto, em um estudo recente, observou-se que o consumo de dieta hiperprotéica em relação ao consumo de dieta hiperglicídica levou ao aumento no nível de HDL, não sendo observados efeitos nos marcadores de risco de doenças cardiovasculares como proteína C reativa (Nilsson et al., 2004). Resultados

semelhantes foram verificados por Farnsworth (2003), que constatou também uma diminuição dos níveis séricos de ácido graxo, LDL e aumento de HDL, havendo também diminuição significativa dos níveis de triglicérides (Farnsworth et al., 2003).

Por outro lado, a alta ingestão protéica resulta em sobrecarga renal devido ao aumento da filtração glomerular (Atkins, 2004). No entanto, a baixa ingestão protéica leva à redução nos níveis de fosfato, sódio e ácidos metabólicos, melhorando algumas complicações renais, incluindo osteodistrofia renal, hipertensão, distúrbios eletrolíticos e acidose metabólica, melhorando a função renal em indivíduos com insuficiência ou outros distúrbios renais (Jenkins et al., 2001).

Entretanto, nem sempre esta alteração renal tem sido identificada. Jenkins et al. (2001) avaliaram os efeitos do consumo de uma dieta com alto teor de proteína vegetal (trigo) e outra normoprotéica, mas ambas com o mesmo valor; nos níveis de lipídios séricos, ácido úrico e na função renal de 20 indivíduos hiperlipidêmicos. Os resultados mostraram uma diminuição significativa na concentração de triglicérides, ácido úrico, creatinina e LDL oxidada e um aumento nos níveis de uréia sanguínea e urinária no grupo que consumiu a dieta hiperprotéica. Os autores concluíram que a alta ingestão de proteína vegetal (trigo) pode ter um efeito benéfico nos fatores de risco de doenças cardiovasculares por levar a redução de LDL oxidada, triglicérides e ácido úrico. No entanto, estudos em longo prazo devem ser realizados a fim de se verificar seus efeitos na função renal.

Resultados semelhantes foram observados em outro estudo em que o efeito da ingestão da proteína da soja foi testado. Nesse estudo, foi constatada uma baixa alteração nas funções renais e efeitos benéficos nos fatores de risco

cardiovasculares como a diminuição dos níveis de colesterol e o aumento na sensibilidade insulínica. Tais efeitos foram atribuídos a alguns dos componentes da soja como fibras, isoflavonas e antioxidantes (Kontessis, 1990).

Por outro lado, ainda são poucos os estudos que analisam as possíveis alterações renais associadas à ingestão de dieta hiperprotéica, principalmente em relação à proteína animal. Desta forma, mais estudos são necessários para melhor elucidar os efeitos em longo prazo deste aumento de proteína na alimentação diária.

Conclusão

O efeito benéfico do aumento da ingestão protéica na perda e controle de peso, bem como no controle glicêmico ainda não está bem elucidado. Muitas lacunas associadas aos efeitos renais e o aumento dos riscos de doenças cardiovasculares associados à ingestão de dietas hiperprotéicas em longo prazo ainda precisam ser preenchidas. A ingestão de outros macronutrientes (carboidratos e lipídios) estará alterada com o maior aporte protéico, podendo interferir no metabolismo de uma maneira benéfica ou não.

Assim, deve-se considerar os benefícios de uma dieta equilibrada e saudável e minimizar os efeitos colaterais indesejáveis de certos padrões alimentares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, series 916, Geneva 2003.
- 2 - Flatt JP. The biochemistry of energy expenditure. In: Bray GA, ed. Recent advances in obesity research. London: Newman. 211–28, 1978.
- 3 - Tappy L. Thermic effect of food and sympathetic nervous system activity in humans. *Reprod Nutr Dev.* 36:391–7, 1996.
- 4 – Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso,P, Testolin G. Blundell, J.E. Wheight, protein, fat and timing of preoalds affect food intake. *Physiol Behav.* 62(3):563-70, 1997.
- 5 - Westerterp-Plantenga MS, Wilson SAJ, Westerterp,K.R. Satiety related to 24h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr* 53:495-502, 1999.
- 6 - Jequier E., Tappy, L. Regulation of body weight in humans. *Physiol. Rev.* 79(2): 451-80, 1999.
- 7 - Jequier E. Pathways to obesity. *Int. J. Obes Relat Metab Disord* 26 (2): S12-7, 2002.
- 8 - Nuttall FQ, Gannon MC. Metabolic response of people with type 2 diabetes to a high protein diet. *Nutrition & Metabolism* 1:6, 2004.

9 - Farnsworth E, Luscombe ND, Noakes M, Wittert, Argyiou E, Clifton PM. Effect of high-protein, energy-restricted control, and lipid concentration in overweight and hyperinsulinemic men and women. *Am J Clin Nutr* 78;31-9, 2003.

10 - Voet D, Voet JG, Pratt CW, *Fundamentos de Bioquímica*, Artmed, p. 616, 1998.

11 - Garlick PJ, McNurlan MA, Ballmer PE. Influence of dietary protein intake on whole-body protein turnover in humans. *Diabetes Care*. 14:1189–98, 1991.

12 – Giodano M, Castellino P. Correlation between amino acid induced changes in energy expenditure and protein metabolism in humans. *Nutr* 13:309-12, 1997.

13 - Mikkelsen P.B.; Toubro S.; Astrup A. Effect of fat-reduced on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein and carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 72:1135-41, 2000.

14 - De Graaf C, Hulshof T, Weststrate JA, Jas P. Short-term effects of different amounts of protein, fat and carbohydrate on satiety. *Am J Clin Nutr* 55:33-8, 1992.

15 - Stubbs RJ, Van Wyk MCW, Johntone A.M, Harbron CG. Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. *Eur J Clin Nutr* 50:409-17, 1996.

16 – Roberts SB. Abnormalities of energy expenditure and the development of obesity. *Obesity. Research* 3 suppl 2:155-163, 1995.

17 - Raben A, Agerholm-Larsen L, Flint, A.; Holst JJ, Astrup A. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *Am J Clin Nutr* 77:91-100. Printed in USA, 2003.

18 - Lang V, Bellisle F, Oppert JM, Craplet C, Bornet FRJ Slama G. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten. *Am J Clin Nutr* 67:197, 1998.

19 - Pupovac J, Anderson GH. Dietary Peptides Induce Satiety via Cholecystokinin-A and Peripheral Opioid Receptors in Rats. *American Society for Nutritional Sciences. J Nutr.* 132: 2775-2780, 2002.

20 - Hall W.L., Millward SJL, Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *British Journal of Nutrition* 89:239-248, 2003.

21 – Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson M, Maubois J & Beaufriere B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc National Acad Sci USA.* 94: 14930-5, 1997.

22 - Mellinkoff SM, Frankland M, Boyle D & Greipel M. Relationship between serum amino acid concentration and fluctuations in appetite. *J Appl Physiol* 8: 535-8, 1956.

23 - Uhe AM, Collier GR, O'Dea K. A comparison of the effects of beef, chicken and fish protein on satiety and amino acid profiles in lean male subjects. *J Nutr* 122:467-72, 1992.

24 – Acheson KJ, Gremaud G, Meirim I, Montigon F, Krebs Y, Fay LB, Gay LJ, Schneiter P, Schindler C, Tappy L. Metabolic effects of caffeine in humans: lipid oxidation or futile cycling? *Am J Clin Nutr* 79(1):40-6, 2004.

25 – Rolls B.J, Kim-Harris S, Fischman MW, Foltin RW, Moran TH, Stoner SA. Satiety after preloads with different amounts of fat and carbohydrate: implications for obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 60 (4): 476-487, 1994.

26 - Baba NH, Sawaya S, Torbay N, Habbal Z, Azar S, Hashim SA. High protein vs high carbohydrate hypoenergetic diet for the treatment of obese hyperinsulinemic subjects. *Int J Obes Relat metab Disord* 23:1202-6, 1999.

27 – Buchholz AC, Schoeller DA. Is calorie a calorie? *Am J Clin Nutr* 79:899-906, 2004.

28 - Brinkworth GD, Noakes M, Keogh JB, Luscombe ND, GA Wittert, Clifton PM. Long-term effects of a high-protein, low-carbohydrate diet on weight control and cardiovascular risk markers in obese hyperinsulinemic subjects. *International Journal of Obesity* 28:661-670, 2004.

29 - Nilsson M, Stenberg M, Frid AH, Holst JJ, Bjorck. Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose-equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins. *Am J Clin Nutr* 80:1246-53, 2004.

30 - Gannon MC, Nuttall FQ, Saeed A, Jordan K, Hoover H. An increase in dietary protein improves the blood glucose response in persons with type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 78:734-41, 2003.

31 - Rogers PJ. Eating habits and appetite control: a psychobiological perspective. *Proc Nutr Soc* 58: 59-67, 1999.

32 - Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MPGM, Nijs I, Van Ooijen M, Kovacs E MR. High protein intake sustains weight maintenance after body weight loss in humans. *Int J Obes* 28 (1): 57-64, 2004.

33 - Anderson JW, Konz EC, Jenkins DJA. Health advantages and disadvantages of weight-reducing diets: a computer analysis and critical review. *J Am Coll Nutr* 19;578-90, 2000.

34 - Brenner BM, Lawler EV, Mackenzie HS. The hyperfiltration theory: a paradigm shift in nephrology. *Kidney Int* 49:1774-7, 1996.

35 - Atkins Rc. A nova dieta revolucionária do Dr. Atkins. Rio de Janeiro: Record, 14:434, 2004.

36 - Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Speizer FE, Hennekens CH, Willett WC. Dietary protein and risk of ischemic heart disease in women. *Am J Clin Nutr* 70:221–7, 1999.

37 – Burgess E. Conservative treatment to slow deterioration of renal function: evidence-based recommendations. *Kidney Int, suppl* 55:17-25, 1999.

38 - Jenkins DJA, Kendall CWC, Vidgen E, Augustin LSA, van Erk M, Geelen A, Parker T, Faulkner D, Vuksan V, Josse RG, Leiter LA, Connely PW. High-protein diets in hiperlipidemia: effect of wheat gluten on serum lipids, uric acid and renal function, *Am J Nutr*; 74: 57 – 63, 2001.

39 - Kontessis P, Jones S, Dodds R, et al. Renal, metabolic and hormonal responses to ingestion of animal and vegetable proteins. *Kidney Int* 38: 136-44, 1990.

ARTIGO 2 - CONTROLE DA INGESTÃO ALIMENTAR

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2006.
Controle da ingestão alimentar. Orientadora: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas.
Conselheiras: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvania C. C. Franceschini.

RESUMO

A prevalência da obesidade vem aumentando consideravelmente, sendo atualmente considerada uma epidemia mundial. Conseqüentemente, vários estudos vêm sendo conduzidos objetivando a obtenção do tratamento que visa a sua prevenção e controle. Vários mecanismos orgânicos estão envolvidos no controle da fome e da ingestão alimentar. Esses mecanismos envolvem a atuação conjunta do cérebro, dos hormônios e dos órgãos sensoriais para manter a homeostase energética. Sinais periféricos são ativados, assim que o alimento entra em contato com a boca, os quais continuam a atuar até a absorção e metabolização do mesmo. Posteriormente, há o envolvimento do sistema nervoso central, que aciona a resposta ao estímulo recebido. Além da atuação dessas respostas internas, vários fatores externos afetam a ingestão de alimentos. Dentre os mesmos pode-se citar a composição de macronutrientes, o tamanho da refeição, a densidade calórica e as propriedades organolépticas dos alimentos ingeridos em dada refeição. Assim, todas estas variáveis se associam e levam a um comportamento alimentar específico de cada indivíduo, o que justifica a complexidade destes fatores. No entanto, muitas lacunas ainda precisam ser preenchidas e entendidas em relação aos mecanismos envolvidos no controle da ingestão alimentar.

ABSTRACT

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, December de 2006.
Control of food intake. Advisor: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Committee Members: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini

CONTROL OF FOOD INTAKE

Prevalence of obesity has increased considerably, and it is now considered epidemic world wide. Therefore, several studies have been conducted in the purpose to obtain the treatment to prevent and control obesity. Several organic mechanisms are involved in the control of hunger and food intake. These mechanisms involve the joint action of the brain, the hormones, and the sensory organs to maintain the energetic homeostasis. Peripheral signals are activated, as soon as the food gets in contact with the mouth. These signals keep acting until food is absorbed and metabolized. Then there is the involvement of the central nervous system, which leads to a response to the stimuli received. Besides these internal responses, several external factors affect food intake. Among them, there are macronutrient composition, meal size, caloric density, and the sensory properties of the foods ingested in a given meal. Therefore, all these variables interact and lead to a food intake behavior specific of each person, which explains the complexity of these factors. However, there are still many gaps that need to be filled and understood in term of the mechanism involved in the control of food intake.

INTRODUÇÃO

Desde a pré-história, o organismo humano vem se adaptando às condições do meio em que vive com a finalidade de manter sua existência. Há 2000 anos antes de Cristo, os alimentos eram escassos, o homem ainda não tinha descoberto a agricultura, nem como conduzir a criação de animais. Assim, se alimentava do que a natureza o oferecia. Ingeria alimentos em alta quantidade, apesar de já estar satisfeito, acumulando assim energia para os períodos de estiagens. Com este hábito, o organismo desenvolveu um mecanismo a favor da sobrevivência, aumentando a ingestão alimentar e conseqüentemente diminuindo o estímulo da saciedade (Mela & Rogers, 1998).

Nos dias atuais, apesar da abundância de alimentos e calorias, este mecanismo ainda continua ativado, favorecendo o aumento da ingestão alimentar, contribuindo para o aumento da obesidade em todo o mundo (Mela & Rogers, 1998). Além do mecanismo citado anteriormente, os homens se alimentam por várias outras razões. Dentre elas, podemos citar a hora do dia, padrões sociais, nível de stress apresentado, palatabilidade e o prazer proporcionados pelo alimento, disponibilidade e custo dos alimentos, etc. Por isso, o resultado desses estímulos é controlado por um sistema muito complexo, sendo feito por neuroreguladores, que atuam no sistema nervoso central e periférico (Levine et al., 1997).

A motivação para se alimentar pode ser medida de três maneiras. A primeira é a aquela gerada por estímulos externos ou pelas necessidades fisiológicas, resultando no desejo de se alimentar. A segunda é causada pelo feedback positivo gerado pelos alimentos, como por exemplo pelas suas propriedades sensoriais. E a

terceira, é representada por um feedback negativo, que produz sinais que levam a interrupção do ato de se alimentar (Yeomans, 2000).

A interação entre os diversos fatores que estimulam a saciedade e a fome exerce um controle na ingestão alimentar e no gasto energético. O descontrole destes mecanismos pode levar ao desenvolvimento de doenças como anorexia, bulimia ou obesidade.

SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Vários mecanismos do organismo estão envolvidos no controle da fome e da ingestão alimentar. Esses mecanismos envolvem a atuação conjunta do cérebro, dos hormônios, de neurotransmissores e dos órgãos sensoriais para manter a homeostase energética (Schwartz, et al., 2000). Sinais periféricos são ativados, assim que o alimento entra em contato com a boca, continuando a atuar até a absorção e metabolização dos mesmos. Posteriormente, há uma interação com o sistema nervoso central, que aciona a resposta ao estímulo recebido (Stubbs, 1999).

Inicialmente, a instalação da obesidade foi associada a lesões na região basolateral do cérebro (Mohr, 1840). A síndrome de Frohlich's, que se associa a lesões na região basomedial do hipotálamo e causa obesidade, também teve uma grande contribuição para tal hipótese, por volta de 1921 (Bailey et al., 1921; Hetherington, 1940).

Em 1953, Kennedy propôs que com o acúmulo de gordura, o tecido adiposo enviaria sinais inibitórios ao cérebro, reduzindo a ingestão alimentar. O contrário aconteceria quando houvesse perda de peso. Tais sinais seriam reduzidos, levando

ao aumento da ingestão de alimentos. Esses mecanismos regulariam então a reserva energética orgânica, mantendo a homeostase. Posteriormente, Gibbs e Smith (1973) afirmaram que estímulos de controle da ingestão eram gerados durante a refeição, pelos hormônios do trato gastrointestinal, que ao chegarem ao cérebro, inibiam a ingestão alimentar.

Mais recentemente, experimentos realizados com animais mostraram que lesões na região lateral do hipotálamo (ventro-lateral) resultavam em baixa ingestão alimentar, levando o animal à inanição. Em contrapartida, lesões na região central do hipotálamo (ventro-medial) levavam o animal a um aumento descontrolado do apetite (Schwartz, et al., 2000). Vários outros estudos comprovaram que dependendo do grau de lesão do hipotálamo ventro-medial há aumento da hiperfagia, favorecendo para a instalação da obesidade (King, 2006).

Por outro lado, estudos indicam que estimulação elétrica da área latero-medial do hipotálamo ativa a ingestão de alimentos, enquanto a estimulação na área ventro-medial do hipotálamo induz a terminação da ingestão alimentar. Atualmente, sabe-se que o núcleo hipotalâmico responde tanto a estímulos nervosos, quanto hormonais e a substratos energéticos presentes no organismo. O controle positivo ou negativo da ingestão alimentar envolve a atuação da região frontal do núcleo hipotalâmico, das amídalas e do córtex frontal do cérebro (Jéquier & Tappy, 1999).

Ao serem absorvidos, os nutrientes estimulam os receptores viscerais. O nervo vago é o principal carreador destes estímulos para a área do sistema nervoso central envolvido no controle do comportamento alimentar. Tem sido demonstrado que a ocorrência de lesão no nervo vago ou na região ventrolateral do hipotálamo

impede que a saciedade seja gerada, após infusão de glicose no duodeno (Jéquier & Tappy, 1999).

