

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

DISSERTAÇÃO

**AVALIAÇÃO DA FARINHA DE SEMENTE DE ABÓBORA
(*Cucurbita maxima*, L.) NO TRATO INTESTINAL E
NO METABOLISMO GLICÍDICO E LIPÍDICO EM RATOS**

PRISCILA MACHADO DE CERQUEIRA

2006



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DA FARINHA DE SEMENTE DE ABÓBORA
(*Cucurbita maxima*, L.) NO TRATO INTESTINAL E
NO METABOLISMO GLICÍDICO E LIPÍDICO EM RATOS**

PRISCILA MACHADO DE CERQUEIRA

Sob a Orientação da Professora
Matilde Pumar
e Co-Orientação da Professora
Maria Cristina Jesus Freitas

Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
Magister Scientiae em Ciência e
Tecnologia de Alimentos

Seropédica, RJ
Abril de 2006

664.768

C416a

T

Cerqueira, Priscila Machado, 1980-

Avaliação da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) no trato intestinal e no metabolismo glicídico e lipídico em ratos / Priscila Machado Cerqueira. – 2006.
68 f. : il.

Orientador: Matilde Pumar.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia.

Bibliografia: f. 46-63.

1. Rato – Alimentação e rações - Teses. 2. Fibras na nutrição animal – Teses. 3. Proteínas na nutrição animal – Teses. 4. Farinha como alimento – Teses. 5. Abóbora - Sementes – Teses. 6. Rato – Aparelho digestivo – Teses. 7. Rato – Metabolismo – Teses. I. Pumar, Matilde, 1951-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Tecnologia. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

PRISCILA MACHADO DE CERQUEIRA

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração em Ciência de Alimentos, como requisito parcial para obtenção do grau de **Magister Scientiae**, em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM -----/-----/-----

Matilde Pumar (PhD) – UERJ
(Orientadora)

Gilson Teles Boaventura (Dr) – UFF

Vera Lucia Mathias da Silva (Dra) – UFRJ

Gerson Luiz Vieira Coelho (PhD) – UFRRJ
Suplente

Dedico

À Deus, por tudo que ele representa em minha vida!

*“O coração do homem pode fazer planos, mas a resposta certa dos lábios vem do Senhor”
Provérbios 16:1*

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado.

Ao Programa de Pós – Graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Ao professor Gilson Boaventura pela simpatia e gentileza em contribuir com nosso trabalho, cedendo espaço físico e animais do Laboratório de Nutrição Experimental (LABNE) da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal Fluminense, bem como aos funcionários e estagiários pela atenção e ajuda dispensada.

Aos funcionários do Complexo Laboratorial do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Aos funcionários do Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Ao Capitão André Luis Pinto e ao técnico Joel Fonseca dos Santos do Laboratório de Microscopia do Instituto Militar de Engenharia (IME) / RJ pela grande ajuda em nossa análise morfológica.

As minhas orientadoras Matilde Pumar e Cristina Freitas por serem mestres e acima de tudo amigas. Agradeço e parablenizo a dedicação e competência profissional que vocês têm. Aprendi e continuo aprendendo muito com as duas!

A professora Heide Mendez (Farmácia – UFF) pela gentileza cedendo enzimas e espaço físico para realização da análise de fibra insolúvel das farinhas.

A minha amiga e parceira de estudos Sabrina Santangelo pela ajuda nas análises.

Aos meus colegas da pós-graduação. Alguns se tornaram verdadeiros amigos que não esquecerei!

A colega Fabiana Lopes que participou do ensaio biológico.

Aos meus verdadeiros amigos que não contribuíram diretamente com o trabalho, mas que me apoiaram e souberam me dar forças mesmo à distância!

A querida professora Leila Picolli da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/ RS) pela atenção dispensada na hora certa!

Ao meu querido cunhado quase irmão Gustavo pela ajuda com o computador e impressões.

Aos meus grandes amores: meus pais Elcy e Miguel, pelo amor incondicional, por cuidarem de mim e me tornarem uma pessoa de bem; ao meu marido Vinícius pelo amor, compreensão, companheirismo, ajuda e dedicação a nossa família; e minha irmã Patrícia, que sabe ser amiga e companheira (a ordem dos nomes está aleatória, viu?!)
AMO VOCÊS DEMAIS!

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Fibra Alimentar..... | 3 |
| 2.1.1 Aspectos e propriedades químicas..... | 3 |
| 2.1.2 Efeitos fisiológicos..... | 5 |
| 2.1.3 Efeitos bioquímicos..... | 9 |
| 2.1.4 Efeitos sobre a microbiota intestinal..... | 13 |
| 2.2 Fontes Alternativas e Potenciais da Fibra Alimentar para Uso em Alimentos..... | 17 |
| 3. OBJETIVOS | 21 |
| 3.1 Geral..... | 21 |
| 3.2 Específicos..... | 21 |
| 4. MATERIAIS | 22 |
| 4.1 Matéria-prima..... | 22 |
| 4.2 Obtenção das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)..... | 22 |
| 4.3 Elaboração das Rações para o Ensaio Biológico..... | 24 |
| 4.4 Ensaio Biológico..... | 25 |
| 4.4.1 Animais..... | 25 |
| 4.4.2 Material fecal..... | 25 |
| 4.4.3 Coleta de sangue e do material cecal..... | 25 |
| 5. MÉTODOS | 27 |
| 5.1 Análise Química das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)..... | 27 |
| 5.2 Composição Química das Rações..... | 27 |
| 5.3 Ensaio Biológico..... | 27 |
| 5.3.1 Indicadores bioquímicos..... | 27 |
| 5.3.2 Material fecal..... | 27 |
| 5.3.2.1 Análise da fração fibra insolúvel..... | 27 |
| 5.3.2.2 Morfologia..... | 28 |
| 5.3.2.3 Material cecal..... | 28 |
| 5.4 Análise Estatística..... | 28 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 6.1 Farinha de Semente de Abóbora..... | 29 |
| 6.1.1 Composição química..... | 29 |
| 6.2 Ensaio Biológico..... | 31 |
| 6.2.1 Características das rações..... | 31 |
| 6.2.2 Peso corpóreo e ingestão..... | 31 |
| 6.2.3 Indicadores bioquímicos..... | 34 |
| 6.2.4 Material fecal e cecal..... | 37 |
| 6.2.4.1 Análise do peso fecal e fibra insolúvel..... | 37 |
| 6.2.4.2 Análise morfológica do material fecal..... | 41 |
| 6.2.4.3 Cécum e material cecal..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 7. CONCLUSÕES..... | 45 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 46 |
| 9. ANEXOS..... | 64 |
| ANEXO 1- Torrefação e trituração das Sementes de Abóbora..... | 64 |
| ANEXO 2- Peneiramento da Farinha de Semente de Abóbora..... | 65 |
| ANEXO 3- Elaboração manual das rações..... | 66 |
| ANEXO 4- Rato <i>Wistar</i> alocado em gaiola individual..... | 67 |
| ANEXO 5- Secagem dos peletes fecais em estufa..... | 68 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Formulação das rações controle e experimentais..... | 24 |
| Tabela 2- Composição química das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)..... | 29 |
| Tabela 3- Composição nutricional das rações controle e experimentais contendo FSAs..... | 31 |
| Tabela 4- Médias do consumo de ração (g) entre os grupos de animais estudados tomadas a cada 48 horas..... | 34 |
| Tabela 5- Médias do peso úmido e seco dos peletes fecais nos diferentes tempos..... | 38 |
| Tabela 6- Quantidade média excretada de fibra insolúvel (g) nos tempos inicial (T1) e final (T5) do experimento..... | 41 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Fluxograma para obtenção das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)..... | 23 |
| Figura 2- Punção cardíaca para coleta de sangue em rato anestesiado..... | 26 |
| Figura 3- Médias do Peso Corporal (PC) dos grupos de animais nos diferentes tempos de experimento..... | 32 |
| Figura 4- Níveis séricos de glicose, triglicerídeos e colesterol após 10 dias de ensaio..... | 35 |
| Figura 5- Percentuais médios da umidade do material fecal dos animais..... | 40 |
| Figura 6- Micrografia de amostra de fezes ao MEV dos grupos: FSA Integral (a), Peneirada (b) e Residual (c). Aumento de 43x..... | 42 |
| Figura 7- Peso, material e pH do cécum..... | 43 |