A infusão duodenal de macronutrientes em camundongos normais, vagomizados, apresentando lesões no hipotálamo ventro-medial ou ventro-lateral resultou na redução da ingestão alimentar em todos os animais. A administração subcutânea de insulina levou ao aumento da ingestão alimentar nos camundongos normais (grupo controle), vagomizados e naqueles com lesão ventro-medial. Os animais com lesão latero-medial apresentaram diminuição da ingestão. Esse resultado indica uma ação da insulina em nível de sistema nervoso central e não periférico. Segundo alguns autores, tal ação resulta da ativação de glicoreceptores de acordo com a concentração de glicose sanguínea (Novin et al., 1976).

No entanto, os resultados daquele estudo mostram que o núcleo hipotalâmico não participa diretamente do controle em curto prazo da alimentação, pois os efeitos causados pela infusão de glicose não diferiram daqueles resultantes da infusão de solução salina. Além disso, não foram observadas diferenças na supressão da ingestão em curto prazo, após a infusão de todos os nutrientes testados, em animais com lesão ventro-medial. Esses resultados sugerem também que cada macronutriente se comporta de modo diferente no controle da ingestão alimentar. Os autores daquele estudo sugerem que enquanto o hipotálamo ventro-medial tem um efeito em longo prazo na regulação da fome, o latero-medial tem um efeito em curto prazo (Novin et al., 1976).

O controle dos estímulos que controlam a ingestão alimentar também é feito por substâncias neuroreguladoras orexígenas e anorexígenas, abaixo são descritas algumas destas substâncias:

Substâncias orexígenas

NPY - um potente orexígeno, sintetizado e ativado por vários circuitos neurais. É produzido principalmente no núcleo arqueado do hipotálamo e posteriormente transportado para o núcleo paraventricular do hipotálamo. Sua injeção no hipotálamo de camundongos potencializa o estímulo da ingestão alimentar e diminui o gasto energético simultaneamente. Há um aumento na produção de mRNA do NPY no núcleo arqueado após privação ou restrição calórica, principalmente do estoque de gordura. Além disso, o NPY aumenta a ingestão de carboidrato, principalmente de açúcar simples, mostrando ter influência na escolha hedônica dos alimentos (Levine et al., 1997).

Segundo alguns autores, com o aumento do volume de alimentos ingeridos, há aumento dos níveis de NPY e da concentração de leptina. Observa-se que a elevação dos níveis de leptina não leva à diminuição do número de refeições. Tais afirmações sugerem que o primeiro caminho para o controle da ingestão alimentar seja a regulação da quantidade de alimentos ingeridos durante as refeições (Schwartz et al, 2000).

Opióides endógenos - Em 1963, Martin et al. demonstraram que a administração de morfina em camundongos aumentava a ingestão alimentar. Em outro estudo, foi visto

que a injeção de β -endorfina na região ventromedial do hipotálamo aumenta a ingestão em ratos. No entanto, os opióides não são um potente estimulador da ingestão como o NPY. Sugere-se que tais opióides atuem de forma indireta. Geralmente em caso de déficit de energia, há uma diminuição da expressão gênica tanto dos opióides, quanto de seus receptores. O oposto é observado em casos de hiperfagia, havendo um aumento da expressão gênica de vários opióides como anfetamina e dimorfina A (Levine et al., 1997).

Glicocorticóides - são essenciais para modulação da ação do sistema nervoso simpático. A falta destes hormônios da adrenal bloqueia a obesidade em camundongos com deficiência em leptina e/ou nos receptores de leptina. A falta de produção dos glicocorticóides (adrenolectomia) aumenta a atividade simpática e diminui a ingestão alimentar, por aumentar a liberação do hormônio estimulador de corticóides e da urocortina (Bray, 2000).

Grelina – Hormônio produzido abundantemente pelo estômago e pelos outros órgãos do trato gastrointestinal. É ligada endogenamente ao receptor das células secretoras do hormônio do crescimento, estimulando sua liberação. O aumento da concentração de grelina induz o aumento da ingestão alimentar. Por outro lado, o aumento da taxa de glicose no organismo leva à diminuição da concentração da grelina (Graaf et al., 2004).

Substâncias anorexígenas

Hormônio liberador de corticotropina - considerado uma substância neuroativa liberada pelo organismo em resposta ao stress, tendo sido identificado em 1981 como um fator liberado pelo hipotálamo, que estimula a expressão de proopiomelanocortina (POMC). Afeta a função endócrina, imune, cardiovascular, gastrointestinal e influência no comportamento sexual, locomotivo e alimentar. Este hormônio diminui a ingestão alimentar mesmo quando estão presentes outros fatores que estimulam a ingestão alimentar como uma privação alimentar ou a administração de insulina ou do NPY (Levine et al., 1997).

Insulina – primeiro hormônio relacionado ao controle da ingestão alimentar pelo sistema nervoso central. Reduz a ingestão alimentar. A insulina atua inibindo a lipólise e aumentando a deposição de gordura por meio da lipogênese, apresentando papel importante no controle do estoque de gordura corporal, e conseqüentemente na produção de leptina pelas células de gorduras. No diabetes descompensado, há diminuição da produção de insulina e leptina, levando ao aumento da ingestão alimentar, resultando na chamada hiperfagia diabética (Schwartz et al., 2000; Graaf et al., 2004).

Leptina – hormônio secretado pelos adipócitos, cuja atuação leva à diminuição da ingestão alimentar. Sua produção está relacionada à composição corporal apresentada, sendo que o aumento da massa gordurosa estimula a liberação de leptina. Sugere-se que a resistência à leptina observada em alguns obesos pode ser causada por falhas nos receptores de leptina localizados no cérebro, interferindo diretamente no controle da ingestão alimentar. Vários neurotransmissores são intermediários da ação da insulina e da leptina no sistema nervoso central. O NPY,

no cérebro, potencializa a ingestão alimentar e diminui o gasto energético por induzir a lipogênese no fígado e no tecido adiposo. A redução dos níveis de insulina e leptina estimulam a produção de NPY (Schwartz et al., 2000; Graaf et al., 2004).

Melanocortina – É um hormônio também relacionado com a supressão da ingestão alimentar. Sua síntese neural é aumentada em resposta ao aumento dos sinais de adiposidade no cérebro. A supressão da expressão gênica da melanocortina em camundongos induz a hiperfagia e ao aumento do ganho de peso, sendo de grande importância para regulação do peso corporal (Schwartz et al., 2000).

Peptídeo semelhante ao Glucagon (GLP-1) – produzido primariamente pelo íleo em resposta à presença de carboidratos e lipídios. Diminui a motilidade gástrica e intestinal, sendo provavelmente o mecanismo pelo qual atua no apetite. Vários estudos têm evidenciado que a presença ou o aumento da concentração do GLP1 induz a diminuição da ingestão alimentar em indivíduos normais, obesos ou diabéticos (Graaf et al., 2004).

Colecistoquinina (CCK) – produzido pelas células do duodeno na presença de lipídios e proteínas. Vários estudos identificaram a diminuição do apetite com o aumento da concentração de colecistoquinina, tendo um papel importante no desencadeamento da saciação, ou seja, no término da refeição. Tem sido observado que o efeito aumenta com o aumento concomitante da distensão estomacal (Graaf et al., 2004).

SISTEMA NERVOSO SIMPÁTICO

Há várias hipóteses de que a ingestão alimentar e o sistema nervoso simpático formam um sistema de feedback. Os neurotransmissores liberados pelo sistema nervoso simpático induzem a saciedade, diminuem a ingestão alimentar, aumentam a termogênese e diminuem a gordura corporal. Por outro lado, a baixa atividade do sistema simpático resulta em obesidade por aumentar a ingestão alimentar. O receptor adrenérgico β_3 está envolvido com o sistema periférico e o receptor adrenérgico β_2 está envolvido com o sistema nervoso central (Bray, 2000; De Graaf et al., 2004).

O aumento do tônus de atividade do sistema nervoso simpático diminui a ingestão alimentar. A endorfina, galantina e o NPY aumentam a ingestão alimentar e diminuem a ação do sistema nervoso simpático. Já a leptina, hormônio liberador de corticotropina, colescistoquinina, enterostatina e bombesina diminuem a ingestão alimentar e estimulam a atividade simpática do tecido gorduroso marrom (Bray, 2000; Graaf et al., 2004).

SINAIS PERIFÉRICOS DE CONTROLE DA INGESTÃO ALIMENTAR

O apetite é um complexo fenômeno resultante da interação de mecanismos periférico e central. A maioria das pessoas que mantêm um peso corporal estável apresenta um equilíbrio preciso entre a ingestão alimentar e o gasto energético (Jéquier & Tappy, 1999).

Vários fatores determinam o tamanho e o número das refeições consumidas durante o dia. Dentre estes fatores estão os sociais, fisiológicos, emocionais, econômicos, etc. No entanto, ainda são muito controversas as relações entre estes

fatores e não há uma explicação clara sobre o efeito desses fatores na determinação do tamanho e do número de refeições feitas por um indivíduo. Sabe-se que o controle da alimentação é feito por estímulos orosensoriais e pós-digestivos (Smith, 2000).

Os sinais periféricos que atingem o organismo envolvem desde a percepção da presença do alimento, a sua seleção, digestão, absorção e metabolização. Estes sinais são inicialmente transmitidos ao organismo pelos órgãos do sentido, passando para os gastrointestinais, fatores da circulação, metabólico, de estoque alimentar, do fígado e finalmente chegam ao sistema nervoso central (Blundell & Stubbs, 1997). Assim, a simples visão, ou a percepção do cheiro, da textura e do paladar dos alimentos geram estímulos que chegam ao sistema nervoso iniciando o processo de controle da ingestão. Vários estudos têm demonstrado que a ocorrência de alterações na função sensorial, como ocorre em consequência a doenças ou uso de medicamentos, estão relacionadas com distúrbios do apetite, afetando a percepção destas sensações hedônicas (Mattes, 1985).

Logo após a ingestão dos alimentos começam a surgir sinais gastrointestinais, iniciados pelas contrações do estômago. O estômago e o intestino delgado são os primeiros reservatórios de alimentos do organismo e por isso lançam sinais que interferem diretamente na ingestão alimentar, devido ao volume que são capazes de armazenar (Kraly & Gibbs, 1980; Stubbs, 1999).

A distensão abdominal e principalmente da porção antral proximal do estômago, reduz a ingestão calórica, devido à estimulação de hormônios da saciedade como a colecistoquinina. Tem-se divulgado que a saciedade depende

tanto da quantidade da energia ingerida, quanto dos tipos de nutrientes ingeridos (Sturm, 2004).

O estômago e o intestino delgado possuem receptores por toda sua extensão que controlam a quantidade de alimentos ingeridos. O estômago controla a ingestão de acordo com a taxa de digestão dos alimentos, os quais são enviados ao intestino delgado. O intestino delgado também controla a ingestão alimentar por meio de receptores de glicose, de aminoácidos, de lipídios, osmolares e mecânicos. A própria absorção direta de alguns nutrientes (aminoácidos, triglicerídeos de cadeia média, ácidos graxos poliinsaturados, etc) pelo intestino delgado, os quais entram diretamente na veia porta-hepática, estimulam a liberação de sinais de regulação da ingestão alimentar. Além disso, o intestino libera peptídeos (colescitoquinina, etc) em resposta à ingestão de nutrientes que influenciam diretamente a alimentação (Stubbs, 1999; Oesch, 2006).

O trato gastrointestinal contém receptores químicos e mecânicos que levam informações sobre os nutrientes ingeridos para o cérebro, via nervo vago. O controle total de energia ingerida diariamente depende tanto da saciação, quanto da saciedade. A saciação é responsável pelo controle do tamanho das porções ou quantidades ingeridas durante uma refeição e a saciedade, a responsável pela frequência de refeições feitas ao longo do dia (Jéquier & Tappy, 1999; Oesch, 2006).

O fígado é um órgão essencial no metabolismo. É o primeiro receptor de nutrientes e de sinais periféricos enviados após uma refeição. Este órgão exerce grande influência no controle da ingestão alimentar, já que a maioria dos nutrientes absorvidos é liberada na circulação portal, antes de irem para corrente sanguínea. É

cada vez mais evidente o efeito do fígado na oxidação de nutrientes e na liberação de informações para o cérebro (Stubbs, 1999).

Os estoques de nutrientes do organismo também atuam no controle da ingestão alimentar. Os nutrientes que não são imediatamente utilizados pelo organismo são armazenados na forma de glicogênio, tecido adiposo ou na formação de tecido muscular. Por outro lado, o bloqueio da oxidação de glicose no fígado induz a ingestão alimentar. No entanto, observa-se que o organismo é mais bem preparado para controlar situações de falta de energia e nutrientes do que em situações de excesso (Stubbs, 1999).

MODELOS PERIFÉRICOS DE CONTROLE ALIMENTAR

Vários modelos têm sido propostos para explicar a ação dos sinais periféricos na ingestão alimentar. A resposta ativada pelas várias situações fisiológicas influencia diretamente a resposta do organismo ao estímulo recebido. Por exemplo, Brobeck (1946) supôs que a perda ou a produção de calor ativa receptores termosensíveis no hipotálamo a aumentar ou diminuir a ingestão alimentar. Assim, quando há aumento da perda de calor em resposta ao aumento da oxidação de nutrientes, esses receptores termosensíveis enviam sinais ao hipotálamo, estimulando a ingestão alimentar. Por outro lado, quando há uma produção maior de calor ou armazenamento de energia, o oposto da ação é observado no hipotálamo. Deve-se destacar que apesar da existência dos modelos apresentados abaixo,

muitas lacunas ainda precisam ser preenchidas. Ainda é preciso descobrir a ligação destes sinais com o controle alimentar como um todo.

Modelo Alimentar do balanço Energético

O modelo inicial do set-point sugeria que o aumento ou a diminuição do peso corporal influenciava a ingestão alimentar, levando o indivíduo a manter seu peso estável. O organismo controlaria a ingestão alimentar através do peso corporal, de modo que quando o indivíduo começasse a ganhar peso, o cérebro induziria a diminuição da ingestão e quando houvesse perda de peso, o oposto ocorreria. Mas, com a epidemia atual de obesidade e sobrepeso, novas explicações têm sido sugeridas para explicar este controle (Mrosovky, 1976, Stubbs, 1999).

Modelo Lipostático

A oxidação e a estocagem de lipídios no organismo influenciam a ingestão alimentar. De acordo com a concentração de lipídios no plasma, são enviadas mensagens ao hipotálamo, induzindo o aumento ou diminuição da ingestão alimentar. O aumento da concentração sanguínea de ácidos graxos indica a ocorrência de oxidação e a necessidade orgânica da obtenção de mais substratos energéticos. Em consequência, há então a ativação do centro da fome no hipotálamo. O oposto é observado quando há um aumento na estocagem de lipídios (Stubbs, 1999).

Modelo Glicostático

Como para os lipídios, alguns autores sugerem que a glicose também possui receptores no hipotálamo, e que de acordo com sua concentração no plasma há ativação do centro da fome ou da saciedade. Em resposta à hiperglicemia, tais receptores enviam mensagens para o centro da saciedade, inibindo a ingestão alimentar. Por outro lado, quando a glicemia está baixa, o centro da fome é ativado, induzindo a ingestão alimentar (Stubbs, 1999).

Modelo baseado nas proteínas

Este modelo foi proposto por Mellinkoff et al. (1956), os quais afirmavam que a concentração de aminoácidos no plasma influencia respostas alimentares. A serotonina é um hormônio responsável pela sensação de bem estar do organismo. Propõe-se que de acordo com a oscilação da concentração de triptofano e aminoácidos neutros, precursores do hormônio anorexígeno serotonina, há então alteração da concentração desse hormônio no sangue, interferindo diretamente na preferência pela ingestão de proteína e carboidrato na refeição seguinte. Os baixos níveis de serotonina aumentam a preferência por carboidratos, estimulando a produção de serotonina. Diante disto, há uma redução da concentração dos aminoácidos precursores desse hormônio, estimulando a ingestão protéica. No entanto, esta teoria tem sido questionada. Fernstrom não observou o efeito da concentração de aminoácidos na seleção da dieta, embora concorde que o sistema da serotonina atue como um mecanismo central no controle do comportamento alimentar (Stubbs, 1999).

EFEITOS DOS COMPONENTES ALIMENTARES SOBRE O CONTROLE DA INGESTÃO ALIMENTAR

A saciação também é influenciada pela composição de macronutrientes, pelo tamanho da refeição, pela densidade calórica e pelas propriedades organolépticas dos alimentos que compõem a refeição (Jéquier & Tappy, 1999). A ingestão de alimentos ricos em lipídios e açúcar pode favorecer a ocorrência de superingestão, uma vez que tais alimentos apresentam boa palatabilidade, textura, aroma e alta densidade energética (Levine et al., 1997).

A ingestão de dieta hiperlipídica apresenta baixa capacidade para reduzir a sensação de fome, sendo, portanto responsável pelas dificuldades encontradas nos tratamentos para perda de peso e resultante adoção de balanço energético negativo. O conhecimento do efeito de propriedades como variabilidade de alimentos em uma refeição, propriedades sensoriais dos alimentos, densidade energética, composição de macronutrientes, conteúdo de fibra, peso e volume dos alimentos ingeridos são essenciais para a prevenção e/ou tratamento dietético efetivo da obesidade (Kirkmeyer & Mattes, 2000).

Vários autores têm mostrado que o peso, o volume, o conteúdo energético, a proporção de macronutrientes e a densidade energética são responsáveis pela liberação de sinais específicos de saciação e saciedade (Blundell & Stubbs, 1997). No entanto, deve-se ressaltar que tais efeitos são atenuados na vida real quando se compara aos observados em estudo conduzido em laboratório. Na vida real, inúmeras variáveis interferem nos efeitos isolados de cada um desses fatores que interferem na ingestão alimentar (Stubbs & Whybrow, 2004).

Variabilidade de alimentos em uma refeição

Tem sido observado que alterações em características dos alimentos como o sabor, cor e textura favorecem para que haja um aumento da ingestão, apesar de na maioria das vezes não ocorrerem alterações na sensação de fome (Porrini et al., 1997; Soresen et al., 2003). Poucos estudos não observaram este resultado (Soresen et al., 2003).

Segundo alguns autores, quanto maior a diversidade dos alimentos apresentados em uma refeição, maior será a ingestão e menor será a saciedade (Porrini et al., 1997; Soresen et al., 2003). Em humanos, o aumento da variedade sensoriais dos alimentos servidos em uma refeição leva ao aumento da ingestão energética em estudos de curta duração (7 dias em média), podendo favorecer a ocorrência de balanço energético positivo (Stubbs & Whybrow, 2004).

Palatabilidade

A palatabilidade é considerada um importante elemento capaz de influenciar a ingestão alimentar. De acordo com Yeomans (1998), a palatabilidade se refere à medida hedônica oro-sensorial dos alimentos, determinada dentro de condições padrões e determinada pelas propriedades sensoriais como o gosto, cheiro, textura, temperatura, aparência visual, etc. Ela tem uma grande influencia na sensação de apetite, apesar desta influencia não estar totalmente esclarecida (Soresen et al., 2003).

Alguns estudos mostram que o aumento da palatabilidade diminui a fome e aumentam a saciedade. Outros, já não encontraram estas diferenças. Mas o aumento da palatabilidade leva, na maioria dos estudos, a um aumento concomitante do consumo energético. A maior variedade de alimentos oferecidos em uma mesma refeição aumenta a ingestão alimentar em curto prazo e conseqüentemente a energia ingerida (Sorensen et al., 2003).

A palatabilidade dos alimentos tem um grande poder na decisão do que as pessoas ingerem. Os indivíduos ingerem preferencialmente o que gostam ao invés do que não gostam. A palatabilidade dos alimentos aumenta com o aumento da ingestão de lipídios, proteínas e álcool, favorecendo, portanto o aumento da ingestão energética também (de Castro et al., 2000). Além disso, a palatabilidade é também influenciada por vários outros fatores como o tempo de duração da refeição (na medida em que determinado alimento é consumido em determinada refeição, há redução de avaliação da palatabilidade do mesmo), o apetite e a quantidade de alimento ingerida (Stubbs & Whybrow, 2004). Além disso, a disponibilidade de alimentos e a ocorrência de experiências anteriores com as qualidades sensoriais dos alimentos podem influenciar a preferência subsequente por determinados alimentos e o hábito alimentar (Stubbs & Whybrow, 2004).

Em alguns estudos, observou-se que a ingestão de alimentos mais palatáveis leva à redução da fome e ao aumento da saciedade (De Graaf et al., 1999; Sorensen et al., 2003). No entanto, nem todos os estudos identificaram esta relação entre a palatabilidade e o aumento do apetite (Yeomans & Symes, 1999; Sorensen et al., 2003).

Drewnowski (1998), sugere que as pessoas preferem os alimentos com alta densidade energética, já que são mais palatáveis. Tais alimentos promovem uma maior ingestão energética porque resultam em menor saciação. Seus argumentos se baseiam em estudos laboratoriais, onde as pessoas ingerem peso e volume de alimentos relativamente constantes.

Densidade energética

Em um estudo testou-se o efeito da ingestão de oito tipos de cargas (coquetel de amendoim não salgado, manteiga de amendoim com baixo teor de sódio (controle), amêndoas (semelhante ao amendoim em termos de concentração de lipídios), castanhas inteiras (alto teor de carboidrato), chocolate ao leite (doce e controle sensorial), pickles, bolinhos de arroz sem sal e gordura) por um grupo e a não ingestão de nenhuma carga por um outro grupo. As cargas foram ingeridas em intervalos semanais pré-determinados. Os resultados desse estudo mostraram que a ingestão dos alimentos com maior densidade energética resultou em maior redução da sensação de fome e diminuição da energia consumida durante o dia (Jéquier & Tappy). Foi observada também uma compensação calórica sem alteração da proporção de macronutrientes ingeridos nos alimentos testados. (Kirkmeyer & Mattes, 2000). Segundo alguns autores, o teor de energia ingerida em uma refeição afeta diretamente a quantidade de energia ingerida na refeição subsequente. Assim, um déficit de energia ingerida em uma refeição induz a uma maior ingestão na refeição seguinte, enquanto o excesso causa o efeito contrário (Jéquier & Tappy, 1999).

Outros autores também têm discutido muito que a chave para o controle da ingestão alimentar está na densidade energética e não no conteúdo de macronutrientes dos alimentos, apesar deste influenciar o valor energético dos alimentos. No entanto, apesar de não haver diferença na proporção de macronutrientes consumidos, tem sido observada a ocorrência de compensação energética durante a ingestão de alimentos apresentando diferentes densidades energéticas (Stubbs & Whybrow, 2004).

Segundo Meiselman et al. (1974), as pessoas tendem a preferir alimentos com maior densidade energética. No entanto, o consumo freqüente destes alimentos com o tempo leva à diminuição do seu consumo, quando se compara ao consumo freqüente de alimentos de menor densidade energética e que são consumidos diariamente como o pão. Este efeito se deve às conseqüências pós-absortivas dos alimentos de alta densidade, que favorecem para que haja a saciedade sensorial específica a esses alimentos (Stubbs & Whybrow, 2004).

Teor de macronutrientes

A composição de nutrientes dos alimentos ingeridos também influencia a ingestão alimentar da refeição atual e da seguinte. Dentre os macronutrientes, as proteínas têm um poder de saciedade e saciação maior que o dos carboidratos e dos lipídios (Jéquier & Tappy, 1999; Stubbs, 1999). A ingestão de proteína estimula o intestino delgado a liberar hormônios da saciedade como a colecistoquinina, glucagon e enterostatina, por meio de estímulo dos receptores intestinais sensíveis a

variação do nível de aminoácidos (Stubbs, 1999). Os lipídios apresentam baixa capacidade de saciedade e saciação (Jéquier & Tappy, 1999; Stubbs, 1999).

No entanto, o efeito diferencial dos macronutrientes na saciedade não é observado em todos os estudos. Segundo Raben et al. (2003), a ingestão ad libitum de refeições contendo alimentos, cuja contribuição energética era advinda basicamente do álcool, proteína, carboidrato ou lipídio não resultou em diferença significativa na sensação de fome e saciedade. Observou-se um maior aumento da termogênese induzida pela ingestão de álcool, seguido pela proteína. No entanto, o álcool diminuiu a oxidação de lipídios e a concentração de leptina, aumentando a concentração de triglicérides no sangue. Apesar da diferença no metabolismo e na concentração de hormônio, a ingestão dos diferentes nutrientes não alterou significativamente a saciedade e a ingestão energética dos indivíduos (Raben et al., 2003)

O aumento da ingestão de proteína leva ao aumento da termogênese, favorecendo para o aumento do gasto energético, além do aumento do stress metabólico causado pela transaminação, desaminação e ureogênese. Tem sido sugerido que a concentração plasmática de aminoácidos influencia diretamente a produção de neurotransmissores, que por sua vez interferem no apetite. Sabe-se que aminoácidos aromáticos como triptofano, tirosina e fenilalanina são precursores do hormônio serotonina, dopamina e norepinefrina, os quais podem diminuir a ingestão alimentar. Contudo, não se sabe ao certo até que certo ponto a concentração destes aminoácidos influenciam diretamente na ingestão alimentar (Stubbs, 1999).

Além disso, alguns autores como Jonhson e Vickers (1992) observaram uma tendência a uma menor preferência para alimentos com alto teor de proteína. Outros pesquisadores (Vandewater e Vickers, 1996) verificaram que o consumo de alimentos hiperproteicos, apresentando o mesmo valor energético, resultaram em maior saciedade sensorial específica, do que os de menor teor de proteínas (Sorensen et al., 2003).

Apesar das proteínas exercerem um efeito maior sobre a saciedade que os carboidratos e os lipídios, sua ingestão em condições de vida livre, induz maior compensação calórica nas refeições seguintes que os carboidratos e os lipídios. No entanto, quando a densidade energética é controlada as proteínas saciam mais que os carboidratos e lipídeos (WHO, 2003; Stubbs & Whybrow, 2004).

O efeito dos carboidratos na saciedade se dá pelo estímulo de receptores de glicose existentes no intestino delgado, resultando no envio de sinais ao centro da saciedade no cérebro. Além disso, a absorção e liberação de glicose na corrente sanguínea pelo fígado também exercem efeito na saciedade, por favorecer a oxidação deste macronutriente. Estudos demonstram que enquanto a inibição da utilização de glicose e a oxidação de lipídios estimulam a ingestão alimentar, a oxidação de glicose inibe a fome, ativando o centro da saciedade. Em todas as vias metabólicas envolvidas nesses processos há a atuação da insulina. Assim, este hormônio exerce um papel importante no controle da saciedade. Vários neurotransmissores estão envolvidos na reação periférica da glicose a saciedade, incluindo o NPY e a noradrenalina. O núcleo paraventricular do hipotálamo é a principal parte do cérebro sensível às mudanças na concentração de

neurotransmissores e da concentração de glicose plasmática, sendo importante para o controle da ingestão alimentar (Stubbs, 1999; French, 2004).

Em contrapartida, a ingestão de lipídios ativa a liberação de enterostatina e colecistoquinina, hormônios que reduzem a ingestão alimentar. No entanto, este efeito não é suficiente para impedir a alta ingestão calórica associada à ingestão de refeições hiperlipídicas, apresentando alta palatabilidade e densidade energética. Deve-se ressaltar ainda que como os lipídios retardam o esvaziamento gástrico, o alimento demora mais tempo para chegar ao duodeno. Conseqüentemente, os fatores da saciedade são ativados mais tardiamente, contribuindo para a grande ingestão energética (Jéquier & Tappy, 1999). Além disso, a absorção dos mesmos pela veia linfática retarda o efeito da saciedade, uma vez que os mesmos demoram mais tempo para atingir a corrente sanguínea e conseqüentemente os sensores da fome e saciedade. Deve-se ressaltar ainda que os lipídios são pouco oxidados no período pós-absorção, não tendo, portanto um efeito imediato na saciedade (Stubbs, 1999; French, 2004).

Segundo alguns autores, a preferência por determinado tipos de alimentos pode estar relacionada à necessidade fisiológica e nutricional do organismo. Assim, a depleção de hormônios como a serotonina e peptídeos agonista dos opióides resulta na preferência por alimentos doces e ricos em lipídios (Drewnowski et al., 1992). Além disso, os açúcares e lipídios apresentam propriedades sensoriais, as quais são mais difíceis de serem resistidas (Drewnowski, 1995). Estudos recentes indicam que o consumo de açúcar e lipídios vem aumentando ano a ano, contribuindo

sensivelmente para o aumento da ingestão energética e conseqüentemente da obesidade e da manifestação de co-morbidades associadas a ela (WHO, 2003).

Apesar do álcool fornecer um aporte calórico considerável (7 kcal/g), ele é totalmente oxidado, não sendo estocado no organismo. Sua ingestão suprime a oxidação dos carboidratos, lipídios e proteínas, além de diminuir a concentração plasmática de glicose. Alguns autores sugerem que esses efeitos podem favorecer o aumento da ingestão alimentar e da fome (Stubbs, 1999; Yeomans, 2004). No entanto, ainda são poucos os estudos sobre o efeito do álcool na saciedade e na fome, necessitando de um maior elucidamento dos seus mecanismos de ação no organismo e no hipotálamo (Yeomans, 2004).

Teor de fibras

As fibras solúveis proporcionam um aumento na saciedade e, subseqüentemente, a redução da ingestão alimentar, efeito benéfico na perda de peso (FERNÁNDEZ & GASSUL, 1992). Heini et al (1998) verificou que o consumo de fibra solúvel aumenta a liberação da colecistoquinina (CCK) pós-prandial, não afetando a liberação dos outros hormônios relacionados com a saciedade (insulina, leptina).

Peso e volume dos alimentos

A saciação tem uma relação direta com o peso do alimento ingerido, de modo que o consumo de alimentos mais pesados resultam em saciação mais rapidamente

do que os mais leves (Raben et al, 1996; Porrini, 1997). Alguns estudos demonstraram haver uma melhor associação entre a sensação de fome e peso do alimento ingerido, do que em relação ao valor calórico ou composição de macronutrientes do mesmo (Porrini, 1997). No entanto, esses dados ainda são controversos. Em um outro estudo, observou-se que o consumo de maior quantidade de refrigerante do que balas de goma não afetou a sensação de fome, apesar da porção consumida destes alimentos ter diferido em termos do peso (Di Meglio et al., 2000).

O volume do alimento consumido também parece exercer um efeito na saciedade. Estudos mostram que a distensão do estômago envia sinais periféricos de saciedade ao cérebro. Tal efeito é observado após a colocação de balão inflado no estômago, suprimindo a sensação de fome (Geliebter, 1988).

CONCLUSÃO

O apetite é um complexo fenômeno resultante da interação de mecanismos periférico e central. Vários mecanismos do organismo estão envolvidos no controle da fome e da ingestão alimentar. Esses mecanismos envolvem a atuação conjunta do cérebro, dos hormônios, de neurotransmissores (orexígenos e anorexígenos) e dos órgãos sensoriais para manter a homeostase energética.

O estímulo do sistema nervoso periférico se dá por sinais periféricos, que atingem o organismo e envolvem desde a percepção da presença do alimento, a sua seleção, digestão, absorção e metabolização. Estes sinais são inicialmente

transmitidos ao organismo pelos órgãos do sentido, passando para os gastrointestinais, fatores da circulação, metabólico, de estoque alimentar, do fígado e finalmente chegam ao sistema nervoso central. O nervo vago é o principal carreador de estímulos para o hipotálamo, o qual representa a principal região do sistema nervoso central responsável pelo controle do apetite.

Vários fatores podem atuar no controle da ingestão alimentar e do apetite. Dentre eles, merecem destaque os fatores inerentes aos alimentos como palatabilidade, propriedades organolépticas tamanho da refeição, densidade calórica, volume, peso e composição de macronutrientes. Além disso, o comportamento alimentar é controlado pelas condições do meio em que os indivíduos vivem como o nível socioeconômico, a disponibilidade de alimentos, os fatores socioculturais, os hábitos alimentares, o nível de stress apresentado, a hora do dia e a estação do ano.

Todas essas variáveis se entrelaçam e resultam no comportamento alimentar das pessoas. Considerando o aumento cada vez mais crescente da obesidade a nível mundial, muitos estudos ainda precisam ser conduzidos para melhor compreender os complexos mecanismos envolvidos no controle da ingestão alimentar, visando o controle efetivo da obesidade e de doenças não transmissíveis a ela associadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bailey P, Bremer F. Experimental diabetes insipidus. Arch Intern Méd 1921;28:773–803.
- Blundell JE, Stubbs RJ. Diet composition and the control of food intake in humans. In: Bray GA, Bouchard C, James WPT, editors. The international handbook of obesity. New York: Marcel Dekker, 1997.
- Bray GA. Reciprocal relation of food intake and sympathetic activity: experimental observations and clinical implications. International Journal of Obesity, 24(2) 8-17, 2000.
- Brobeck J. Mechanism of the development of obesity in animals with hypothalamic lesions. Physiol Rev, 26:541, 1946.
- Di Meglio DP, Mattes RD. Liquid versus solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. Int J Obes Relat Metab Disord, 24; 794-800, 2000.
- De Castro JM, Bellisle F, Dalix AM. Palatability and intake relationship in free-living humans: characterization and independence of influence in North American. Physiol Behav; 70:343- 350, 2000.

- De Graaf DJ, De Jong LS, Lambers AC. Palatability affects satiation but not satiety. *Physiol Behav*; 66:681-688, 1999.
- De Graaf, C; Blom, WAM; Smeets, PAM; Stafleu, A; Hendriks, HFJ. Biomarkers of satiation and satiety. *Am J Clin Nutr*, 79:946-61, 2004.
- Drewnowski A. Energy density, palatability and satiety: implications for weight control. *Nut Rev*; 56(12): 347- 353, 1998.
- French S. Effects of dietary fat and carbohydrate on appetite vary depending upon site and structure. *British Journal of Nutrition*, 92(1):23-26, 2004.
- Geliebter A. Gastric distension and capacity in relation to food intake in humans. *Physiol Behav*, 44: 665-668, 1988.
- Gibbs, Jyoung RC & Smith GP. Cholecystokinin decreases food intake in rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 84, 488-495, 1973.
- Hetherington AW. Obesity in the rat following the injection of chronic acid into the hypophysis. *Endocrinology*, 26:264– 268, 1940.
- Jéquier E; Tappy L. Regulation of Body Weight in Humans. *Physiological Reviews*, 79(2) 459-463, 1999.

- Johnson J, Vickers Z. Factors influencing sensory-specific satiety. *Appetite*; 19: 15-31.
- Kennedy, GC. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proc. R. Soc. Lond. B* 140, 579-592, 1953.
- King BM. The rise, fall, and resurrection of the ventromedial hypothalamus in the regulation of feeding behavior and body weight. *Physiology & Behavior* 87: 221-244, 2006.
- Kirkmeyer SV; Mattes RD. Effects of food attributes on hunger and food intake. *International Journal of Obesity*, 24: 1167-1175, 2000.
- Kraly FS, Gibbs CJ. Vagotomy fails to block the satiating effect of food in the stomach. *Physiol Behav*; 24:1007, 1980.
- Levine AS; Billington CJ. Why Do We Eat? A Neural Systems Approach. *Nutrition*; 17:597-619, 1997.
- Martin WR, Wikler A, Eades CG, Pescor FT. Tolerance to and physical dependence on morphine in rats. *Psychopharmacologia* 4:247-60, 1963.
- Mattes RD. Gustation as a determinant of ingestion: methodological issues. *Am J Clin Nutr*; 39:136, 1985.