LISTA DE ABREVIACOES

| | |
|-------|---|
| CEASA | Centro de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro |
| FA | Fibra alimentar |
| FDN | Fibra detergente neutro |
| FSA | Farinha de Semente de Abóbora |
| FSAs | Farinhas de Semente de Abóbora |
| I | Ingestão |
| IAL | Instituto Adolfo Lutz |
| IME | Instituto Militar de Engenharia |
| INJC | Instituto de Nutrio Josué de Castro |
| Kcal | Quilocaloria |
| LABNE | Laboratório de Nutrio Experimental |
| MEV | Microscópio eletrônico de varredura |
| MF | Material fecal |
| PC | Peso corporal |
| T | Tempo |
| UERJ | Universidade do Estado do Rio de Janeiro |
| UFF | Universidade Federal Fluminense |
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |

RESUMO

CERQUEIRA, Priscila Machado. **Avaliação da Farinha de Semente de Abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) no trato intestinal e no metabolismo glicídico e lipídico em ratos.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 68p (Dissertação, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

Este estudo experimental foi realizado com ratos *Wistar* machos recém desmamados. Os animais divididos em quatro grupos receberam rações controle e experimentais a base de Farinha de Semente de Abóbora (FSA)-Integral, Peneirada e Residual, durante 10 dias, com objetivo de avaliar os efeitos biológicos da farinha de semente de abóbora (FSA) no trato intestinal e no metabolismo dos ratos. Foram analisados crescimento, consumo, bolo fecal, pH cecal e níveis séricos de triglicerídeo, colesterol e glicose, quando os animais eram submetidos a dietas contendo respectivas FSAs na proporção de 30 % do valor total de amido e dextrina em relação a dieta controle. As FSAs foram caracterizadas quimicamente sendo a fibra alimentar determinada pelo método de VAN SOEST, 1963a, modificado por MENDEZ *et al*, 1985, a umidade, cinza, proteína bruta e lipídeos determinados de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985) e os glicídios calculados por diferença das demais análises. Os resultados demonstraram que as FSAs são boas fontes de fibras alimentares, proteínas e lipídeos. Em 100 gramas de FSAs Integral, Peneirada e Residual foram encontrados respectivamente 29,49; 24,88; 47,52 de fibra insolúvel. Dietas contendo FSA Integral, Peneirada e Residual levaram a uma ingestão e ganho de pesos similares. Os animais quando submetidos a dietas contendo as respectivas FSAs apresentaram maior volume e aumento do material fecal ($p < 0,05$). O peso fecal dos animais experimentais foi 1,7- 2,4 vezes maior que do grupo controle, já o material fecal seco foi 1,7 - 2,5 vezes maior. O grupo que recebeu FSA Residual teve seu peso fecal úmido e seco aumentado em até 2,0-2,5 vezes em relação ao controle. A excreção de fibra insolúvel foi expressiva para os animais experimentais tanto no início quanto no final do experimento sendo a excreção média inicial e final dos animais experimentais de 2,68 e 3,16 g respectivamente. Apenas a FSA Residual proporcionou queda ($p < 0,05$) do pH cecal. O grupo que recebeu dieta com FSA Integral apresentou uma redução ($p < 0,05$) de glicemia sérica, enquanto os que receberam dieta com FSA Peneirada diminuíram significativamente os níveis de triglicerídeos séricos. FSAs Integral, Peneirada e Residual reduziram o colesterol sanguíneo em 10, 26 e 36%, respectivamente, em relação ao grupo controle. Considerando tais propriedades da FSA conclui-se sua capacidade em atuar aumentando peso e volume fecal, promovendo laxação, além de diminuir significativamente glicose e triglicerídeos séricos.

Palavras chave: Fibra alimentar, Farinha de Semente de Abóbora, ratos.

ABSTRACT

This study was made on recent weaned male *Wistar* rats. The animals were divided in four groups and received control and experimental rations containing Whole, Sifted and Residual-Pumpkin Seed Flour (PSF), for ten days, in order to evaluate the biologic effects of the PSF on the intestinal tract and on the metabolism of the rats. Growth, ingestion, fecal weight, cecal pH and serum triglycerides, cholesterol and glucose were measured while the animals were on diets containing the respective PSFs on the rate of 30% of the total starch and dextrin in the control diet. The PSFs were chemically characterized using VAN SOEST, 1963 method modified by MENDEZ *et al*, 1985a to determine alimentary fiber, the moistness, ashes, rough protein and lipids were determined according to the Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985) and glicides were calculated by the difference between the other analysis. The results showed that the PSFs are good sources of alimentary fibers, proteins and lipids. In 100 grams of Whole, Sifted and Residual-Pumpkin Seed Flour (PSF) we found respectively 29,49; 24,88; 47,52 of insoluble fiber. Diets containing Whole, Sifted and Residual PSF showed similar ingestions and body weight increases. The rats on diets containing PSFs showed increases on fecal volume and matter ($p > 0,05$). The experimental groups fecal weight was 1,7 – 2,4 times greater when compared to control and the dried fecal matter was 1,7 – 2,5 times grater. The group receiving Residual PSF showed increased wet and dried fecal weights by 2,0 – 2,5 times when compared to control. During the whole experiment the wet fecal matter weight ranged from 2,9 to 3,0 (Control); from 5,2 to 6,2 (Whole PSF); from 5,4 to 5,8 (Sifted PSF) and from 6,0 to 7,0 (Residual PSF). Once, the dried fecal matter weight ranged: from 2,1 to 2,5 (Control); from 4,2 to 4,9 (Whole PSF); from 4,0 to 4,5 (Sifted PSF) and from 5,0 to 5,5 (Residual PSF). We can point out the fecal matter of those who received diets containing Residual PSF, whose wet and dried fecal matter weight showed an increase ranging 2,0 and 2,5 times the control, respectively. The experimental animals' insoluble fiber excretion was expressive as much as in the beginning as in the end of the experiment while the average initial and ending experimental animals excretions were 2,68 and 3,16 g, respectively. Only the Residual PSF provided a significant fall ($p < 0,05$) on the cecal pH. The group receiving Whole PSF containing diet showed significant serum glucose decrease ($p < 0,05$), while those who received Sifted PSF containing diet showed significant serum triglycerides decrease ($p < 0,05$). The Whole, Sifted and Residual PSFs decreased serum cholesterol by 10, 26 and 36% respectively, when compared to the control group. In regard to these PSF's properties, we concluded that it is able to act increasing the fecal weight and volume, providing laxative effect, besides decreasing significantly serum glucose and triglycerides.