- Meiselman HL, Waterman D, Symington LE. Armed forces food preferences. US Army Natick Development Center Technical Report TR; 63-76, 1974.
- Mohr B. Hypertrophie der Hypophyse cerebri und dadurch bedingter Druck auf die Höhengrund-fläche insbesondere auf die Nerven, das Chiasma derselben, und dem längseitigen Höhengschenkel. Wschr Heilkd ;6:565 – 574, 1840.
- Novin, D; Sanderson J; Gonzalez M. Feeding After Nutrient Infusions: Effects of Hypothalamic Lesion and Vagotomy. *Physiology & Behavior*, 22(1) 106-113, 1979.
- Oesch S, Ruegg C, Fischer B, Degen L, Beglinger C. Effect of gastric distension prior to eating on food intake and feelings of satiety in humans. *Physiology & Behavior* 87: 903–910, 2006.
- Porrini M, Santangelo A, Crovetto R, Riso P, Testolin G, Blundell JE. Weight, protein, fat and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav*, 62: 563-570, 1997.
- Raben A, Hoist JJ, Christenson NJ, Astrup A. Determinants of postprandial appetite sensations: macronutrient intake and glucose metabolism. *Int. J. Obes. Metab. Disord*, 20:161-169, 1996.

- Raben,A, Agerholm-Larsen,L, Flint,A, Holst, JJ, Astrup, A. Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *Am J Clin Nutr* , 77:91–100, 2003.
- Schwartz MW, Stephen CW, Daniel P Jr, Randy JS, Denis GB. Central Nervous System Control of Food Intake. Insight Review Article, *Nature*, 404, 661-671, 2000.
- Smith GP. The Controls of Eating: A Shift from Nutritional Homeostasis to Behavioral Neuroscience. *Nutrition*; 16: 814-820, 2000.
- Sorensen Ib, Moller P, Flint A, Martens M, Raben A. Effect of sensory perception of foods on appetite and food intake: a review of studies on humans. *International Journal of Obesity*, 27:1152-1166, 2003.
- Stubbs, J.R., Peripheral Signals Affecting Food Intake. *Nutrition*, 15:614-625, 1999.
- Stubbs RJ; Whybrow S. Energy density, diet composition and palatability: influences on overall food energy intake in humans. *Physiology & Behavior* 81:755-764, 2004.

- Sturm, K, Parker,B, Wishart,J, Feinle-Bisset, C, Jones,K L, Chapman,I, Horowitz, M. Energy intake and appetite are related to antral area in healthy young and older subjects. *Am J Clin Nutr* 80:656–67, 2004.
- Vanderwater K, Vickers Z. Higher-protein foods produce greater sensory-specific satiety. *Physiol Behav*; 59: 579-583, 1996.
- Yeomans MR. Taste, palatability and the control of appetite. *Proc Nutr Soc*; 57:609- 615, 1998.
- Yeomans MR, Symes T. Individual differences in the use of pleasantness and palatability ratings. *Appetite*; 32:383-394, 1999.
- Yeomans MR. Rating changes over the course of meals: what do they tell us about motivation to eat? *Neuroscience and Biobehavioral*; 24: 249-259, 2000.
- Yeomans MR. Effects of alcohol on food and energy intake in human subjects: evidence for passive and active over-consumption of energy. *British Journal of Nutrition* , 92, Suppl. (1):31-34, 2004.
- Fernández, F.; Gassull, M. A. Metabolismo Colónico de la Fibra Dietética: Efectos Fisiológicos y Posibles Indicaciones de los Ácidos Grasos de Cadena Corta. *Gastroenterol Hepatol*, 15: 536-542, 1992.

- Heini AF, Lara-Castro C, H Schneider H, Kirk KA, RV Considine RV; Weinsier RL. Effect of hydrolyzed guar fiber on fasting and postprandial satiety and satiety hormones: A double-blind, placebo-controlled trial during controlled weight loss. *International Journal of Obesity*: 22, 906:909, 1998.

- WHO (World Health Organization). Diet, Nutrition and the prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series, n 916, p.1-160, 2003.

ARTIGO 3 - EFEITOS DO CONSUMO DE DIFERENTES FONTES PROTÉICAS NO BALANÇO ENERGÉTICO DE INDIVÍDUOS EUTRÓFICOS

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2006.
Efeitos do consumo de diferentes fontes protéicas no balanço energético de indivíduos eutróficos. Orientadora: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas.
Conselheiras: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvania C. C. Franceschini.

RESUMO

Muitos estudos discutem o efeito das dietas com alto teor de proteína, pois elas têm levado a uma diminuição da ingestão calórica e uma significativa perda de peso. Este estudo foi realizado com 13 homens e 13 mulheres com IMC médio de $20,5 \pm 1,46$ Kg/m². Em cada etapa, os voluntários ingeriram, preparações contendo um dos três tipos de cargas com 0,5 g/kg de peso corporal das proteínas testadas (caseína, soja, soro de leite ou controle), durante 7 dias consecutivos. Foram feitas avaliações do gasto energético, da ingestão alimentar, da composição corporal e do apetite. A ingestão de diferentes fontes protéicas não teve efeito no peso e na composição corporal. A proteína da soja provocou o aumento mais expressivo TID. A ingestão calórica na semana 2 (caseína) foi menor do que na semana 4 (soja). A comparação entre as áreas da curva da fome, plenitude gástrica e desejo prospectivo de se alimentar não tiveram diferença significativa. Os resultados não foram conclusivos, contudo fazem-se necessários mais estudos da ação das proteínas no apetite, ingestão alimentar, nos parâmetros antropométricos e metabólicos.

ARTICLE 3 - EFFECTS OF THE CONSUMPTION OF DIFFERENT SOURCES OF PROTEIN IN THE ENERGY BALANCE IN EUTROPHIC SUBJECTS

De Paiva, Aline Cardoso M. S. Universidade Federal de Viçosa, December de 2006.
Effects of the consumption of different sources protein in the energetic balance in eutrophic people. Advisor: Rita de Cássia Gonçalves Alfenas. Committee Members: Josefina Bressan, Neuza M. B. Costa, Sylvia C. C. Franceschini.

ABSTRACT

Several studies have shown the effect of the high-protein diets on the decrease of the caloric ingestion and weight loss. This study was carried out with 13 men and 13 women with mean BMI $20.5 + 1.46$. In each stage, the volunteers ingested, preparations containing one of the three types of loads with 0.5 g/kg of weight of the tested proteins (casein, soy, whey or control), for 1 week. It was analyzed the energy expenditure, food intake, body composition and the appetite. The ingestion of different protein sources didn't have an effect in the weight and in the volunteers' body composition. The protein of the soy provoked more increasing the energy expense of DIT. The caloric ingestion in the week 2 (casein) it was smaller than in the week 4 (soy). The comparison among the areas of the curve of the hunger, satiety and prospective desire of feeding didn't have significant difference. Further studies are necessary to elucidate the action of the proteins in the appetite, food intake, anthropometrics and metabolic parameters.

1 – INTRODUÇÃO

A prevalência da obesidade vem aumentando consideravelmente no mundo, afetando todos os níveis sociais, sendo considerada atualmente uma epidemia mundial. A obesidade é uma desordem metabólica associada principalmente ao baixo nível de atividade física e ingestão energética acima da necessária para a manutenção das atividades orgânicas (WHO, 2003). Tem-se verificado que a ingestão de dietas hipocalóricas, visando o tratamento da obesidade, resulta na ativação de mecanismos homeostáticos, que levam ao aumento da fome e à redução da taxa metabólica basal (Rogers, 1999). Por esse motivo, a adesão a tais dietas por longos períodos torna-se difícil, favorecendo assim a recuperação do peso perdido inicialmente. Por outro lado, a ingestão de alimentos com alto poder de saciedade favorece o controle da ingestão energética, sem levar ao aumento da sensação de fome entre as refeições (Holt et al., 2001).

Dentre os macronutrientes, as proteínas apresentam maior poder de saciedade que os carboidratos e os lipídios (Westerterp-Plantenga, 1999; Jequier and Tappy, 1999; Jequier, 2002). Tal fato tem sido atribuído ao maior potencial termogênico das proteínas (Flatt, 1978; Tappy et al., 1996; Porrini, 1997). O efeito termogênico deste macronutriente favoreceu a maior perda de peso em obesos que consumiram dieta hiperprotéica e hipolipídica *ad libitum* por 6 meses em relação àqueles que consumiram dieta hiperglicídica e hipolipídica (Skov et al., 1999). Em um estudo recente, 148 participantes seguiram uma dieta hipocalórica por 4 meses. Nos 3 meses subseqüentes, tais participantes passaram a receber dietas para manutenção de peso, contendo 15 ou 18% de proteínas. Observou-se que a

ingestão de dieta hiperprotéica resultou em menor recuperação do peso perdido, sendo que o peso recuperado foi constituído especialmente de massa livre de gordura (Westerberp-Plantenga et al., 2004).

Estudos com seres humanos têm sugerido que o poder de saciedade de diferentes fontes protéicas pode diferir (Uhe et al., 1992; Thurnbull et al., 1993; Hall et al., 2003). No entanto, Lang et al. (1998) não observaram efeito da qualidade protéica ingerida na saciedade. A discrepância no resultado de tais investigações pode ser atribuída a problemas metodológicos, os quais confundem a interpretação dos resultados.

A ingestão de micoproteína resultou em menor ingestão energética, menor desejo para se alimentar e menor consumo prospectivo de alimentos do que quando os participantes ingeriram frango (Thurnbull et al., 1993). No entanto, o maior teor de fibras da micoproteína pode ter contribuído para o resultado observado. Tem sido verificado que um aumento da ingestão de fibras aumenta a saciedade e reduz a sensação de fome pós-prandiais (Howarth et al., 2001). Além disso, nos estudos conduzidos por Uhe et al. (1992) e Thurnbull et al. (1993) a palatabilidade dos alimentos testados não foi controlada. Alimentos menos palatáveis resultam em menor saciedade (Rogers & Schutz, 1992; Yeomans, 1996).

O efeito do consumo de cargas alimentares contendo diferentes tipos de proteínas (albumina, caseína, gelatina, soja, ervilha ou glúten) na saciedade e ingestão alimentar foi investigado (Lang et al., 1998). Nenhum efeito da qualidade protéica na saciedade ou ingestão energética foi observada nas 24 horas após a ingestão da refeição teste. No entanto, além do fato do consumo de chá e café junto

com esta refeição não ter sido controlada, os alimentos testados apresentaram diferenças em termos do teor de macronutrientes e teor de fibras. Considerando que a cafeína pode estimular tanto à lipólise, quanto o gasto energético (Acheson et al., 2004), a ingestão de bebidas cafeinadas deve ser controlada em estudos desta natureza. As diferenças em termos de macronutrientes (Rolls et al., 1994; Stubbs, 1995) também comprometem a interpretação dos resultados.

No estudo conduzido por Uhe et al. (1992), observou-se maior saciedade após a ingestão de peixe em relação às carnes de boi e de frango. No entanto, a ingestão calórica 24 horas após a ingestão dos alimentos teste não foi avaliada. Foi demonstrado que a avaliação da resposta alimentar em curto prazo pode não prever o efeito na saciedade e, conseqüentemente, a ingestão calórica nas 24 horas seguintes (Holt & Miller, 1995). A ingestão de preparações contendo várias fontes protéicas resultou na redução da ingestão de proteínas e aumento da ingestão de carboidratos nas 24 horas pós-teste (Lang et al., 1998). Isto aponta a necessidade de condução de pesquisas que visem avaliar o efeito de diversas fontes protéicas no balanço energético por períodos ainda maiores, pois conforme descrito, a ingestão calórica nas 24 horas após a refeição teste contendo diversas fontes protéicas não foi afetada (Lang et al., 1998).

Em um estudo comparativo entre as proteínas do leite (caseína ou soro) foi verificado menor desejo para se alimentar e maior sensação de plenitude gástrica por 3 horas após a ingestão de refeição contendo soro de leite. Observou-se ainda uma menor ingestão calórica 90 minutos após a refeição a base de soro (Hall et al., 2002). Estes resultados foram atribuídos ao esvaziamento gástrico mais lento da

caseína, que ao contrário do soro do leite, coagula em pH estomacal, resultando em uma menor concentração plasmática de aminoácidos (Boirie et al., 1997). De acordo com o conceito aminoacídico de Mellinkoff, a elevação no nível de aminoácidos plasmáticos atua sobre centros de saciedade localizados no cérebro, resultando na redução do apetite (Mellinkoff et al., 1956). Assim, o maior efeito do soro do leite sobre a saciedade foi atribuído à maior concentração plasmática de aminoácidos e também aos níveis plasmáticos mais elevados de colecistoquinina e do peptídeo semelhante ao glucagon (GLP-1) em relação à caseína (Hall et al., 2003).

Alguns estudos indicam que o maior efeito termogênico atribuído às proteínas pode ser mediado pelo aumento da síntese protéica e do consumo de ATP para a síntese das ligações peptídicas, bem como pelo aumento do turnover protéico associado à maior ingestão deste macronutriente (Garlick et al., 1991; Giodano & Castellino, 1997). Em estudo envolvendo 12 homens com excesso de peso, observou-se que a ingestão de carne de porco, em comparação à ingestão de soja, resultou em um maior gasto energético (Mikkelsen, et al., 2000). O resultado deste estudo sugere que o efeito protéico na termogênese pode estar relacionado ao valor biológico da proteína ingerida.

Desta forma, a qualidade da proteína ingerida pode resultar no aumento da saciedade e da termogênese induzida pela dieta (TID), podendo assim favorecer a regulação do peso corporal. Diante disto, o presente estudo objetivou avaliar o efeito do consumo de diferentes fontes protéicas no balanço energético.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Casuística

Participaram do estudo 26 voluntários, sendo 13 mulheres e 13 homens, apresentando índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 a 24,99 Kg/m² (WHO, 1995). Foram considerados os seguintes critérios de seleção: bom estado de saúde, nível de restrição/desinibição alimentar ≤ 14 (Strunkard & Messick, 1985), ausência de alergia aos ingredientes das cargas alimentares testadas, faixa etária entre 18 e 40 anos, não fumante, sem uso de medicamentos que interferem na ingestão alimentar ou no gasto energético, não gestante ou lactante, não estar seguindo restrição dietética para controle do peso e apresentar peso estável (variação máxima de ± 3 kg) nos últimos 3 meses.

Como o poder de saciedade das proteínas varia inversamente com a quantidade habitualmente ingerida deste nutriente (Long et al., 2000), foram selecionados a participar do estudo indivíduos que apresentavam uma ingestão protéica habitual variando de 10-15% das calorias totais ingeridas. A ingestão habitual dos voluntários foi analisada por meio da média do registro alimentar de 3 dias não consecutivos, sendo 2 dias durante a semana e 1 de final de semana (Cintra et al., 1997) (Anexo I).

O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal de Viçosa, e todos os voluntários assinaram um termo de consentimento ao serem selecionados para participar do estudo (Anexo II).

Delineamento experimental do estudo

Antes de serem incluídos no presente estudo, os voluntários preencheram um questionário de seleção (Anexo III), um questionário de avaliação do nível de restrição/desinibição alimentar (Anexo IV), foram submetidos a exames bioquímicos (glicemia de jejum, colesterol total e triglicérides) e avaliação antropométrica. A realização dos exames bioquímicos foi feita por punção digital, após jejum de 12 horas, utilizando o Aparelho Accutrend GCT®.

O presente estudo consistiu de quatro etapas experimentais. Em cada etapa, os voluntários ingeriram, de forma aleatória, preparações contendo um dos tipos de cargas alimentares testadas (caseína, soja, soro de leite ou controle), durante 7 dias consecutivos. De segunda à sexta-feira, as preparações foram servidas no Laboratório de Estudo Experimental dos Alimentos entre 6:00 – 10:00 h da manhã. Nos finais de semana, os voluntários receberam as preparações congeladas para serem consumidas em suas residências.

Em cada etapa, os voluntários ingeriram preparações (milk shakes, patês, bolos e biscoitos), contendo uma das três proteínas testadas (caseína, soja, soro de leite) ou preparações sem nenhuma dessas proteínas (controle). Tais preparações foram servidas no desjejum, utilizando cinco tipos de cardápios (Anexo VII). As preparações servidas na etapa controle eram semelhantes às servidas nas demais etapas, exceto pelo fato de não apresentarem nenhuma das três proteínas testadas. Na etapa controle, as preparações de consistência sólida foram feitas com farinha de trigo em substituição (peso por peso) às proteínas testadas, para dar consistência às mesmas. não foi adicionado ingrediente, em substituição às proteínas testadas.

Do total de voluntários do estudo, 10 participaram (5 homens e 5 mulheres) de todas as quatro etapas experimentais. Os demais (16 voluntários) participaram apenas das etapas controle, caseína e soro de leite, pois desistiram de continuar o estudo. No primeiro dia do experimento, após 12 horas de jejum, os voluntários foram submetidos à avaliação do metabolismo de repouso. No 1º e no 7º dia de cada etapa experimental, após 12 horas de jejum, os voluntários foram submetidos à avaliação do peso, da composição corporal, da termogênese induzida pela dieta e avaliação do nível de atividade física realizada pelos mesmos (Questionário de atividade log – Anexo VI). Durante todo o estudo, os participantes foram submetidos à avaliação subjetiva do apetite (Anexo V) antes e após o consumo das preparações testadas no estudo. Após a ingestão do desjejum e a realização das avaliações em laboratório, os participantes foram liberados para exercerem suas atividades diárias normais, mantendo o registro de todos os alimentos ingeridos em condições de vida livre.

Preparações testadas

As preparações servidas foram especialmente desenvolvidas para o estudo, não havendo diferença na composição de macronutrientes, calorias e fibras entre as etapas do experimento (Tabela 1). Cada voluntário recebeu diariamente 0,5 g da proteína testada por quilo de peso corporal.

A aceitabilidade dessas preparações foi avaliada antes do início do estudo, em termos de satisfação (sabor, cheiro, textura, aparência geral) e intensidade de sabor (doce, azedo, salgado, amargo). Para tal, foi utilizada uma escala categórica bipolar

de 9 pontos, contendo as expressões “ruim” e “muito boa” em cada uma das extremidades (Merril et al, 2002). Todas as preparações testadas receberam de 7 a 9 pontos, tendo apresentado portanto boa aceitação.

Tabela 1 – Teor de macronutrientes, fibras e calorias totais médias das preparações oferecidas nas quatro etapas experimentais.

Etapa	Carboidrato	Proteína	Lipídio	Fibra	Calorias totais
experimental	(g)	(g)	(g)	(g)	(kcal)
Soro de leite	30,25	4,73	3,08	5,0	167,64
Caseína	30,25	4,73	3,08	5,0	167,64
Soja	30,25	4,73	3,08	5,0	167,64
Controle	35,0	5,59	3,21	5,1	191,25

Nota: Teste aplicado foi o de Kruskal- Wallis, $p = 0,910$.

Avaliação Antropométrica e da Composição Corporal

Foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) (BRAY & GRAY, 1988), relacionando o peso (kg) e a altura (m^2) apresentados pelos voluntários. Os indivíduos foram pesados utilizando uma balança Tanita TBF 300 A (bioimpedância elétrica tetrapolar), eletrônica, digital, com capacidade de 200 kg e precisão de 100 g, utilizando o mínimo de roupa possível. A altura foi determinada utilizando-se um antropômetro vertical milimetrado, com extensão de 2 m e escala de 0,1 cm. Para a

determinação do peso e da altura, os indivíduos encontravam-se em pé, em posição firme, com os braços relaxados e cabeça no plano horizontal.

Foram medidas também as circunferências da cintura e do quadril. A circunferência da cintura foi aferida com uma fita métrica inextensiva e inelástica, 2,5 cm acima da cicatriz umbilical (Mcardle et al., 1991), na linha média axilar, com o indivíduo de pé. A circunferência do quadril foi aferida na maior proeminência do mesmo, ao nível da crista ilíaca, também com o indivíduo de pé (Kooy e Seidell, 1993; Weinsier et al., 1995).

A composição corporal (quantidades e percentuais de gordura corporal total, massa magra e água corporal total) dos participantes do estudo foi avaliada utilizando-se o método da bioimpedância elétrica tetrapolar Tanita TBF-300A (Heyward, 1996).

Para a determinação da composição corporal, os voluntários foram orientados a fazer o mínimo de atividade física no dia anterior ao teste. Tal determinação foi feita após jejum de no mínimo 4 horas, sendo que no momento da avaliação, os participantes eram mantidos em posição horizontal sem meias, luvas ou objetos metálico. A avaliação da composição corporal de voluntários do sexo feminino foi conduzida fora do período menstrual.

Avaliação do Gasto Energético de Repouso e da Termogênese Induzida pela Dieta

Após jejum de 12 horas, os voluntários se apresentaram no laboratório de composição corporal e metabolismo energético. Após serem submetidos à avaliação

antropométrica e da composição corporal, os voluntários permaneceram em repouso por 30 minutos em ambiente silencioso, com pouca iluminação e temperatura confortável, para evitar alterações causadas por frio ou ansiedade (Diener, 1997). A mensuração do metabolismo de repouso foi feita durante 30 minutos. Após este período, os voluntários ingeriram a carga alimentar testada, gastando para isso o total de 15 minutos. Posteriormente, foi medida a Termogênese Induzida pela Dieta (TID), por meio de leituras a cada 10 minutos, por um período de 1 hora (Westerterp, et al., 1999) (Anexo VIII).

A aferição do metabolismo energético de repouso e do efeito térmico do alimento ou termogênese induzida pela dieta (TID) foi feita utilizando-se o método de calorimetria indireta (Deltatrac II[®]). Este método avalia a taxa metabólica pela determinação do consumo de oxigênio e da produção de dióxido de carbono, por um dado período de tempo. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo do quociente respiratório (RQ), que relaciona os moles de CO₂ expirado / moles de O₂ consumido (Den Besten et al., 1988; Valtueña et al., 1995; Buscemi et al., 1996; Valtueña et al. 1997). Esta determinação foi convertida em quilocalorias de calor produzido por metro quadrado de superfície corporal por hora, sendo extrapolado para o gasto energético total (GET). No dia anterior à aferição do metabolismo energético, os voluntários foram orientados a evitar a ingestão de álcool e o excesso de atividade física.

Os dados referentes à avaliação dos parâmetros antropométricos, de composição corporal e de gasto energético foram registrados no formulário encontrado no Anexo VIII.

Avaliação da Ingestão Alimentar

A ingestão alimentar habitual antes da participação no estudo e a ocorrida entre o 1º e o 7º dia de cada etapa experimental foi avaliada utilizando-se o método de registro alimentar. Para tal, os voluntários receberam um treinamento para estimar as quantidades de alimentos ingeridos, utilizando-se réplicas plásticas de alimentos NASCO. Cada registro alimentar foi revisado na presença do voluntário para garantir sua precisão (Anexo I). As medidas caseiras dos alimentos ingeridos foram então convertidas em gramas e a ingestão energética e de macronutrientes foi analisada utilizando o software DietPro® (versão 4).

Avaliação da Atividade Física

O tipo e a intensidade dos exercícios físicos realizados pelos participantes do estudo foram avaliados utilizando o questionário de “atividade log” (Anexo VI). Nesse questionário foram registradas todas as atividades realizadas durante as 24 horas (1.440 minutos) do 1º e do 7º dia de cada sessão experimental. Os dados foram analisados pelo programa Nutri Quest versão 2.1, a fim de se verificar o nível das atividades físicas realizadas pelos participantes durante o estudo.

Avaliação das Sensações de Appetite

As sensações de apetite (intensidade da sensação de fome, plenitude gástrica e desejo prospectivo de ingerir alimentos) foram avaliadas utilizando a escala subjetiva Satiety Labeled Intensity Magnitude Scale ou Escala de Magnitude de Intensidade da Satedade (Cardello et al., 2005) (Anexo V). Essa avaliação foi

realizada em associação à ingestão do desjejum durante todo o estudo e em associação à ingestão do almoço e jantar no 1º e no 7º dia de cada uma das sessões experimentais. Tal avaliação foi feita imediatamente antes da ingestão (tempo inicial), logo após a ingestão (tempo 0 minuto), e nos tempos 60 e 120 minutos após a ingestão das refeições citadas anteriormente.

Delineamento Estatístico

Os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a homogeneidade da distribuição. Para as variáveis com distribuição normal utilizou-se o teste t pareado para comparação das variáveis referentes à composição corporal, à avaliação antropométrica, à ingestão alimentar, TID e coeficiente respiratório 1 dia e o 7 dia de cada semana experimental e para as que não apresentaram distribuição normal, utilizou-se o Teste de Wilcoxon.

Para comparar a diferença entre os tratamentos dados em cada semana experimental foi utilizado o Teste de Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis com distribuição normal e o Teste de Kruskal-Wallis para os sem. Quando estes se apresentaram significantes, utilizou-se o procedimento de comparações múltiplas de Tukey e Dunett's respectivamente, para completá-los. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a correlação entre: ingestão calórica e de macronutrientes, respostas metabólicas, antropométricas e de apetite (área da curva) associados à ingestão dos diferentes tipos de proteínas testadas.

As análises foram realizadas utilizando-se o software Sigma Stat versão 2.0. A área da curva foi calculada pelo software SlideWrite V6 Trial Size 32Bit. Valores de probabilidade abaixo de 0,05 foram considerados estatisticamente significantes. As variáveis que apresentaram distribuição normal foram expressas em médias e desvios padrão, e aquelas que não tiveram distribuição estão apresentadas em mediana.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os voluntários do presente estudo apresentavam idade correspondendo a $23,5 \pm 3,95$ anos, variando de 19 anos a 37 anos. Todos os voluntários eram eutróficos e apresentavam bom estado de saúde (Tabela 2). Não foram constatadas diferenças estatísticas nos dados antropométricos ($p > 0,05$) ou bioquímicos ($p > 0,05$) dos voluntários ao início do estudo.

Tabela 2 - Dados antropométricos e bioquímicos dos 26 voluntários no primeiro dia do estudo.

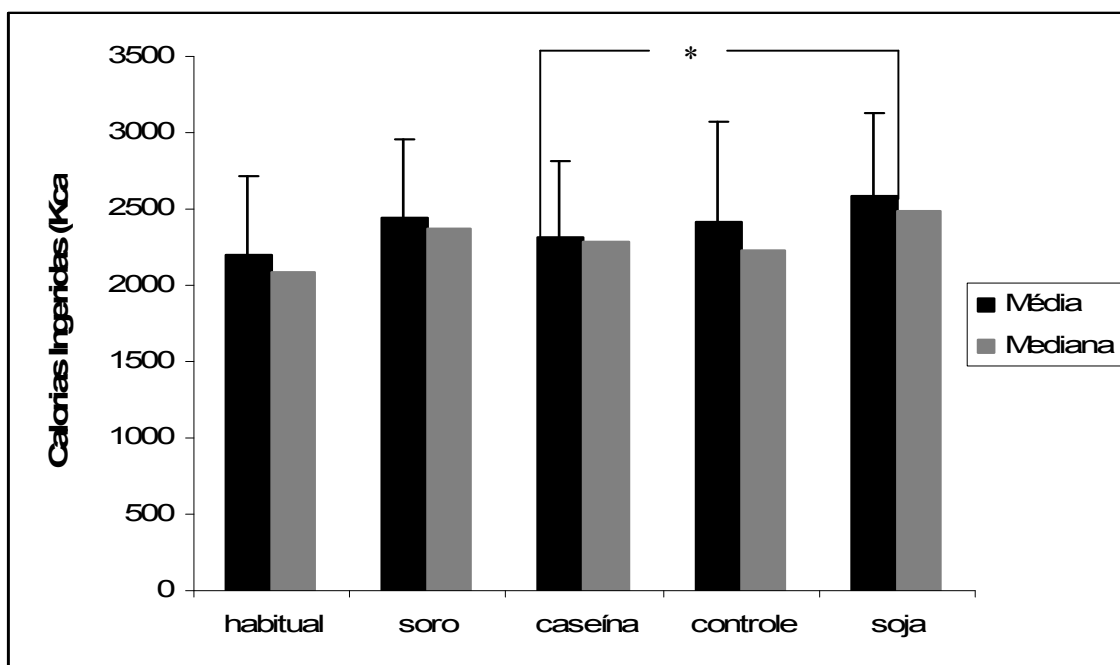
<i>Parâmetros</i>	<i>Homem</i>		<i>Mulher</i>		<i>Total</i>	
	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>
	<i>+ DP</i>	<i>+ DP</i>	<i>+ DP</i>	<i>+ DP</i>	<i>+ DP</i>	<i>+ DP</i>
Peso (kg)	62,4 ± 7,3	64,00	55,7 ± 6,48	51,45	59,05 ± 7,58	58,50
Altura (cm)	173,65 ± 7,46	173,0	164,9 ± 6,94	164,0	169,3 ± 8,34	170,95
IMC (kg/m ²)	20,70 ± 1,52	20,9	20,3 ± 1,44	20,4	20,5 ± 1,46	20,45
CC (cm)	73,16 ± 4,21	73,0	68,61 ± 4,53	68,5	70,8 ± 4,87	72,00
CQ (cm)	93,45 ± 5,31	94,0	96,29 ± 4,78	97,0	94,9 ± 5,14	95,8
RCQ	0,779 ± 0,02	0,72	0,708 ± 0,03	0,7	0,74 ± 0,05	0,73
Triglicerídios (mg/dl)	109,0 ± 67,7	99,0	108,1 ± 46,3	90,0	108,6 ± 56,41	99,00
Glicose (mg/dl)	88,66 ± 23,77	91,0	82,07 ± 11,23	79,0	85,2 ± 18,26	87,00
Colesterol Total (mg/dl)*	< 150	< 150	< 150	< 150	< 150	< 150

* O resultado <150 indica que o colesterol dos voluntários estava abaixo de 150 mg/dL, valor este não identificado pelo aparelho utilizado para sua avaliação.

Nota: IMC - índice de massa corporal, CC – circunferência da cintura, CQ – circunferência do quadril, RCQ – relação entre circunferência da cintura e do quadril.

Parâmetros Dietéticos

A maior ingestão protéica nas quatro etapas experimentais não afetou a ingestão calórica diária dos voluntários em relação ao consumo habitual. No entanto, verificou-se uma redução significativa ($p < 0.001$) das calorias consumidas durante a etapa da caseína em relação à etapa da soja (Figura 1). Alguns autores observaram que o consumo de dieta hiperprotéica (25% de proteína) resultou na diminuição da ingestão calórica diária em relação ao consumo de dieta normoprotéica (12% de proteína) (Due et al., 2004; Krieger, 2006).



Nota: * Teste kruskal- Wallis – $p < 0,05$.
Dados dos voluntários que completaram as 4 semanas do estudo ($n = 10$).

Figura 1 – Calorias diárias ingeridas na dieta habitual e durante as etapas experimentais em que foram ingeridas diariamente no desjejum preparações contendo soro de leite, caseína, soja ou nenhuma dessas proteínas (etapa controle), por 7 dias consecutivos.

Em outros estudos o consumo de 3 diferentes fontes protéicas (soja, caseína e gelatina) (Lang et al, 1999) ou de 6 diferentes fontes protéicas (albumina, caseína, gelatina, proteína da soja, proteína de nozes e o glúten do trigo) (Lang et al., 1998) não alteraram a ingestão calórica diária. No entanto, enquanto os participantes desses estudos ingeriram cada tipo de proteína durante um dia apenas, no estudo atual cada uma das proteínas testadas foi continuamente ingerida durante uma semana.

Alguns autores sugerem que a ingestão de refeição apresentaram alto teor de proteína resulta na redução da ingestão calórica na refeição seguinte (Anderson & Moore, 2004). Entretanto, no presente estudo o consumo de desjejum hiperprotéico não afetou o consumo calórico ou de macronutrientes no almoço em relação ao consumo diário habitual. O mesmo resultado foi observado quando foi considerada a distribuição por sexos.

Os voluntários do presente estudo apresentavam ingestão diária habitual média de calorias correspondente a $2320,79 \pm 569,79$ Kcal, as quais eram distribuídas em 14,9 % de proteínas; 57,1 % de carboidratos e 28,0 % de lipídios. Ao serem incluídos no estudo, os mesmos apresentaram um aumento significativo ($p < 0,001$) da ingestão protéica diária em todas as etapas do estudo, exceto na etapa controle, em relação à ingestão diária habitual. A ingestão das proteínas testadas no estudo, fez com que os mesmos passassem a ingerir dietas hiperprotéicas (controle – 15,2%, soro do leite – 19,1%, caseína – 19,4 % e soja – 16,7 % de proteínas). No entanto, este efeito ocorreu devido ao maior aporte protéico no desjejum, uma vez que a quantidade de proteína ingerida nas demais refeições diárias não foi alterada

em relação ao consumo habitual. O consumo de proteína durante a etapa controle diferiu significativamente ($p < 0,001$) e foi menor que o observado durante as etapas do soro do leite e da caseína (Tabela 3).

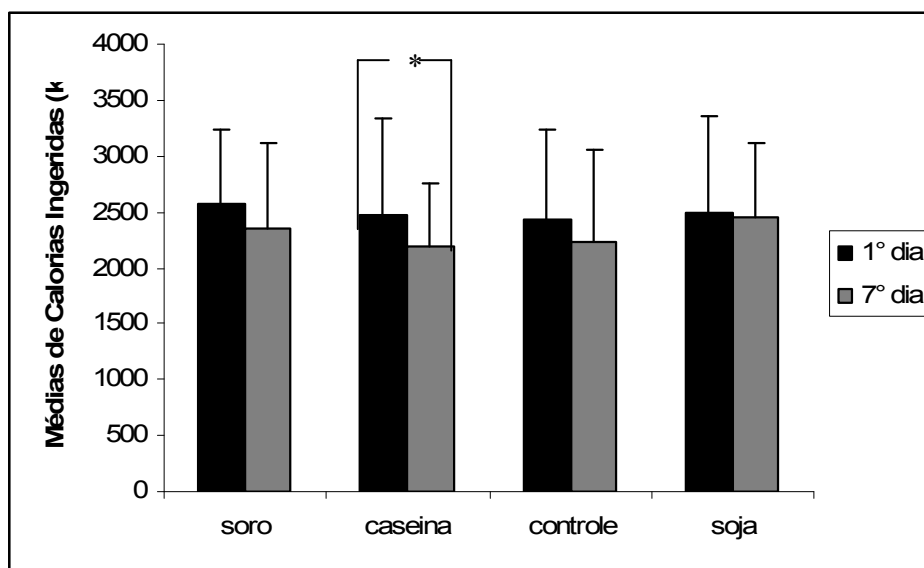
Tabela 3 – Ingestão diária de macronutrientes (gramas e percentual das calorias diárias consumidas) da dieta habitual e da dieta ingerida nas quatro etapas (soro, caseína, controle e soja) experimentais do estudo.