Keywords: Alimentary fiber, Pumpkin Seed Flour, rats.

1. INTRODUÇÃO

A promoção e manutenção de saúde estão intimamente ligadas à nutrição humana. Uma dieta balanceada, cujo conteúdo supra as necessidades nutricionais do indivíduo quanto aos macro e micronutrientes, faz-se necessário ao equilíbrio nutricional.

O hábito alimentar da população vem sofrendo grandes transformações ao longo dos anos. A modernização, a urbanização, o ritmo de vida, a falta de tempo e a grande demanda de produtos industrializados convergem em um padrão dietético inadequado e conseqüente reflexo no estado nutricional da população (POPKIN, 2001; PINHEIRO *et al*, 2004).

No Brasil, nas regiões metropolitanas, foi observado um aumento do consumo de ácidos graxos saturados, açúcares e refrigerantes, em detrimento da redução do consumo de carboidratos complexos, frutas, verduras e legumes. Essas mudanças observadas levaram ao baixo consumo de fibras, como uma característica marcante dos novos hábitos adquiridos (MONDINI & MONTEIRO, 1994).

A reduzida ingestão de fibra alimentar (FA) vem sendo associada ao aumento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis. Estudos epidemiológicos e ensaios clínicos indicam que uma dieta rica em alimentos vegetais pode diminuir o risco de doenças crônicas (HASLER, 2001; RODRÍGUEZ *et al*, 2006). Desta forma, o consumo de alimentos ricos em fibra alimentar (FA) é essencial para manter a saúde e reduzir os riscos de determinadas patologias.

A fibra alimentar (FA) é descrita como compostos presentes no reino vegetal que quando ingeridos são resistentes à hidrólise, digestão e absorção no intestino delgado, apresentando fermentação parcial no intestino grosso (TROWELL, 1976; HA *et al*, 2000).

A fibra alimentar (FA) inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas de plantas. Os efeitos fisiológicos exercidos pela fibra alimentar, entre outros, são: laxação, aumento do bolo fecal, atenuação do colesterol e glicemia sanguínea (COLLI *et al*, 2002; NAWIRSKA & KWASNIEWSKA, 2005). Também é considerada como coadjuvante no tratamento e controle do sobrepeso e obesidade, pois promove sensação de saciedade e seu adequado consumo tem sido associado à redução do risco de doenças cardiovasculares (PAK & ARAYA, 2001; JENKINS *et al*, 2002; LIMA *et al*, 2004).

A atuação fisiológica da fibra alimentar, dentre outros fatores se relaciona a sua solubilidade em água. De acordo com a solubilidade elas podem ser classificadas em solúveis (pectinas, gomas e mucilagens) e insolúveis (celulose, hemicelulose e lignina).

As fibras insolúveis e solúveis atuam através de diferentes mecanismos no sistema gastrointestinal, sendo as fibras insolúveis de ação mais restrita ao aspecto físico, enquanto as fibras solúveis agem através do aspecto químico. As fibras possuem também a capacidade de complexar-se com outros constituintes da dieta, através de vários mecanismos, podendo arrastá-los na excreção fecal. Dessa forma, alguns nutrientes e substâncias tóxicas podem ser excretados em maior ou menor quantidade, dependendo do tipo fibra presente na dieta.

Em associação às fibras alimentares temos os compostos bioativos, com alto potencial terapêutico e que atuarão junto, trazendo efeitos benéficos ao organismo (SAURA-CALIXTO & JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001).

Sabendo-se de todos os benefícios da fibra alimentar e da importância de uma dieta balanceada, faz-se necessário o incremento de produtos alimentícios adicionados

de fibra alimentar, naturalmente presente no reino vegetal. Entretanto, observamos que o valor comercial deste tipo de produto é muito caro, o que limita a sua aquisição. Surge daí, o aproveitamento de subprodutos e matérias-primas regionais que possuem um alto valor nutricional agregado, e que, entretanto, estão sendo desperdiçados.

A utilização de subprodutos, ricos em fibra, pela indústria além de trazer benefício para economia contribui para qualidade nutricional dos produtos. Dentre diversas fontes alternativas ricas em fibra pode-se citar as folhas e talos de hortaliças e sementes de frutos. A forma de utilização das sementes para o consumo pode ser variada o que aumenta sua acessibilidade nas indústrias. Determinadas sementes além de possuir um alto conteúdo de fibra alimentar também fornecem outros compostos químicos (peptídeos, polifenóis, fitoesteróis, vitaminas), fortalecendo assim, o seu potencial para aplicação no sistema alimentício e no combate ao desperdício.

Desta forma a aplicação tecnológica da semente de abóbora, vem sendo estudada para o enriquecimento de produtos industrializados (PUMAR *et al*, 1995; FREITAS *et al*, 2003a).

Considerando a contribuição positiva da fibra alimentar à saúde, o alto teor de fibra da semente de abóbora e a carência de dados sobre o estudo das aplicações nutricionais de semente de abóbora, é mister estudar o impacto nutricional e fisiológico desta fonte alternativa rica em fibra alimentar (FA).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fibra Alimentar

2.1.1 Aspectos e propriedades químicas

Trowell, em 1972, originalmente introduziu o conceito de fibra alimentar, em termos fisiológicos, como aquela porção dos alimentos derivados da parede celular de plantas e pouco digeridos pelo ser humano. Entretanto, devido várias pesquisas mais detalhadas este conceito foi sofrendo modificações ao longo dos anos (HA *et al*, 2000).

Mas recentemente, Englyst propôs que fibra alimentar deveria compreender apenas os polissacarídeos não amiláceos da parede celular de plantas. Entretanto, o conceito foi considerado limitante para definir a fibra alimentar, uma vez que outros compostos teriam efeitos fisiológicos semelhantes a estes polissacarídeos. Assim, inicialmente, a exata definição de fibra alimentar apresentou-se contraditória uma vez que seu conceito poderia ser baseado em seu efeito fisiológico ou também em sua natureza química (HA *et al*, 2000).

Mas a partir da década de oitenta tornou-se vigente a definição atual de fibra alimentar como um grupo de substâncias de origem vegetal, representado pela soma de todos os polissacarídeos ou não (lignina), que permanecem intactos até o íleo e que são parcialmente hidrolisados por bactérias do cólon (TROWELL, 1976; CAVALCANTI, 1989; BAGHURST *et al*, 1996; HA *et al*, 2000).

Após constatações epidemiológicas, um grande número de trabalhos tem sido publicado, levantando hipóteses sobre a atuação fisiológica e funcional da fibra alimentar no intestino e a maneira como ela contribui para a saúde dos indivíduos, desempenhando uma função protetora contra a instalação de certas doenças. Assim, o interesse na relação entre alimentação e saúde, abrange não só a prevenção dos déficits nutricionais, mas também a de patologias. Estudos mostram uma relação inversamente proporcional entre o aumento do consumo de frutas, cereais integrais, leguminosas e hortaliças e a redução do risco de desenvolver determinadas doenças (ANGELIS, 2001; KIM, 2001; TAIPINA *et al*, 2002; ARAYA & LUTZ, 2003; TAIPINA *et al*, 2003; ANJO, 2004; RODRÍGUEZ *et al*, 2006).