<i>Parâmetro</i>	<i>Habitual</i>	<i>Soro</i>	<i>Caseína</i>	<i>Controle</i>	<i>Soja</i>	
Proteína (g)						
Média	81,83 ± 16,33aa	115,52 ± 24,38 ba	108,88 ± 24,38b	91,22 ± 29,29b	108,71 ± 24,44 bb	<0,001
Mediana (g)	79,25	107,50	106,26	84,96	103,00	
%	14,1%	19,1%	19,4 %	15,2%	16,7%	<0,001
CHO * (g)						
Média	322,05 ± 92,12	366,34 ± 2,37	350,34 ± 106,27	379,28 ± 129,17	353,01± 78,61	0,361
Mediana (g)	298,92	337,21	339,92	348,65	338,22	
%	55,5%	60, 7%	62,4%	63,3%	54,1%	0,361
Lipídio* (g)						
Média	69,82 ± 19,13	75,04 ± 34,54	63,45 ± 15,24	68,87 ± 17,94	79,83 ± 26,14	0,330
Mediana (g)	68,24	65,87	60,76	65,75	72,06	
%	27,1%	28%	25,4%	25,9%	27,5%	0,330

Nota: Teste utilizado: Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

* Teste kruskal- Wallis

No presente estudo, não foram verificadas diferenças no consumo de macronutrientes entre o 1º e o 7º dia de cada etapa experimental. No entanto, constatou-se que a ingestão calórica diária dos voluntários no 7º dia da etapa da caseína reduziu ($p = 0,03$) em relação ao 1º dia (Figura 2). Esses resultados sugerem que a caseína apresenta um maior poder de saciedade do que as demais proteínas testadas. No estudo realizado por Hall et al. (2003) observou-se ingestão alimentar significativamente menor 90 minutos após a ingestão de uma carga contendo proteína do soro do leite em relação à outra contendo caseína. Assim, esses resultados sugerem que enquanto a proteína do soro do leite pode reduzir a ingestão calórica na refeição seguinte, a caseína passa a exercer esse efeito quando esta é consumida continuamente.



Nota: * Teste kruskal- Wallis – $p < 0,05$.

Dados dos voluntários que completaram as 4 semanas do estudo ($n = 10$).

Figura 2 – Ingestão calórica diária média no 1º e no 7º dia de cada etapa experimental, quando foram ingeridas diariamente no desjejum preparações contendo soro de leite,

caseína, soja ou nenhuma dessas proteínas (etapa controle), por 7 dias consecutivos. O consumo calórico no 7º dia da etapa da caseína é significativamente ($p = 0,03$) menor que aquele observado no 1º dia.

Avaliação Subjetiva do Apetite

Não foram constatadas diferenças significantes para a sensação de fome, plenitude gástrica e desejo prospectivo de se alimentar entre as 4 etapas do estudo. No entanto, conforme citado anteriormente, observou-se uma menor ingestão calórica no 7º dia do que no 1º dia da etapa em que a caseína foi consumida. Além disso, foi constatada uma menor ingestão calórica diária durante a etapa da caseína em relação à etapa da soja. Esse resultado indica que estes métodos de avaliação subjetiva do apetite nem sempre predizem o real estado de apetite apresentado pelo indivíduo (Stubbs, 2000; Ball et al., 2003; Bartoshuk et al., 2004).

No entanto, em um outro estudo o consumo de soro de leite resultou em menor desejo para se alimentar e maior sensação de plenitude gástrica em relação ao consumo de caseína (Hall et al., 2003). Diferenças metodológicas entre o estudo citado e o presente podem ter contribuído para a obtenção desses resultados divergentes. Enquanto no estudo de Hall et al. (2003) o desejo para se alimentar e a sensação de plenitude gástrica foram avaliadas de acordo com as alterações nos níveis de hormônios (colecistoquinina e o GLP-1) relacionados à saciedade, no estudo atual foram utilizados questionários para avaliação subjetiva da sensação de apetite. Possivelmente, as alterações nos níveis desses hormônios

são mais sensíveis do que os questionários utilizados no presente estudo para detectar alterações nas sensações de apetite.

Em estudo conduzido por Morgan (1998) foi observada maior sensação de plenitude gástrica após a ingestão da proteína do soro do leite, do que após a ingestão de proteína da soja. O referido estudo diferiu do atual em termos do tempo de avaliação de tal parâmetro. Enquanto nesse último estudo (Morgan, 1998) a sensação de apetite foi avaliada 1 hora após a ingestão da refeição contendo a proteína testada, no presente estudo tal avaliação foi feita após 7 dias de consumo de cada proteína testada. Existe a possibilidade de que o organismo se adapte aos efeitos causados por essas proteínas, não afetando as sensações do apetite após o consumo das mesmas por 7 dias consecutivos.

No presente estudo, foi verificado um aumento ($p = 0,028$) da sensação de plenitude gástrica entre o 1º e o 7º dia da etapa de consumo da proteína da soja, apesar de não ter sido encontrada diferença no consumo calórico diário. (Tabela 4). Estes resultados indicam que apesar da soja ter levado ao aumento da sensação de plenitude gástrica, este efeito não foi suficientemente forte para reduzir a ingestão calórica diária após o consumo da mesma por 7 dias consecutivos.

Durante a etapa controle foi observada ainda uma diminuição ($p = 0,026$) após 7 dias de ingestão do desjejum da etapa controle (Tabela 4). No entanto, este efeito novamente não resultou na redução das calorias ingeridas no 7º em relação ao 1º dia da referida etapa experimental. Esses resultados novamente sugerem que as alterações nas sensações de apetite avaliadas indiretamente pelo uso de questionários, nem sempre predizem o comportamento alimentar das pessoas.

Tabela 4 – Dados de avaliação subjetiva de apetite, obtidos o 1º e 7º dia em cada etapa do estudo.

<i>Parâmetro</i>	<i>Fome</i>		<i>Plenitude Gástrica</i>		<i>Desejo prospectivo</i>	
		<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>
1º dia – Soro (leite)						
Média	62,70 ± 56,23		56,31 ± 52,70		56,80 ± 38,86	
Mediana	37,5	0,053	35	0,270	42,5	0,229
7º dia – Soro (leite)						
Média	35,70 ± 22,22		39,94 ± 20,72		41,90 ± 35,24	
Mediana	30		30		40	
1º dia - Caseína						
Média	41,82 ± 37,57		44,318 ± 43,5		42,857 ± 32,46	
Mediana	30	0,768	35	0,827	40	0,053
7º dia - Caseína						
Média	38,75 ± 37,98		47,27 ± 39,48		23,09 ± 23,53	
Mediana	30		30		20	
1º dia - Controle						
Média	61,08 ± 54,87		46,36 ± 27,91		53,86 ± 45,79	
Mediana	42,5	0,242	47,5	0,204	35	0,026*
7º dia - Controle						
Média	46,19 ± 41,18		33,86 ± 26,13		29,31 ± 25,03	
Mediana	40		40		25	
1º dia - Soja						
Média	38,00 ± 27,10		38,63 ± 25,79		56,36 ± 30,82	
Mediana	42,5	1,000	45	0,028*	50	0,089
7º dia – Soja						
Média	38,00 ± 24,06		72,72 ± 48,75		41,36 ± 16,74	

Mediana	40	40	35
---------	----	----	----

Nota: Testee de Wilcoxon

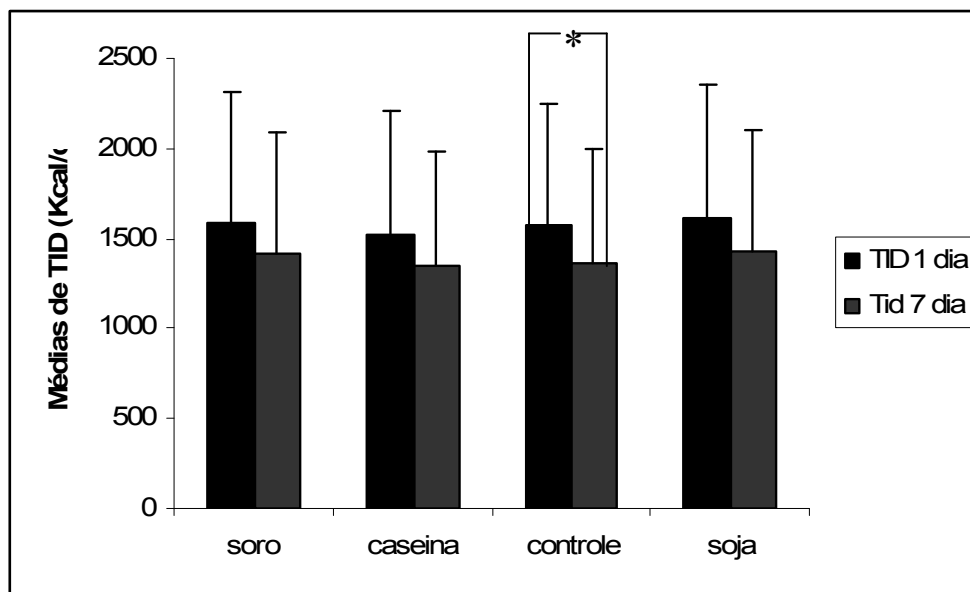
Parâmetros Metabólicos

O metabolismo de repouso médio apresentado pelos voluntários foi equivalente a $1697,78 \pm 236,41$ kcal/dia, sendo $1872,5 \pm 151,76$ kcal/dia para o sexo masculino e $1520,0 \pm 236,41$ kcal/dia para o sexo feminino. Após consumo de todas as cargas testadas, houve um aumento significativo ($p= 0, 001$) do metabolismo de repouso (274,8 kcal para o soro do leite, 237,7 kcal para a caseína, 231,4 kcal para o controle e 339,48 kcal para a soja). Este aumento se refere ao gasto energético adicional necessário para a realização dos processos de digestão, absorção, metabolização e estocagem dos nutrientes ingeridos, representando a termogênese induzida pela dieta (TID) (Diener, 1997).

A proteína é o macronutriente que causa maior aumento da TID, resultando no aumento significativo do gasto energético após a ingestão das cargas hiperprotéicas (Diener, 1997; Giodano & Castellino, 1997). A TID é responsável em média por 10% do gasto energético diário. Na etapa controle verificou-se valor da TID correspondente a 9,59% do gasto energético, sendo assim bem semelhante à média estimada pela literatura. Ao final de cada etapa experimental foram observadas diferenças embora não significantes entre a porcentagem da TID em relação ao gasto energético de repouso médio dos voluntários, aumentando este valor com a ingestão de cargas hiperproteicas (11,25% do gasto energético após ingestão de soro do leite, 11,83% após consumo de caseína e 13,13% após o consumo de soja).

Assim, esses resultados indicam que a soja resultou em maior aumento da TID em relação às demais proteínas testadas. O valor da TID após 7 dias de ingestão da soja foi 3,2% (54, 43 kcal) ($p = 0,007$) superior àquela observada durante a etapa controle (Figura 3).

Em estudo envolvendo homens com excesso de peso, a ingestão de carne de porco (proteína animal) resultou em maior gasto energético do que aquele observado após a ingestão de soja (proteína vegetal) (Mikkelsen, et al., 2000). Este resultado sugere que a ingestão de proteína de origem animal pode resultar em um efeito mais pronunciado na TID do que o consumo de proteína de origem vegetal. No presente estudo, constatou-se uma tendência ($p = 0,054$) para um aumento da TID associado ao consumo do soro de leite em relação à soja. A ingestão da proteína total na semana em que foi ingerida a soja teve uma forte correlação com a TID ($r = 0,999$, $p = 0,0235$), confirmando sua influência no aumento da TID. Por outro lado, foi observada uma diminuição ($p = 0,026$) da TID após a semana controle, não sendo encontrada uma explicação clara para este resultado.



Nota: * Teste kruskal- Wallis – $p < 0,05$.

Dados dos voluntários que completaram as 4 semanas do estudo ($n = 10$).

Figura 3 – Média \pm DP da termogênese induzida pela dieta (TID), obtida no 1º e no 7º dia, após a ingestão contínua de desjejum contendo soro de leite, caseína, soja ou nenhuma dessas proteínas (etapa controle). A TID do 7º. dia da etapa controle é significativamente ($p = 0,026$) menor que aquela observada no 1º dia.

O coeficiente respiratório (RQ) médio no final de cada etapa experimental foi de 0,85 para o soro do leite, de 0,87 para a caseína, de 0,89 para o controle e 0,90 para soja. Assim, os coeficientes obtidos para o soro do leite, caseína e controle se encontravam mais próximo à faixa de oxidação preferencial das proteínas (0,80). Segundo alguns autores, quanto mais baixo o RQ maior a energia gasta com a metabolização dos macronutrientes (Diener, 1997; Giodano & Castellino, 1997). Diante disto, conclui-se que o gasto energético para metabolização da soja é menor

que aquele observado para metabolização das demais proteínas testadas no presente estudo.

Considerando a diferença nos valores de RQ obtidos no 1º. e no 7º. dia de cada etapa experimental, obteve-se um valor menor ($p=0,03$) após o consumo do soro de leite, do que aquele observado após o consumo da soja ou da etapa controle. Observou-se ainda no sexo masculino um menor valor de RQ ($p = 0,049$) associado ao consumo do soro do leite em relação ao da soja. Já no sexo feminino, foi verificado um menor ($p = 0,04$) RQ após consumo do soro do leite em relação à etapa controle (Tabela 5). Desta forma, observa-se que no geral o RQ resultante da ingestão de soro do leite foi geralmente menor do que aquele observado após o consumo das demais cargas testadas no presente estudo. No presente estudo observou-se ainda uma alta correlação entre o valor de RQ obtido e a ingestão de proteína da soja, indicando que o aumento da ingestão da soja influenciou o aumento do RQ (Tabela 6).

Tabela 5 – Comparação entre a diferença do sétimo dia e do primeiro dia (Δ - delta) de cada semana experimental.

<i>Parâmetro</i>	<i>Soro</i>	<i>Caseína</i>	<i>Controle</i>	<i>Soja</i>	<i>p</i>
	Δ	Δ	Δ	Δ	
TID – geral					
Média	6,423 ± 121,17	4,615 ± 81,25	-32,16 ^a ± 71,26	22,72b ± 11,63	
Mediana	10,0	0	-20,0	-20,0	0,007
RQ – geral					
Média	0,0023 ± ,0351 ^a	0,0057 ± 0,038	0,014 ± 0,034 ^b	0,022 ± ,0418 ^b	
Mediana	0	0,01	0,02	0,02	0,03
TID – homem					
Média	-1,538 ^a ± 156,14	5,38 ± 78,49	-43,00b ± 68,25	102,0b ± 17,77	
Mediana	-20,0	-7,0	-60,0	60,0	0,006
RQ – homem					
Média	0,00385 ± 0,035 ^a	0,00154 ± 0,035	0,0142 ± 0,032	0,028 ± 0,046 ^b	
Mediana	0	0	0,02	0,03	0,049
TID – mulher					
Média	14,385 ± 77,91	3,846 ± 87,13	-21,33 ± 75,53	-43,33 ± 48,02	
Mediana	10,0	0	0	-35,0	0,075
RQ – mulher					
Média	0,00076 ± 0,036 ^a	0,010 ± 0,042	0,015 ± 0,038 ^b	0,016 ± 0,041	
Mediana	0	0,1	0,02	0,02	0,04

Teste utilizado: Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks

Tabela 6 – Correlação de Pearson entre as variáveis do estudo que tiveram resultados significantes.

<i>Correlações</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Δ RQ / %G soro do leite	0,578	0,0386
Peso / Δ TID soja	0,746	0,00838
Peso / média de proteína na etapa da soja (g)	0,999	0,0344
Δ TID / média de proteína na etapa da soja (g)	0,999	0,0235
Δ RQ / média de proteína na etapa da soja (g)	0,999	0,0235

Nota: RQ – coeficiente respiratório, TID – termogênese induzida pela dieta, % G – porcentagem de gordura corporal, Δ - delta dos valores, ou seja, valor obtido no 7º. dia – o valor obtido no 1º. dia.

Parâmetros Antropométricos e de Composição Corporal

Durante a etapa experimental do soro de leite (primeira etapa do estudo), os voluntários apresentaram um aumento significativo ($p = 0,011$) de peso (Tabela 8). No entanto, tal efeito não foi observado nas demais etapas. O ganho de peso constatado (290 g) na referida etapa diverge do observado por outros autores (Skov et al., 1999). No estudo de Skov et al. (1999), o consumo *ad libitum* de dietas

hiperprotéicas durante 6 meses favoreceu a maior perda de peso em obesos em relação ao consumo de dietas hiperglicídicas.

Em um outro estudo observou-se que a ingestão de dieta hiperprotéica por indivíduos obesos e com excesso de peso resultou em maior perda de peso e menor recuperação do peso perdido, o qual foi constituído especialmente de massa livre de gordura do que quando esses indivíduos fizeram a ingestão de dieta hipocalórica (Westerterp-Plantenga et al., 2004). Vários outros estudos (Baba, 1999, Farnsworth et al., 2003, Buchholz, 2004, Westerterp-Plantenga & Lejeune, 2005) também verificaram a ocorrência de maior perda de peso em pessoas obesas ou com sobrepeso, manutenção do peso perdido e melhora na composição corporal após o consumo de dieta hiperprotéica.

No entanto, em estudo de revisão, verificou-se que o consumo de dietas hipocalóricas e apresentado um aporte protéico maior que o recomendado pela National Research Council (RDA) nem sempre resulta em alterações benéficas quanto à perda de peso e à composição corporal (Eisenstein et al., 2002, Krieger, 2006). No presente estudo, os voluntários eutróficos ingeriam habitualmente dietas normocalóricas e normoprotéicas e passaram a ingerir dietas normocalóricas e hiperproteicas. Nenhuma diferença no peso ou na composição corporal dos mesmos foi observada durante o estudo (Tabela 7). No entanto, deve-se ressaltar que a duração de cada etapa certamente não foi suficientemente longa para permitir que tais diferenças pudessem ser constatadas.