A fibra alimentar constitui uma complexa mistura de diferentes polissacarídeos e lignina, além de outras substâncias relacionadas como carotenóides, fitoesteróis, glucosinalatos, polifenóis e flavanóides (CAVALCANTI, 1989; MATUSHESKI & JEFFERY, 2001; FAGUNDES & COSTA, 2003). Nos alimentos esses compostos bioativos, associados à fibra, estão ligados quimicamente ou através de interações com a parede celular vegetal. Os principais compostos associados à fibra são: os polifenóis, os carotenóides e os fitoesteróis. Dentre diversas funções, os polifenóis e os carotenóides atuam como antioxidantes já os fitoesteróis são eficazes na redução do colesterol plasmático. Algumas dessas substâncias associadas também podem se comportar de forma muito semelhante à fibra alimentar (BRAVO *et al*, 1994; BRAVO *et al*, 1995; SAURA - CALIXTO & JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001).

Os diferentes componentes das fibras alimentares irão determinar a sua forma de atuação sobre o organismo humano e também a sua classificação, uma vez que, os polissacarídeos e lignina que a compõem possuem propriedades e características muito específicas.

A fibra alimentar pode ser classificada de acordo com a solubilidade de seus componentes em água, sua relação com a estrutura das paredes celulares e com a sua estrutura molecular ou natureza química. Os principais componentes das fibras são: os polissacarídeos celulose, hemiceluloses, pectinas, gomas e mucilagens; e os não polissacarídeos, a lignina. A lignina é um polímero de fenilpropano. Já a celulose e hemicelulose são formadas por polímeros de glicose, enquanto que a pectina é constituída por ácido galacturônico (BUCKERIDGE & TINÉ, 2001; BOBBIO & BOBBIO, 2003; FUKUSHIMA & HATFIELD, 2003).

Quantitativamente, os principais componentes da FA estão presentes nas paredes celulares vegetais, outros fazem parte de material intracelular e outros são sintetizados pelo vegetal para desempenhar funções especializadas. As hemiceluloses são encontradas na parede celular, juntamente com a celulose e a lignina. A lignina está ligada covalentemente à hemicelulose. Já as pectinas encontram-se principalmente depositadas na parede celular, atuando como material de ligação entre as células. Dentre os compostos não estruturais podemos citar as gomas, as mucilagens e determinadas pectinas. Gomas e mucilagem são freqüentemente produzidas pelas plantas como proteção depois de uma agressão e também são sintetizadas naturalmente em algumas plantas. São consideradas como fator de resistência aos patógenos (CAVALCANTI, 1989; ABREU *et al*, 2002; BOTELHO *et al*, 2002; KIMURA *et al* 2003; SILVA *et al*, 2005).

Com relação à solubilidade da fibra, a mesma pode ser classificada como solúvel e insolúvel. As fibras dos alimentos contêm uma mistura desses componentes solúveis e insolúveis em proporções diferentes. Desta forma, essas frações coexistem em proporções variadas no alimento, não existindo nenhum alimento que contenha apenas um tipo de fibra (CAVALCANTI, 1989; RODRIGUEZ *et al*, 2003).

As fibras solúveis são subdivididas em pectinas, gomas, mucilagens, frutanos (inulina e frutooligosacarídeos) e algumas hemiceluloses. Sendo encontradas em maior quantidade em leguminosas secas, aveia e frutas. Já as fibras insolúveis são representadas pelas celuloses, hemiceluloses e ligninas, sendo encontradas em farelos, vegetais folhosos e grãos (CAVALCANTI, 1989; CAPITO & FILISETTI, 1999; DE SÁ *et al*, 2000; COLLI *et al*, 2002; TUNGLAND & MEYER, 2002; GARBELOTTI *et al*, 2003).

Concernente as propriedades da fibra alimentar, as principais são: capacidade de reter, absorver e adsorver água; trocar cátions com o meio; absorver moléculas orgânicas (ZARAGOZA *et al*, 2001).

A capacidade de reter água além de ser importante no processamento de alimentos, também é importante fisiologicamente. Esta propriedade está relacionada à quantidade máxima de água absorvida e que se encontra em equilíbrio com o meio. A capacidade de retenção pode ser influenciada por vários fatores, dentre eles, o tamanho de partícula, independente da solubilidade da fibra.

Geralmente a capacidade de hidratação é maior entre os polissacarídeos. As pectinas, hemiceluloses, gomas e mucilagens se hidratam mais facilmente. A hidratação da fibra irá resultar no aumento da viscosidade intestinal. O aumento do volume e excreção fecal também se relaciona à retenção de água no trato intestinal e nas fezes promovido pelas fibras além da presença das próprias fibras nas fezes.

Certos tipos de fibra alimentar por formar complexos insolúveis com íons inorgânicos incrementam a excreção fecal de determinados minerais e eletrólitos. A presença de compostos associados à fibra, como os fenólicos e metoxilados são alguns dos fatores que influenciam a capacidade de trocas catiônicas.

A adsorção de moléculas orgânicas, pelas fibras, inclui compostos cancerígenos e tóxicos além de moléculas de colesterol e de ácidos biliares. Lignina e pectina apresentam maior capacidade de se ligar as moléculas orgânicas, assim, são capazes de aumentar a excreção fecal de esteróides e ácidos biliares. Tal propriedade tem sido associada à redução do colesterol plasmático (ZARAGOZA *et al*, 2001).

2.1.2 Efeitos fisiológicos

Os efeitos fisiológicos da fibra alimentar se devem à composição e às propriedades físicas e químicas dos polissacarídeos presentes, bem como dos biocompostos associados a esta fração (SCHNEEMAN, 1999; PIEDADE & CANNIATTI-BRAZACA, 2003; FREITAS *et al*, 2003b; JENKINS *et al*, 2004). Estes também dependem do grau de fermentação que a mesma sofrerá (parcialmente fermentável ou altamente fermentável), da quantidade e composição de fibra ingerida e do perfil individual fisiológico de quem a consome (CANIBE & KNUDSEN, 2001; TUNGLAND & MEYER, 2002). Tais efeitos proporcionados são indispensáveis para o bem estar das pessoas saudáveis e para o tratamento dietoterápico de várias patologias, como constipação intestinal crônica, dislipidemias, obesidade, diabetes, etc. (MATTOS & MARTINS, 2000).

A fibra solúvel contribui para o aumento do volume intra-luminal e são normalmente fermentadas. Já as frações insolúveis da FA não são, de maneira geral, fermentadas e exercem mais uma ação física sobre o intestino. Desta forma, atuam mais especificamente aumentando o volume e peso fecal, acelerando o trânsito intestinal, estimulando os movimentos peristálticos e melhorando a consistência fecal dando maciez as fezes. Assim, as frações insolúveis da fibra alimentar estão relacionadas à regulação das funções digestivas bem como à prevenção e ao tratamento de doenças como constipação, além de reduzir o risco de doenças diverticulares e de câncer de cólon (SHAHKHALILI *et al*, 1990; BRAVO *et al*, 1992; ROBERFROID, 1993; BAGHURST *et al*, 1996; CHEN & HUANG, 2003).

As fibras insolúveis apresentam também capacidade de ligar-se a determinados nutrientes e a outros compostos presentes no intestino (BRAVO *et al*, 1993; RAUPP & SGARBIERI, 1996). Por diminuírem o tempo de trânsito intestinal, reduzem o tempo de exposição da mucosa intestinal aos agentes carcinogênicos presentes nas fezes e, conseqüentemente, impedem os seus efeitos maléficos (HOWELL, 1975; GORI, 1979; GANDINI *et al*, 2000).

A manutenção da integridade da mucosa intestinal promovido pelo processo fermentativo e aumento de volume das fezes previnem a atrofia das células intestinais. NAKAMURA *et al* (1997) verificaram que a dieta enteral suplementada com fibra insolúvel de soja apresentou-se superior à dieta suplementada com goma guar para manutenção da integridade da mucosa intestinal e prevenção da translocação bacteriana em ratos queimados. Os autores atribuíram tais resultados ao aumento do bolo fecal e a fermentação produzidos pela fibra insolúvel de soja.

O efeito da fibra insolúvel em diminuir o trânsito intestinal parece decorrente da estimulação física deste tipo de fibra sobre as paredes do trato gastrointestinal, o que levaria a aumentar a mobilidade e a taxa de passagem. Alguns autores atribuem as modificações na motilidade e tempo de trânsito intestinal proporcionado pelas fibras insolúveis, em função do grau de viscosidade e a capacidade de alterar determinados hormônios gastrointestinais que as mesmas possuem (JENKINS *et al*, 1978; HAGANDER *et al*, 1986).

Alguns estudos (SCHNEEMAN, 1993; PÁDUA *et al*, 2000) mostram que a FA além de aumentar a velocidade do trânsito do bolo alimentar no intestino, também promovem um alongamento do intestino delgado.

Alterações da morfologia jejunal e ileal foram observadas com o consumo de fibra em experimento realizado por TASMÁN-JONES *et al* (1982). Neste estudo ratos receberam dieta contendo celulose e pectina. Também foi verificada alteração no número de vilosidades nos animais que receberam dieta tanto a base de pectina como a base de celulose.

As fibras alimentares podem se complexar com outros constituintes da dieta, e assim, tanto as substâncias tóxicas, como os nutrientes, podem ser excretados em maior ou menor quantidade, dependendo da fração fibra alimentar presente na dieta. Estudos mostram que a ingestão dietética aumentada de fibra em humanos pode resultar na diminuição da digestibilidade aparente de proteína, energia bruta e lipídeos. Este fato provavelmente é associado, em especial, com a diminuição do tempo de trânsito intestinal e aumento de excreção fecal (SOUTHGATE, 1973, 1987, *apud* RAUPP & SGARBIERI, 1996; PÁDUA *et al*, 2000).

RAUPP *et al* (2002) concluíram em seu experimento, que as fibras alimentares constituintes da dieta promovem o arraste dos nutrientes ingeridos para as fezes, como os minerais, as proteínas, os lipídeos e os carboidratos digestíveis, restringindo o aproveitamento para o organismo. Segundo os autores, o arraste é influenciado pelos constituintes da fibra bem como pela proporção da fibra na dieta.

Tais efeitos citados anteriormente em associação a outros mais, promovidos pelas fibras alimentares, fazem com que estes compostos de origem vegetal contribuam para o controle e prevenção de doenças como a obesidade, diabetes e dislipidemias, além de atuar prevenindo doenças cardiovasculares.

LIMA & SABAA-SRUR (1999) elaboraram e estudaram o efeito do doce cremoso de goiaba com 1,89% de goma guar, como fonte de fibra solúvel, em indivíduos sadios e diabéticos. Os resultados do Teste Oral de Tolerância à Glicose (TOTG), mostraram redução significativa ($p < 0,05$) na glicose plasmática nos indivíduos sadios e diabéticos, que receberam o produto com 4,34g de fibra solúvel.

CHANDALIA *et al* (2000) realizaram estudos randomizados, verificaram que o alto consumo de fibras alimentares, total de 50g, sendo 25g solúveis e 25g insolúveis melhorou o controle glicêmico, reduziu a hiperinsulinemia, assim como as concentrações de lipídeos séricos em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2.

LIU *et al* (2002) em estudo prospectivo de coorte, com duração de seis anos, realizado entre indivíduos do sexo feminino avaliaram o consumo de fibras e sua influência nas doenças cardiovasculares. Os autores concluíram que a FA foi associada com um risco mais baixo de doenças cardiovasculares e infarto do miocárdio. Os resultados do estudo reforçam as recomendações para o aumento do consumo de alimentos ricos em fibras solúveis e insolúveis, como grãos integrais, frutas e vegetais, como prevenção primária para o desenvolvimento das doenças do coração.

Algumas evidências propõem uma relação inversa entre a fibra alimentar e a hipertensão, fator de risco para doença cardiovascular (TUNGLAND & MEYER, 2002).

Estudo realizado por HALLFRISCH *et al* (2003) comparou o efeito da fibra solúvel e insolúvel, sobre a pressão arterial, proveniente de dieta rica em grãos integrais. Os resultados encontrados foram positivos para redução da pressão sanguínea. Os autores concluíram que tanto a fibra solúvel, quanto a fibra insolúvel seriam capazes de reduzir os riscos de doenças cardiovasculares.

A fibra alimentar além de desempenhar os efeitos já conhecidos, é capaz de atuar de outras maneiras. Como por exemplo, auxiliar no tratamento de determinadas deficiências metabólicas. A pequena liberação dos açúcares que compõe a fibra, como galactose, manose, ácidos galacturônico e xilose podem ser de grande utilidade. No caso de indivíduos com galactosemia, doença caracterizada pela deficiência da enzima galactose-1 fosfato uridil transferase, uma dieta ausente de galactose é necessária. Entretanto, a sua total ausência pode trazer sérios riscos à saúde. ACOSTA & GROSS (1995) *apud* BUCKERIGE & TINÉ (2001) alertaram que a necessidade metabólica da galactose, para portadores de galactosemia, poderia ser suprida, sem atingir níveis séricos nocivos, apenas com a sua liberação proveniente da hidrólise da parede celular vegetal.

O rompimento da célula vegetal pode acontecer pela ação de enzimas das próprias células vegetais sobre a fibra, assim como a atuação de microorganismos intestinais sobre esses polissacarídeos. Com a ruptura da célula vegetal ocorre liberação de enzimas vegetais que estavam no citoplasma, e que começam a atuar sobre os polissacarídeos da parede celular, resultando em sua hidrólise e liberação de mono e oligossacarídeos que antes, não estavam disponíveis. O processo fermentativo dos microorganismos sobre a parede celular também pode liberar açúcares, antes não disponíveis, para o organismo. Extremas condições de pH durante o processo digestivo levam igualmente a hidrólise parcial da fibra e conseqüente liberação de mono e oligossacarídeo (BUCKERIGE & TINÉ, 2001).

Dos componentes dietéticos, a fibra alimentar é o principal componente capaz de influenciar no peso fecal. Essa influência depende das características físico-químicas do material fibroso, sendo que as mais importantes são a capacidade de retenção de água da fibra e a maior resistência ao processo fermentativo (RAUPP *et al*, 1999). Assim, a presença de resíduo fibroso não degradado, o aumento da quantidade de água e também o aumento do número de células microbianas produzidos pela fermentação da fibra irão contribuir para aumentar do bolo fecal (RODRÍGUEZ *et al*, 2006).

As fibras de cereais têm menor capacidade de absorver água em relação às fibras de vegetais, entretanto, apresentam um efeito maior no aumento do peso fecal, o que pode ser atribuído à diferença na composição química, na estrutura e na fermentação entre essas fibras (ROBERTSON & EASTWOOD, 1981).