Foi obtida uma correlação positiva ($p = 0,0344$, $r = 0,999$) entre a diferença (delta) do peso corporal dos voluntários e a ingestão de preparações contendo soja,

indicando que a proteína da soja tendeu a influenciar mais o peso corporal do que as demais testadas (Tabela 6).

Tabela 7 – Comparação entre a diferença o primeiro dia para o sétimo dia (delta) do peso e da composição corporal de cada semana experimental.

<i>Parâmetro</i>	<i>Soro</i>	<i>Caseína</i>	<i>Controle</i>	<i>Soja</i>	<i>p</i>
	Δ	Δ	Δ	Δ	
Peso					
Média	0,26 ± 0,45	0,11 ± 0,50	-0,04 ± 0,56	0,27 ± 0,71	
Mediana	0,4	0,1	-0,1	0,2	0,197
% gordura					
Média	0,31 ± 1,55	-0,28 ± 0,80	-0,29 ± 1,43	0,23 ± 0,69	0,199
Mediana	0,5	0	0,2	0,35	
MM					
Média	-0,05 ± 1,21	0,06 ± 0,659	0,14 ± 1,01	0,236 ± 0,58	0,884
Mediana	-0,25	0,1	0	0,1	
MG					
Média	0,09 ± 0,84	-0,011 ± 0,60	0,09 ± 1,55	0,01 ± 0,51	0,969
Mediana	0	0	0,05	0,1	

Nota: MM – massa magra, MG – massa de gordura. Teste utilizado: Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks.

Tabela 8 – Peso e composição corporal dos voluntários no primeiro e no último dia de cada etapa experimental.

Parâmetro	Soro de Leite		Caseína		Controle		Soja	
		p	1ºdia	p	1ºdia	p		p
Peso d1								
Média	59,05 ± 7,58		59,17 ± 7,85		58,39 ± 7,79		58,43 ± 7,55	
Mediana	58,5	0,011	58,9	0,253	58,8	0,723	59,3	0,234
Peso d7								
Média	59,29 ± 7,53		59,30 ± 7,86		58,35 ± 7,90		58,70 ± 7,37	
Mediana	59,0		58,6		58,7		59,6	
% GC d1								
Média	18,41 ± 8,02		17,7 ± 7,81		17,58 ± 8,71		16,83 ± 6,32	
Mediana	17,6	0,771	15,8	0,257	14,0	0,304	13,9	0,470
% GC d7								
Média	18,73 ± 8,53		18,45 ± 8,02		17,28 ± 8,36		18,57 ± 7,56	
Mediana	13,6		15,0		14,8		15,0	
MM d1								
Média	47,29 ± 9,69		47,90 ± 8,83		48,55 ± 8,22		47,40 ± 6,47	
Mediana	44,2	0,870	43,9	0,691	45,0	0,513	45,3	0,212
MM d7								
Média	47,80 ± 10,84		47,51 ± 10,83		48,69 ± 8,09		47,63 ± 6,60	
Mediana	45,1		45,0		45,2		46,1	
MG d1								
Média	11,78 ± 8,18		11,25 ± 7,95		9,88 ± 4,82		11,03 ± 5,90	
Mediana	11,4	0,702	8,9	0,937	9,3	0,408*	8,4	0,995
MG d7								
Média	13,26 ± 10,66		12,17 ± 9,59		9,92 ± 4,71		11,03 ± 5,41	
Mediana	9,8		8,5		8,4		8,5	

Nota: % GC = % de gordura corporal, MM = Massa magra, MG = massa gorda, d1 = 1º dia da semana e d7 = 7º dia da semana. Teste estatístico utilizado: t pareado. * Teste de Wilcoxon

Atividade Física

Os resultados das análises dos questionários de atividade log não indicaram ter havido diferença no nível de atividade física realizada pelos voluntários durante as semanas do estudo. Este dado é importante, pois a atividade física é um dos componentes do gasto energético (Diener, 1997). Como no presente estudo pretendia-se avaliar apenas o efeito da TID no aumento do gasto energético foi necessário que os voluntários não alterassem o nível de atividade física durante o estudo.

4 – CONCLUSAO

A ingestão de dietas com alto teor de proteína nas três etapas experimentais não afetou a ingestão calórica diária dos voluntários, nem a ingestão calórica na refeição seguinte (almoço). Quando foi comparada a ingestão calórica entre as etapas, observou-se uma redução significativa das calorias consumidas durante a etapa da caseína em relação à da soja.

O consumo de proteína e dos demais macronutrientes não diferiu entre as etapas teste. Apenas foi encontrada uma diferença significativamente menor na etapa controle comparada com as etapas da soja e da caseína. A etapa da caseína também mostrou uma redução da ingestão calórica no 7º dia de experimento em relação ao 1º dia.

No entanto, apesar destas alterações na ingestão calórica dos voluntários, quando foram avaliadas as sensações de fome, plenitude gástrica e desejo prospectivo de se alimentar não houveram diferenças entre as etapas experimentais.

O gasto energético total teve um aumento em todas as etapas, exceto na controle. Este aumento foi devido ao aumento da TID, embora não tenham sido significantes. Foi constatada uma tendência à significância da TID da etapa da soja em relação a etapa do soro do leite, sugerindo um aumento maior da TID na ingestão da proteína da soja.

Contudo, nenhuma diferença entre a composição corporal dos voluntários foi encontrada quando se comparou as etapas experimentais. Contrariamente ao encontrado na literatura, o peso dos voluntários após a etapa da proteína do soro do leite teve um aumento significativo. Estes resultados podem ter sido influenciados pelo curto tempo de cada etapa experimental, pois alterações na composição corporal e no peso são observadas em espaço de tempo maiores.

Conclui-se, portanto que a alta ingestão de proteína tem um efeito a curto prazo nos fatores que atuam no controle da ingestão alimentar, do gasto energético e no apetite, embora ainda controversos e não completamente elucidados. E que ainda não se pode afirmar com clareza a diferença destes efeitos na qualidade de proteína ingerida,

Fazem-se necessários mais estudos da ação das proteínas no apetite, na ingestão alimentar, nos parâmetros antropométricos e metabólicos.

5 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, series 916, Geneva 2003.
- Rogers, P.J. Eating habits and appetite control: a psychobiological perspective. *Proc Nutr Soc* 1999; 58: 59-67.
- Holt, S.H.A., Brand Miller, J.C., Stitt, P.A. The effects of equal-energy portions of different breads on blood glucose levels, feelings of fullness and subsequent food intake. *Am Diet Assoc.* 101: 767-73, 2001.
- Westerterp-Plantenga, M.S., Wilson, S.A.J., Westerterp, K.R. Satiety related to 24h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr* 53:495-502, 1999.
- Jequier E., Tappy, L. Regulation of body weight in humans. *Physiol. Rev* 79(2): 451-80, 1999.
- Jequier E. Pathways to obesity. *Int. J. Obes Relat Metab Disord* 26 (2): S12-7, 2002.
- Tappy L. Thermic effect of food and sympathetic nervous system activity in humans. *Reprod Nutr Dev* 36:391-7, 1996.
- Flatt JP. The biochemistry of energy expenditure. In: Bray GA, ed. *Recent advances in obesity research*. London: Newman, 211-28, 1978.
- Porrini, M. Santangelo, A. Crovetti, R., Riso, P., Testolin, G. Blundell, J.E. Weight, protein, fat and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav* 62(3): 563-70, 1997.

- Skov AR, Toubro S, Ronn B, Holm L, Astrup A. Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for treatment of obesity . *Int J Obes Relat Metab Disord* 23: 528-36, 1999.

- Westerterp-Plantenga MS. Lejeune MPGM, Nijs I, Van Ooijen M, Kovacs E MR. High protein intake sustains weight maintenance after body weight loss in humans. *Int J Obes* 28 (1): 57-64, 2004.

- Uhe AM, Collier GR, O'Dea K. A comparison of the effects of beef, chicken and fish protein on satiety and amino acid profiles in lean male subjects. *J Nutr* 122:467–72, 1992.

- Thurnbull WH, Walton J, Leeds AR. Acute effects of mycoprotein on subsequent energy intake and appetite variables. *Am J Clin Nutr* 58: 507-12, 1993.

- Hall W.L., Millward SJL, Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *British Journal of Nutrition* 89:239-248, 2003.

- Lang V, Bellisle F, Oppert JM, Craplet C, Bornet FRJ Slama G. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten. *Am J Clin Nutr* 67:197, 1998.

- Howarth NC, Saltzman E, Roberts SB. Dietary fiber and weight regulation. *Nutr Rev.* 59 (5): 129-39, 2001.

- Rogers, P.J., Schutz, H.G. Influence of palatability on subsequent hunger and food intake: a retrospective replication. *Appetite* 19: 155-156, 1992.

- Yeomans, M.R. Palatability and the micro-structure of feeding in humans: the appetizer effect. *Appetite* 27:119-133, 1996.

- Acheson KJ, Gremaud G, Meirim I, Montigon F, Krebs Y, Fay LB, Gay LJ, Schneiter P, Schindler C, Tappy L. Metabolic effects of caffeine in humans: lipid oxidation or futile cycling? *Am J Clin Nutr.* 2004 Jan;79(1):40-6.

- Rolls, B.J., Kim-Harris, S., Fischman, M.W., Foltin, R.W., Moran, T.H., Stoner, S.A. Satiety after preloads with different amounts of fat and carbohydrate: implications for obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 60 (4): 476-487, 1994.

- Stubbs, R.J. Macronutrient effects on appetite. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 19: S11-S19, 1995.

- Holt, S.H.A., Miller, B.J. Increased Insulin Response To Ingested Foods Are Associated With Lessened Satiety. *Appetite* 24: 43-54, 1995.

- Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson M, Maubois J & Beaufrere B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc National Acad Sci USA* 94: 14930-5, 1997.

- Mellinkoff SM, Frankland M, Boyle D & Greipel M. Relationship between serum amino acid concentration and fluctuations in appetite. *J Appl Physiol* 8: 535-8, 1956.

- Garlick PJ, McNurlan MA, Ballmer PE. Influence of dietary protein intake on whole-body protein turnover in humans. *Diabetes Care* 14:1189-98, 1991.

- Giodano M, Castellino P. Correlation between amino acid induced changes in energy expenditure and protein metabolism in humans. *Nutr* 13:309-12, 1997.

- Mikkelsen P.B.; Toubro S.; Astrup A. Effect of fat-reduced on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein and carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 72:1135-41, 2000.

- World Health Organization. *Physical Status: the use of anthropometry*. Technical report series 854, Geneva, 1995.

- Strunkard, A.J., Messick, S. The three factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition, and hunger. *J. Psychosom. Res.* 29: 71-83, 1985.

- Long SJ, Jeffcoat AR, Millward DJ. Effect of habitual dietary-protein intake on appetite and satiety. *Appetite* 35: 79-88, 2000.

- Cintra Ip, Heyde Med, Shmitz Bas, Franceschini Scc, Taddei Jaac, Sigulem Dm. Métodos de inquéritos dietéticos. *Cad Nutr* 13: 11-23, 1997.

- Merrill, EP. Kramer, FM; Cardello, A; Schutz, H. A comparison of satiety measures. *Appetite*. V39, p.181-183, 2002.

- Bray, G.A., Gray, D.S. Obesity I: Phathogenesis. *Western. Journal of Medicine*, v.149, n.4, p.429-441, 1988.

- Mc Ardle WC, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício*. IN: *Energia e desempenho humano*. 3 ed. Rio de Janeiro: Koogan, p. 387-409, 1991.

- Kooy YW, Seidell JC. Techniques for the measurements of visceral fat: a practical guide. *Int J Obes Relat Metab Disord* 17 (4): 187-96, 1993.
- Weinsier, R.L., Nelson, K.M., Hensrud, D.D., Darnell,B.E., Hunter, G.R., SCHUTZ, Y. Metabolic predictors of obesity. Contribution of resting energy expenditure, thermic

effect of food, and fuel utilization to four-year weight gain of post-obese and never-obese women. *The Journal Of Clinical Investigation*, v.95,n.3,p.980-5, 1995.

- Heyward VH. Evaluation of Body Composition. *Sports Medicine* 3rd ser.22: 146-56, 1996.

- Diener, J.R.C. Artigo de Revisão: Calorimetria Indireta. *Rev. Ass. Med Brasil*, v.43, p.245-253, 1997.

- Den Bensten, C., Vansant, G., Weststrate, J.A., Deurenberg, P. Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis in abdominal and gluteo-femoral obese women before and after weight reduction. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.47, p.840-847, 1988.

- Valtueña, S., Blanch, S., Barenys, M., Solá, R., Salas-Salvadó, J. Changes in body composition and resting energy expenditure after rapid weight loss: is there an energy-metabolism adaptation in obese patients? *International Journal of Obesity*, v.19, n.2,p.119-25, 1995. IN: Rosado, E.L.; Monteiro, J.B.R. Estudo da composição corporal e do metabolismo energético em mulheres normais, obesas e pós-obesas estáveis. Tese(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Viçosa.

- Cardello AV, Schutz HG, Leshner LI, Merrill E. Development and testing of a labeled magnitude scale of satiety. *Appetite* 44: 1-13, 2005.

– Anderson GH, Moore SE. Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans. *J Nutr*. 134:974S-979S, 2004.

- Due A, Toubro S, Skov AR, Astrupa A. Effect of normal-fat diets, either medium or high in protein on body weight in overweight subjects: a randomised 1-year trial. *Int J Obes Relat metab Disord* 28:1283-90, 2004.

- Krieger JW; Sitren HS; Daniels MJ; Langkamp-Henken. Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression. *Am J Clin*, 83: 260-74, 2006.

- Lang, V., Bellisle, F., Alamowitch, C., Craplet, C., Bornet, F. R., Slama, G. & Guy-Grand, B. Varying the protein source in mixed meal modifies glucose, insulin and glucagon kinetics in healthy men, has weak effects on subjective satiety and fails to affect food intake. *Eur. J. Clin. Nutr.* 53: 959–965, 1999.

- Stubbs RJ, Hughes DA, Johnstone AM, Rowley E, Reid C, Elia M, Stratton R, Delargy H, King N, Blundell JE. The use of visual analogue scales to assess motivation to eat in human subjects: a review of their reliability and validity with an evaluation of new hand-held computerized systems for temporal tracking of appetite ratings. *Br J Nutr.* 84(4):405-15, 2000.

- Ball SD, Keller KR, Moyer-Mileur LH, Ding Y, Donaldson D, Jackson D: Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. *Pediatrics* 111:488–494, 2003.

- Bartoshuk LM, VB Duffy, BC Green, Hj Hoffman, CW KO, La Lucchina. Valid across-group comparisons with labeled scales: the gLMS versus magnitude matching. *Physiology & Behavior* 82: 109-11, 2004.

– Morgan G. The role of cholecystokininA – receptor in protein hydrolysate-induced suppression of food intake in rats. In: Department of Nutrition Sciences, p. 143. University of Toronto, Toronto, 1998.

-Baba NH, Sawaya S, Torbay N, Habbal Z, Azar S, Hashim SA. High protein vs high carbohydrate hypoenergetic diet for the treatment of obese hyperinsulinemic subjects. *Int J Obes Relat metab Disord* 23:1202-6, 1999.

- Farnsworth E, Luscombe ND, Noakes M, Wittert, Argyiou E, Clifton PM. Effect of high-protein, energy-restricted control, and lipid concentration in overweight and hyperinsulinemic men and women. *Am J Clin Nutr* 78:31-9, 2003.

- Buchholz AC, Schoeller DA. Is calorie a calorie? *Am J Clin Nutr*;79:899-906, 2004.

- Westerterp-Plantenga MS, Lejeune, PGM. Protein intake and body-weightregulation. *Appetite* 45:187-190, 2005.

– Eisenstein J, Roberts SB, Dallal G, Saltzman E. High-protein Weight-loss Diets: Are they safe and do they work? A review of the experimental and epidemiologic data. *Nutrition Reviews* 60:189-200, 2002.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados de vários estudos indicam que a ingestão de dietas hiperprotéicas resultam no aumento da saciedade e do gasto energético, podendo assim favorecer na perda de peso. Apesar de ainda escassos, alguns estudos sugerem que o poder de saciedade de diferentes fontes protéicas pode diferir. No presente estudo a ingestão de diferentes fontes protéicas não teve um efeito no peso e na composição corporal dos voluntários. Mas a administração de uma carga hiperprotéica, independente da fonte, levou a uma pequena mudança do peso corporal.

Em relação ao metabolismo a administração de cargas hiperprotéicas levou a um aumento significativo do mesmo. A proteína da soja aumentou expressivamente o gasto energético e também levou a um aumento significativo na TID comprado com as outras proteínas.

A ingestão calórica na semana 2 (caseína) foi menor do que na semana 4 (soja). Indicando que a caseína suprimiu mais a fome do que a proteína da soja.

A comparação entre as áreas da curva da fome, plenitude gástrica e desejo prospectivo de se alimentar tiveram diferenças importantes e conflitantes ao mesmo tempo, mesmo sem ter sido estatisticamente diferentes.

No entanto, apesar de sido encontrado diferença entre os tipos de proteínas ingeridas, principalmente no caso da proteína da soja que mostrou neste estudo

atuar mais nos fatores estudados do que as demais proteínas testadas, ainda não podemos concluir com clareza estes efeitos.

Portanto, faz-se necessário mais estudo com diferentes tipos de proteínas para esclarecer melhor o real efeito delas e das dietas hipertproteicas no apetite, na ingestão alimentar, no gasto energético e na composição corporal.

ANEXOS

ANEXO I

REGISTRO ALIMENTAR

As instruções abaixo irão auxiliar no procedimento do seu registro alimentar. Siga - as corretamente e releia-as sempre que tenha alguma dúvida.