Estudos têm mostrado que o principal efeito fisiológico do farelo de trigo é conferir marcante aumento sobre o peso e volume fecal. A extensão em que ocorre a fermentação varia entre os diferentes constituintes da fibra alimentar, sendo importante para seu efeito fisiológico. Assim, o efeito promovido pelo farelo de trigo pode ser explicado, em parte, pela sua maior resistência à fermentação (CUMMINGS *et al*, 1978; NESTLÉ NUTRITION SERVICES, 2000 *apud* SILVA *et al*, 2003).

Apesar da fração insolúvel da FA estar mais relacionada ao aumento do bolo fecal, determinadas frações solúveis, igualmente, podem desempenhar tal função. Resultados com a goma guar indicaram melhora da função intestinal, aumento do bolo fecal e aumento da frequência de defecações (TAKAHASHI *et al*, 1993, 1994). A oligofrutose, principal componente dos frutooligossacarídeos, também foi relacionada ao tratamento da obstipação. Segundo estudos, a oligofrutose leva a um aumento da massa fecal e da quantidade de água nesta, com conseqüentes melhorias no trânsito intestinal (RÍMOLI, 2005). Têm sido ainda sugeridos seus benefícios nos casos de doença inflamatória do intestino e na prevenção de cálculos biliares de colesterol, infecções intestinais, colite ulcerosa, dislipidemias, doença hepática e doença renal. Trabalhos apontam ainda para um possível efeito no tratamento das diarreias (CNAM, 2005; RÍMOLI, 2005).

Diversos estudos têm mostrado a relação diretamente proporcional entre consumo de fibras alimentares e o aumento do peso e volume fecal.

RAUPP & SGARBIERI (1996) observaram, em ratos, efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta. Verificaram que houve um aumento significativo do resíduo fecal (maior volume e peso) dos animais que receberam dieta rica em fibra insolúvel. Observaram também que as frações insolúveis da fibra estimularam uma maior ingestão de alimentos pelos ratos enquanto que a fibra solúvel atuou diminuindo a ingestão da dieta. Neste estudo o aumento da fração fibrosa na dieta comprometeu a utilização da caseína, além de afetar negativamente a absorção de minerais.

Em estudo realizado por RAUPP *et al* (1999), foi preparado, a partir do bagaço coletado na fecularia de mandioca, um produto farináceo identificado como "farinha de mandioca teste". Esta farinha apresentou, em comparação às farinhas comerciais, alta quantidade de fibra alimentar e baixa quantidade de amido. Apresentou também propriedades nutricionais e fisiológicas apropriadas para consumo na alimentação humana, como fonte de fibra alimentar insolúvel. Os autores concluíram que a frequência de defecações, o peso das fezes úmidas e secas e, o volume das fezes secas foram mais elevadas para os ratos em dietas contendo a farinha de mandioca rica em fibra, do que para os ratos que receberam a farinha comercial.

RAUPP *et al* (2000) estudaram a polpa-refinada de maçã, composta em 82,27 % de fração insolúvel e 9,64 % da fração solúvel, avaliaram as propriedades funcionais, digestivas e nutricionais deste subproduto da maçã em ratos. O padrão utilizado foi o farelo de trigo. A incorporação na dieta dos animais de qualquer um das duas fontes de fibra, em proporções crescentes de 5%, 15% e 25%, produziram efeitos funcional-digestivos próprios de fibra alimentar insolúvel. Na concentração de 5% ambas as fontes de fibra insolúvel produziram, com exceção da densidade de fezes seca, efeitos semelhantes. Entretanto, em concentrações de 15% e 25%, a polpa refinada de maçã resultou em mais defecações, maior peso de fezes seca e densidade, porém, produziu fezes seca de menor volume. Os autores sugerem o uso da polpa-refinada de maçã como fonte alternativa de fibra alimentar para a formulação de alimentos destinados ao consumo humano.

GOMES *et al* (2003) estimaram o consumo de FA e de macronutrientes por crianças com constipação crônica funcional atendida em ambulatório especializado. Neste estudo concluíram que houve menor consumo de FA e de macronutrientes entre crianças com constipação quando comparadas ao grupo controle, composto por crianças sem constipação intestinal. Os autores consideraram a menor ingestão de fibra alimentar como fator de risco para o desenvolvimento da constipação crônica funcional.

FREITAS *et al* (2004) estudaram o efeito do polissacarídeo de soja, da celulose e de uma fórmula de soja à base de proteína isolada de soja (sem adição de fibra) sobre as características das fezes de ratos. Os resultados obtidos demonstraram que o grupo que não recebeu fibra alimentar na dieta produziu menor peso fecal úmido e seco quando comparada aos outros grupos que receberam fibra alimentar. A umidade contida nas fezes do grupo polissacarídeo era maior que do grupo celulose. O teor de água maior nas fezes do grupo polissacarídeo de soja, foi justificado à extensa degradação da fibra pela microflora intestinal. Os autores observaram aumento no peso fecal úmido proporcional à fermentação da fibra alimentar. O polissacarídeo de soja associou-se com menor peso seco, maior umidade e peso úmido fecal semelhante ao grupo celulose, provavelmente por sofrer maior fermentação em nível colônico.

RAUPP *et al* (2004) estudaram a propriedade funcional-digestiva do produto alimentício bagaço de mandioca hidrolisado. O produto analisado produziu efeitos

fisiológicos no trato digestivo de ratos, apresentando melhor resultado que o farelo de trigo. Os autores verificaram que foram os componentes insolúveis da fibra alimentar proveniente do bagaço de mandioca hidrolisado e não a fração solúvel, os que mais contribuíram para o aumento do volume e peso fecal dos animais estudados. Verificaram também que a fração fibrosa insolúvel do produto estimulou maior número de defecações. Assim, esta fonte alternativa de fibra foi recomendada para ser usada em formulações de alimentos, com o objetivo de regular ou manter normal a funcionalidade digestiva.

2.1.3 Efeitos bioquímicos

Sabe-se que uma dieta balanceada além de fornecer diversos nutrientes poderá atuar prevenindo determinadas doenças. A presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse na área da saúde. Entretanto, nem todas as fibras terão o mesmo efeito sobre a bioquímica sérica. Fatores como composição, fermentação, estrutura, solubilidades e viscosidade irão influenciar sobre o efeito sérico da FA. Assim, é necessário o conhecimento do tipo de fibra presente na dieta, pelo menos no que diz respeito a sua solubilidade em água (LAJOLO, 2002).

A influência sobre a bioquímica sérica exercida pela FA está intimamente relacionada à fração solúvel. Assim, esta fração pode proporcionar a redução dos níveis sanguíneos de colesterol e triglicérides em ratos e também em seres humanos. Outro efeito sérico proporcionado por este tipo de fração é a diminuição da glicemia, contribuindo para a prevenção e tratamento do diabetes tipo 2. Devido a tais efeitos, é sugerido que boa parte dos benefícios diretos com relação as doenças cardiovasculares estejam relacionados às fibras solúveis. Entretanto, alguns estudos têm atribuído estes efeitos séricos também a fração insolúvel (FIETZ & SALGADO, 1999; CHANDALIA *et al*, 2000; RIQUE *et al*, 2002; CHAU *et al*, 2004a; SCHULZE *et al*, 2004).