- 1- Quando você relatar um alimento ou uma bebida, seja o mais claro e preciso possível. Anote tudo no momento em que estiver comendo. Evite reconstruir as refeições de memória, não deixe para anotar depois que tiver acabado de comer.
- 2- Registre todos os alimentos que ingerir durante o dia inteiro, até mesmo uma bala, chicletes, etc. Não há necessidade de registrar o consumo de água.
- 3- Forneça o máximo de informações, como por exemplo, os tipos específicos de alimentos que foram utilizados para o preparo dos alimentos. Em caso de molhos, por exemplo, informe se o mesmo continha creme de leite, tomate, leite (molho branco), etc.). Informe se a carne foi á milanesa, assada ou frita. Indique se os legumes e verduras são cozidos ou crus, servidos com margarina, manteiga, azeite, etc... Indique se o peso anotado correspondente aos alimentos crus ou cozidos.
- 4- Informe com precisão, sempre que possível, o peso dos alimentos e o volume dos líquidos ingeridos. Informe se a colher utilizada na medida era de café, chá, sobremesa ou sopa, se estava cheia ou rasa; o tamanho da concha ou escumadeira utilizada. Tente descrever bem as porções, de acordo com os exemplos a seguir: 1 coxa média de frango, frita com pele, 4 colheres (sopa) de cenoura crua ralada
- 5- Coloque o tamanho dos alimentos (pequeno, médio e grande), caso não saiba o peso dos mesmos. Por exemplo: uma maçã pequena, uma pêra grande, 1 fatia média de abacaxi.

6- Informe o tipo de pão que você costuma comer; pão de forma, branco/francês, integral, etc. Anote tudo que foi utilizado no pão (manteiga, margarina, geléia, requeijão, queijo, etc.). Anote todos os ingredientes utilizados nas saladas e sanduíches (alface, tomate, vinagrete, cenoura, etc.).

REGISTRO ALIMENTAR

Data: ___/___/___ Dia da semana: D S T Q Q S S

	Alimentos	Quantidade
Desjejum Hora: Local:		
Colação Hora: Local:		
Almoço Hora: Local:		
Lanche Hora: Local:		
Jantar Hora: Local:		
Ceia Hora: Local:		

Marque a melhor opção; A alimentação de hoje foi: ___ Fora do hábito ___
 Habitual ___ Insuficiente ___ Exagerada ___

ANEXO II

PROTOCOLO DO ESTUDO APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA.

ANEXO III

Questionário

I) Dados Pessoais:

DATA: ___/___/___

1- Nome: _____

2- Endereço: _____

3- Telefone: _____ Cel: _____

4- Sexo: M () F ()

5- Data de nascimento: ___/___/___ Idade: _____

6- Endereço: _____

7- E-mail: _____

8- Altura: _____ 9- Peso: _____

II) História Médica

10 – Você tem ou teve alguma destas doenças citadas abaixo:

() Ataque cardíaco

() Derrame

() Diabetes

() Hipertensão

() Câncer

() Outras: _____

11- Alguém da sua família (pai, mãe, irmãos, avós) já teve algumas destas doenças abaixo:

() Ataque cardíaco

() Hipertensão

- Derrame Câncer
 Diabetes
 Outras _____

12 – (Apenas para mulheres) Você está atualmente grávida ou amamentando?

- Não
 Sim (grávida) Sim (amamentando)

13 - Você faz uso de algum remédio?

- Não
 Sim. Qual (s): _____

14 – Você tem alguma alergia a remédios, alimentos ou outras substâncias?

- Não
 Sim. Qual (s): _____

Sintomas:

15 – Você fuma ou usa outro tipo de fumo?

- Não
 Sim. Qual (s): _____

Quantos cigarros (ou outro tipo de fumo) por dia? _____

16 – Você consome álcool?

() Não

() Sim. Qual (s): _____

Quantidade por semana: _____

17- Você pratica atividades físicas regulares?

() Não

() Sim. Qual (s): _____

Tempo por dia: _____

Dias por semana: _____

18 – Você planeja começar a praticar algum tipo de exercício num futuro próximo?

() Não

() Sim () na próxima semana

() no próximo mês

III – Informações Dietéticas

19 – Você apresenta algum desejo alimentar que ocorre regularmente? (Alimentos que você alteraria suas atividades rotineiras para obtê-los)

() Não

() Sim. Qual (s): _____

20 – Você tem alguma intolerância alimentar? (como intolerância à lactose do leite)

() Não

() Sim. Qual (s): _____

21 – Qual a porcentagem de controle sobre a seleção e preparação de seus alimentos você tem?

- () nenhuma () 51 – 75%
() 0 – 25% () 76 – 100%
() 26 -50%

22 – Indique as horas do dia em que você consome refeições e lanches. Coloque a letra R para as refeições e L para lanches sob cada hora do dia.

(manhã e início da tarde)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
— — — — — — — — — — — —

(tarde e noite)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
— — — — — — — — — — — —

23 – Você perdeu ou ganhou mais do que 3 Kg nos últimos 3 meses?

- () Não
() Sim () Perdeu ___ Kg
() Ganhou ___ Kg

24 – Após os 18 anos de idade:

Qual o maior peso que você já teve? Peso _____ Idade: _____

Qual o menor peso que você já teve? Peso _____ Idade: _____

25 – Você está atualmente seguindo alguma dieta?

() Não

() Sim. Qual tipo: _____

() prescrita por profissional de nutrição

() prescrita por você mesmo

26 – você utiliza alguma forma de suplemento alimentar? (ex: vitaminas, minerais, proteínas, etc.)

() Não

() Sim. Qual (s): _____

27 - Você apresenta alguma anormalidade no paladar ou no olfato?

() Não

() Sim. Qual tipo: _____

ANEXO IV

Questionário de Avaliação do Nível de Restrição/Desinibição Alimentar

O questionário a seguir contém uma série de afirmações. Em cada uma dessas afirmações, você deverá colocar V quando você julgar verdadeira em relação ao seu comportamento ou F para as afirmações que você julgar falsas:

- 1) Quando sinto o cheiro de um bife fritando, ou vejo um pedaço suculento de carne, eu encontro muita dificuldade para comê-lo, se eu tiver acabado de fazer uma refeição.
- 2) Eu geralmente como muito em ocasiões sociais, como festas e piqueniques.
- 3) Eu geralmente estou com muita fome, por isso como mais de três vezes por dia.
- 4) Quando eu como minha cota de calorias, eu normalmente me sinto bem em não comer mais nada.
- 5) Fazer dieta é muito difícil para mim, porque sinto muita fome.
- 6) Eu intencionalmente como pequenas refeições para ajudar no controle do meu peso.
- 7) Às vezes, alguns alimentos têm sabor tão bom que consigo comer mesmo quando não estou com fome.
- 8) Visto que estou sempre com fome, às vezes, desejo que enquanto estou comendo, um especialista me diga se comi suficiente ou se poderia comer mais alguma coisa.

- 9) Quando estou ansiosa, costumo comer mais do que normalmente como.
- 10) A vida é muito curta para perdê-la fazendo dieta.
- 11) Quando meu peso aumenta ou diminui, faço dieta.
- 12) Sempre que sinto muita fome, tenho que comer alguma coisa.
- 13) Quando estou com alguém que come muito, eu também como muito.
- 14) Eu tenho uma boa noção de quantas calorias têm os alimentos mais comuns.
- 15) Às vezes, quando eu começo a comer, não consigo parar.
- 16) É fácil para eu deixar resto no prato.
- 17) Em determinados horários do dia, eu fico com fome porque tenho o hábito de comer nesses horários.
- 18) Quando estou fazendo dieta, se eu como algo que não é permitido, eu intencionalmente como menos por um período de tempo para compensar.
- 19) Quando estou com alguém que está comendo, às vezes sinto fome suficiente para comer também.
- 20) Quando me sinto deprimido(a), eu sempre como muito.
- 21) Eu me divirto comendo muito e fico deprimido(a) contando calorias ou vigiando meu peso.
- 22) Quando eu vejo uma guloseima, eu freqüentemente fico com fome e tenho que comer imediatamente.
- 23) Eu freqüentemente paro de comer antes de estar completamente cheio, como forma consciente de limitar a quantidade de comida ingerida.
- 24) Eu sinto tanta fome que meu estômago, freqüentemente, parece um buraco sem fundo.
- 25) Meu peso mudou muito nos últimos 10 anos.
- 26) Eu estou sempre faminto(a), por isso é difícil para eu parar de comer antes de acabar a comida no meu prato.
- 27) Quando eu me sinto sozinho(a), eu me consolo comendo.
- 28) Eu conscientemente vomito uma refeição com objetivo de não ganhar peso.
- 29) Eu, algumas vezes, tenho muita fome pela tarde ou à noite.
- 30) Eu como qualquer coisa que quero, quando eu quero.
- 31) Sem pensar em comida, eu agüento ficar muito tempo sem comer.

- 32) Eu conto calorias como meio consciente de controlar meu peso.
- 33) Eu não como alguns alimentos porque eles podem me engordar.
- 34) Eu estou sempre com fome suficiente para comer por muito tempo.
- 35) Eu presto muita atenção às mudanças no meu corpo.
- 36) Enquanto estou fazendo dieta, se eu como um alimento que não é permitido, eu, muitas vezes, acabo comendo outros alimentos com elevado teor calórico.

Por favor, responda as seguintes questões fazendo um círculo na resposta mais apropriada para você.

37 – Com que freqüência você faz dieta com intenção de controlar seu peso?

1	2	3	4
Raramente	Algumas vezes	Freqüentemente	Sempre

38 - Poderia a mudança de peso de 2,0 kg afetarem a maneira como você vive sua vida?

1	2	3	4
Não totalmente	Pouco	Moderadamente	Muito

39 – Qual a freqüência que você sente fome?

1	2	3	4
Somente na hora das refeições	Algumas vezes entre as refeições	Freqüentemente entre as refeições	Quase sempre

40 – Sua sensação de culpa por comer muito ajuda você a controlar sua ingestão de alimentos?

1	2	3	4
---	---	---	---

Nunca Raramente Freqüentemente Sempre

41 – Quão difícil seria para você parar de comer a meio do jantar e ficar sem comer nas próximas horas?

1	2	3	4
Fácil	Pouco difícil	Moderadamente difícil	Muito difícil

42 – Você tem consciência sobre o que esta comendo?

1	2	3	4
Não totalmente	Pouco	Moderadamente	Extremamente

43 – Qual a freqüência que você tem resistido a alimentos tentadores?

1	2	3	4
Quase nunca	Raramente	Freqüentemente	Quase sempre

44 – Qual a probabilidade de você comprar alimentos de baixa caloria?

1	2	3	4
Improvável	Pouco provável	Moderadamente	Muito provável

45 – Você come com moderação na frente dos outros e come grande quantidade de alimentos quando sozinho?

1	2	3	4
Nunca	Raramente	Freqüentemente	Sempre

46 – Qual a probabilidade de você, conscientemente, comer lentamente com objetivo de reduzir o quanto você come?

1	2	3	4
Improvável	Pouco provável	Moderadamente	Muito

provável

47 – Com qual frequência você dispensa uma sobremesa porque você já está satisfeito(a)?

1	2	3	4
Quase nunca	Raramente	No mínimo uma vez por semana	Quase todo dia

48 – Qual a probabilidade de você comer conscientemente menos do que você quer?

1	2	3	4
Improvável	Pouco provável	Moderadamente	Muito provável

49 – Você costuma comer mesmo sem estar com fome?

1	2	3	4
Nunca	Raramente	Algumas vezes	Ao menos uma vez por semana

50 – Na escala de 0 a 5, onde 0 quer dizer sem restrição alimentar (comer tudo eu você quer, sempre que você quer) e 5 significa restrição total (limita constantemente a ingestão de alimentos e nunca cede) qual o número você poderia dar para você mesmo?

0

Come tudo que você quer, quando você quer

1

Freqüentemente come tudo que você quer, quando você quer

2

Muitas vezes come tudo que você quer, quando você quer

3

Muitas vezes limita ingestão de alimentos, mas raramente cede

4

Freqüentemente limita ingestão de alimentos, mas raramente cede

5

Constantemente limita ingestão de alimentos, nunca cede

51 – Até que ponto esta declaração descreve seu comportamento alimentar? Eu começo a fazer dieta pela manhã, mas devido algum número de coisas que acontecem durante o dia, pela tarde eu me rendo e como o que quero e prometo a mim mesma começar, novamente, a dieta amanhã.

1

Não parece
comigo

2

Parece um pouco
bem

3

Me descreve muito
descreve

4

Me
comigo
perfeitamente

Anexo V

Satiety Labeled Intensity Magnitude Scale ou Escala de Magnitude de Intensidade da Saciidade

Nome: _____ Data: _____ Hora: _____

Antes de você começar a comer, responda, por favor, as perguntas a seguir indicando o ponto na escala que melhor descreve o que você está sentindo neste exato momento:

ANEXO VII

CARDAPIOS E RECEITAS DAS PREPARAÇÕES TESTADAS NO ESTUDO:

CARDÁPIO 1:

SHAKE DE MORANGO

- ✓ 2 colheres de sopa de Nesquik® de morango (25 g)
- ✓ 100 ml de leite desnatado Cotochés®
- ✓ 80 ml de gelo
- ✓ 1 colher de sopa de açúcar refinada União® (8g)
- ✓ 5 gotas de adoçante Finn®
- ✓ Fibra benefiber® (5g)
- ✓ Proteína* – o tipo e a quantidade depende da semana experimental e do peso do voluntário

BISCOITO CHAMPANHE

- ✓ 400g de açúcar cristal
- ✓ 1 copo de óleo Liza®
- ✓ 7 ovos
- ✓ 1 colher de sopa de sal amoníaco
- ✓ Farinha de trigo Boa Sorte® até o ponto (2 ½ xícara + 6 c sopa)
- ✓ Essência – coco e abacaxi
- ✓ Proteína* da proteína testada (30g)

CARDÁPIO 2:

SHAKE DE CHOCOLATE

- ✓ 2 colheres de sopa de Nescau® light
- ✓ 100 ml de leite desnatado Cotochés®
- ✓ 80 ml de gelo
- ✓ 1 colher de sopa de açúcar refinada União® (8g)
- ✓ 5 gotas de adoçante Finn®
- ✓ Fibra Benefiber® (5g)
- ✓ Proteína* - o tipo e a quantidade depende da semana experimental e do peso do voluntário

BOLO DE LARANJA

- ✓ 200g Farinha de trigo Boa Sorte®
- ✓ 3 ovos (clara em neve)
- ✓ 3 colheres de sopa de óleo Liza®
- ✓ 250g de açúcar União®
- ✓ 1 copo de requeijão de suco de laranja
- ✓ 1 colher de sopa de raspa de laranja
- ✓ ½ colher de café de sal Cisne®
- ✓ 2 colher de margarina Qualy®
- ✓ 204g de proteína testada

CARDÁPIO 3:

SHAKE DE GOIABA

- ✓ 50g de goiabada Amália®
- ✓ 100 ml de leite desnatado Cotochés®
- ✓ 80 ml de gelo
- ✓ Fibra Benefiber® (5g)
- ✓ Proteína* - o tipo e a quantidade depende da semana experimental e do peso do voluntário

BOLO DE LIMÃO

- ✓ 2 ovos
- ✓ 1 xícara de açúcar refinada União®
- ✓ 1 xícara de água morna
- ✓ 1 xícara de farinha de trigo boa Sorte®
- ✓ 1 pacote de gelatina Royal®, sabor limão
- ✓ 1 colheres de sopa de pó royal
- ✓ 1 ½ colheres de margarina Qualy®
- ✓ 1 colheres de sopa de raspa de limão

Cobertura: 2 colheres de sopa rasa de calda de chocolate – 20g

CARDÁPIO 4:

SHAKE DE BANANA

- ✓ 1 banana prata média (40g)
- ✓ 100 ml de leite desnatado Cotochés®
- ✓ 80 ml de gelo
- ✓ 1 colher de sopa de açúcar refinada União® (8g)
- ✓ 10 gotas de adoçante Finn®
- ✓ Fibra Benefiber® (5g)
- ✓ Proteína* - o tipo e a quantidade depende da semana experimental e do peso do voluntário

PAO COM PATÊ DE ATUM

- ✓ 2 fatias de pão de forma Seven Boy®
- ✓ 20g de Maionese Arisco® light
- ✓ 40g de Atum Gomes da Costa®
- ✓ Proteína* - o tipo e a quantidade depende da semana experimental e do peso do voluntário

CARDÁPIO 5:

SHAKE DE MORANGO

- ✓ 2 colheres de Nesquik® de morango (25 g)
- ✓ 100 ml de leite desnatado Cotochés®
- ✓ 80 ml de gelo
- ✓ 1 colher de sopa de açúcar refinada União® (8g)
- ✓ 5 gotas de adoçante Finn®
- ✓ Fibra Benefiber ® (5g)
- ✓ Proteína* - o tipo e a quantidade depende da semana experimental e do peso do voluntário

BOLO DE LIMÃO

- ✓ 2 ovos
- ✓ 1 xícara de açúcar refinada União®
- ✓ 1 xícara de água morna
- ✓ 1 xícara de farinha de trigo Boa Sorte®
- ✓ 1 pacote de gelatina Royal®
- ✓ 1 colheres de sopa de pó royal®
- ✓ 1 ½ colheres de margarina Qualy®
- ✓ 1 colheres de sopa de raspa de limão

Cobertura: 2 colheres de sopa rasa de calda de chocolate – 20g

* As proteínas testes foram:

- Caseinato de Cálcio - Caseical® (Support)
- Proteína isolada de soja – Nutrisoy® (Nutrisoy Alimentos LTDA)
- Proteína do soro do leite - Maximus Whey Protein Pura (Arve Produtos)