Estudos mostram que a fração solúvel da FA retarda o esvaziamento gástrico e diminui a taxa de absorção de carboidratos (JENKINS & JENKINS, 1995; DONGOWSKI *et al*, 2002); liga-se aos ácidos biliares e retarda ou reduz a absorção de lipídeos (DAVY *et al*, 2002; CASTRO *et al*, 2003); retém moléculas orgânicas e cátions metálicos (SHIGA *et al*, 2002; COUNDRAY *et al*, 2003); produz ácido graxo de cadeia curta, através de sua fermentação e promove a proliferação de bífidobactérias (ROBERFROID, 1993; RODRIGUEZ-CABEZAS *et al*, 2002), além de contribuir para a integridade da mucosa intestinal (NAKAMURA, 1997; CORREA-MATOS *et al*, 2003).

Diversos mecanismos foram propostos para explicar a ação das fibras solúveis formadoras de géis, como as pectinas, na redução dos níveis séricos de colesterol e triglicérides em ratos e humanos (ROBERFROID, 1993; TUNGLAND & MEYER, 2002; MAGNONI *et al*, 2005). As fibras, sozinhas ou em combinação, podem atuar alterando a digestão e a absorção dos lipídeos dietéticos e/ou aumentando a excreção fecal dos ácidos biliares e esteróis neutros, agindo como seqüestrantes dos ácidos biliares; aumentando a produção de ácidos graxos de cadeia curta no cólon, devido à fermentação e/ou diminuindo a porcentagem de ácidos biliares primários na bile, embora aumentem a de ácidos biliares secundários. As fibras solúveis se complexam com os ácidos biliares no intestino delgado e no cólon são convertidos em ácidos biliares secundários pela ação bacteriana. Devido à regulação da homeostase do colesterol, a síntese de colesterol hepático aumenta. As fibras solúveis por aumentarem a excreção de ácidos biliares, fazem com que o fígado remova colesterol do sangue para

a síntese de novos ácidos e sais biliares. Outra hipótese com relação ao mecanismo de redução sérica de colesterol é com relação ao propionato. Este produto da fermentação das fibras solúveis, provavelmente inibe a síntese hepática do colesterol.

Já o efeito hipoglicemiante produzido pela fração solúvel, pode estar relacionado a diversos fatores, entre eles: alteração na velocidade de difusão da glicose, em consequência da formação de gel no lúmen intestinal; alteração estrutural da mucosa intestinal, melhorando trofismo e produzindo efeito de rarefação da vilosidade e criptas e maior síntese de mucina, que atua como uma barreira à absorção de glicose. A fermentação e decorrente produção de ácidos graxos de cadeia curta, também exercem efeitos na diminuição dos níveis de glicose sérica (ROBERFROID, 1993; FIETZ & SALGADO, 1999; GREGÓRIO *et al*, 2001; DERIVE *et al*, 2002; RIQUE *et al*, 2002; COSTA & MAGNONI, 2005).

A intensidade do efeito provocado pela fibra solúvel pode ser variável dentro de um mesmo tipo de fração. A pectina, por exemplo, possui variados graus de metoxilação e diferentes pesos moleculares. Desta forma, o efeito é diferenciado entre as pectinas, de maior ou menor grau de metoxilação.

FIETZ & SALGADO (1999) avaliaram o efeito das pectinas, de alta (HMP) e de baixo (LMP) grau de metoxilação, e da celulose sobre os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. O experimento foi realizado com ratos machos da linhagem Wistar em um período de 30 dias. Os animais foram divididos em 13 grupos de seis animais. Um grupo recebeu uma dieta padrão e os demais, dietas com níveis diferenciados de pectina e celulose (5, 10, 15 e 20%). Os autores verificaram uma redução no ganho de peso dos animais com o aumento dos níveis de fibra. O efeito da celulose foi considerado insignificante ($p > 0,05$), na redução dos níveis séricos de colesterol, triglicerídeos e uréia, quando comparado aos tratamentos com pectinas. As dietas com HMP foram mais efetivas do que as com LMP. As dietas com 10 e 15% de HMP apresentaram maior capacidade de reduzir os níveis séricos de colesterol, triglicerídeos e uréia.

Hipocolesterolemia provocada pelo consumo de pectina e frutooligosacarídeos foi encontrada por FREITAS & JACKIX (2005). Os autores avaliaram efeito de bebida adicionada de frutoligosacarídeo (FOS), pectina e de ambos os compostos sobre o nível de colesterol e estimulação de bifidobactérias em hamsters hipercolesterolêmicos. Após 30 dias de tratamento, o estudo apresentou resultados significativos com redução dos níveis médios de colesterol total, pelo efeito da bebida adicionada de pectina e de frutoligosacarídeo. Não foi verificada a ação sinérgica entre os ingredientes, pois não existiu diferença significativa entre o grupo que recebeu ambos os ingredientes dos demais grupos experimentais (alimentados com dietas contendo FOS e pectina isoladamente).

As β -glucanas são frações solúveis que estão associadas à diminuição da taxa de colesterol plasmático, principalmente em indivíduos hipercolesterolêmicos, e atenuação da resposta glicêmica e insulínica pós-prandial, o que possibilita sua utilização no controle ou retardo do aparecimento de doenças crônicas (FUJITA & FIGUEROA, 2003).

As propriedades hipocolesterolêmicas da aveia são atribuídas principalmente às β -glucanas. Na maior parte dos indivíduos, o consumo moderado de aveia pode reduzir os níveis de colesterol total em torno de 5%. O mecanismo de ação pode ser devido a um dos seguintes fatores ou a uma conjunção deles: alteração do metabolismo e secreção de ácidos biliares; modificação das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta; diminuição da digestão de lipídeos e mudanças nos níveis de hormônios pancreáticos e gastrointestinais, porém o mecanismo ainda não está totalmente elucidado. Já o efeito hipoglicemiante da aveia se dá pela diminuição da absorção de glicose, o que é benéfico

para diabéticos. A fração solúvel presente neste alimento forma um gel ao longo do trato intestinal, o que serve de barreira retardando a absorção de glicose e outros nutrientes. Esse mecanismo está relacionado à habilidade desta fração de incorporar água e aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, levando a um esvaziamento gástrico mais lento (GUTKOSKI & TROMBETTA, 1999; DE SÁ *et al*, 2000).

Os frutooligossacarídeos, dentre suas diversas funções, também apresentam efeito sobre a bioquímica sérica. Assim, o equilíbrio produzido na flora gastrointestinal pelo consumo de frutooligossacarídeos estimula outros benefícios no metabolismo humano, como redução da absorção de carboidratos e lipídeos e melhoria do metabolismo de diabéticos. Estudo realizado por YAMAMOTO *et al* (1999) *apud* PASSOS & PARK (2003) detectaram uma queda de 83% e 59% de colesterol sérico em ratos alimentados com 1 e 5% de frutooligossacarídeos, respectivamente. Este efeito foi acompanhado pelo aumento significativo de excreção de esteróis e lipídeos nas fezes. Este estudo concluiu que a redução do colesterol sérico teve mais relação com a atuação dos frutooligossacarídeos em dificultar a absorção intestinal de colesterol que pelo produto de fermentação dos mesmos.

Algumas fibras solúveis devido suas propriedades físico-químicas também podem ser aplicadas tecnologicamente. As gomas, por exemplo, quando dissolvidas ou dispersadas em água fria ou quente formam soluções viscosas ou dispersões, propriedade que confere seu efeito biológico além de permitir seu uso em vários produtos alimentícios.

DARIO FRIAS & SGARBIERI (1998) estudaram os efeitos da goma guar sobre as concentrações séricas de lipídeos e glicose em ratos da linhagem *Wistar* diabéticos. Para realização do experimento foram utilizadas dietas contendo 0%, 10% e 20% de goma guar, durante 28 dias. Os animais apresentavam concentrações séricas de lipídeos elevadas devido o diabetes, entretanto, as dietas com goma guar diminuíram significativamente ($p < 0,05$) as concentrações do colesterol e triglicérides sanguíneo. Além disso, os autores encontraram um aumento no nível de HDL-colesterol e também na relação de HDL/LDL colesterol. Houve uma drástica redução ($p < 0,05$) da glicose sanguínea nos ratos diabéticos tratados com dietas contendo goma guar. Observaram que a goma guar promoveu uma melhora geral nas condições dos animais diabéticos, sobre o ganho de peso corporal e nos índices de absorção e utilização protéica. Foi sugerido que a goma guar, em concentrações iguais ou superiores a 10%, podem ser eficazes no tratamento da hipercolesterolemia e diabetes em humanos.

Fontes de fibra foram estudadas por SILVA *et al* (2003) que determinaram os efeitos das fontes de fibras de farelo de aveia e trigo sobre o perfil lipídico no sangue de ratos (*Rattus norvegicus*) *Wistar*. Os animais por determinado período receberam dietas padrão para se adaptarem ao experimento e após esse período foram divididos aleatoriamente em 8 grupos. Então, receberam dietas controle e dietas experimentais por 63 dias. Algumas dietas experimentais foram adicionadas de farelo de trigo e outras de farelo de aveia, como fontes de fibra, em proporções que variavam de 5 a 15 %. Os autores verificaram, de um modo geral, que o farelo de aveia utilizado como fonte de fibra mudou significativamente o perfil lipídico dos animais, pois houve redução do colesterol total, LDL e triacilglicerol sérico e aumento dos níveis de HDL. Os níveis de triacilglicerol e VLDL foram significativamente menores nos animais alimentados com 15% dos farelos de aveia e trigo em relação a todos os outros tratamentos. Os autores concluíram que o perfil lipídico pode ser melhorado com a adição do farelo de aveia à dieta e que o farelo de trigo exerce pouca influência apenas nos níveis de triacilglicerol séricos.

Embora a fração solúvel esteja mais relacionada ao aspecto bioquímico, a fração insolúvel também é capaz de atuar sobre níveis séricos de colesterol e glicemia. Alguns estudos sugerem forte relação entre o consumo de fibra insolúvel proveniente de cereais, leguminosas, sementes e grãos integrais e a prevenção de doenças cardiovasculares e diabetes mellitus.

Entretanto o mecanismo pelo qual ela atua ainda não está bem esclarecido. Dados sobre o efeito da fração insolúvel da FA atuando a nível sérico ainda são limitados. Provavelmente estes efeitos estariam relacionados às diferentes propriedades físicas e químicas que estas fibras possuem. Outro fator que pode influenciar na prevenção de doenças cardiovasculares e de diabetes mellitus exercido pela fração insolúvel de determinadas fontes vegetais, é a presença de compostos bioativos associados à parede celular vegetal (ROBERFROID, 1993; CHAU & CHEUNG, 1999; CHAU *et al* 2004b; JENKINS *et al*, 2004).

As leguminosas *Phaseolus angularis*, *Phaseolus calcaratus*, e *Dolichos lablab*, nativas da china, são usadas tradicionalmente como ingredientes de sopa e tem finalidades terapêuticas. CHAU & CHEUNG (1999), estudaram estas leguminosas cujo conteúdo de fibra insolúvel varia de 89,5% a 95,6% do valor total de fibra. No experimento compararam o efeito da celulose com o das fibras insolúveis extraídas das leguminosas *Phaseolus angularis*, *Phaseolus calcaratus*, e *Dolichos lablab*. Foi avaliado o efeito destas fibras alimentares sobre o colesterol sérico e suas frações e colesterol hepático de hamsters. Os animais agrupados receberam dieta com 5% da celulose (controle) e dietas adicionadas das fibras insolúveis extraídas das leguminosas. As dietas experimentais diminuíram significativamente ($p < 0,05$) os níveis séricos de LDL colesterol, assim como o colesterol hepático. Entretanto, somente a dieta com a fração insolúvel extraída do *Phaseolus calcaratus* reduziram significativamente ($p < 0,05$) o colesterol total. Todas as dietas experimentais aumentaram significativamente os níveis de HDL-colesterol. Os efeitos hipocolesterolêmicos tanto da celulose como das fibras extraídas das leguminosas foram atribuídos à redução indireta da absorção do colesterol intestinal.

CHAU *et al* (2004a) extraíram a fração insolúvel de fibra proveniente da polpa de cenoura. Os autores estudaram *in vitro* as características, propriedades funcionais e o efeito hipoglicemiante desta fração. Foi observado que esta fração apresentou capacidade de adsorção de glicose, além de inibir a atividade da amilase. Os resultados mostraram que o consumo de fibras insolúveis provenientes de cenoura representa uma boa fonte de fibra alimentar, podendo ser adicionada como ingrediente de baixa caloria em produtos alimentícios. Sugerindo o seu uso no controle da glicemia sérica pós prandial.

CHAU *et al* (2004b) isolaram e estudaram o efeito da fração insolúvel da fibra proveniente da polpa de carambola (*Averrhoa carambola*) sobre o metabolismo do colesterol e lipídico em hamster, durante 30 dias. Elaboraram três dietas adicionadas de fibra. A primeira dieta com fibra proveniente da polpa de carambola, a segunda somente com celulose e a terceira isenta de fonte de fibra. A fração insolúvel proveniente da carambola (*Averrhoa carambola*) em comparação as outras dietas, diminuiu de forma eficaz as concentrações de triglicérideo e colesterol total séricos, além de aumentar as concentrações de lipídeos totais e colesterol fecal. Os autores relacionaram os baixos níveis séricos de triglicérideos e colesterol, com a excreção fecal. A fração de fibra insolúvel estudada também aumentou o volume e a umidade fecal. De uma forma geral, os autores, verificaram que tanto a celulose quanto a fração insolúvel isolada da carambola, reduziram os níveis de triglicérideo e colesterol total sérico, além de aumentarem a excreção fecal dos mesmos. A fração insolúvel extraída da carambola

demonstrou melhores resultados com relação a hipotrigliceridemia e hipocolesterolemia, do que a celulose. Fato justificado pela habilidade da fibra estudada em aumentar a excreção de ácidos biliares e colesterol através das fezes. Os autores sugeriram o uso desta fibra, como ingrediente hipocolesterolemico, na dieta.

As constantes descobertas funcionais apresentadas na literatura, de ambas frações, solúveis e insolúveis, sobre níveis séricos de glicose, triglicerídeos e colesterol, reforçam a importância do consumo de alimentos naturalmente fontes de fibra alimentar.

2.1.4 Efeitos sobre a microbiota intestinal

A microflora humana normal é um ecossistema complexo capaz de abrigar microorganismos de diferentes espécies que depende em parte dos nutrientes entéricos para estabelecer a colonização. A microbiota intestinal é importante tanto para as funções metabólicas quanto para a resistência contra infecções bacterianas no hospedeiro. Os seres humanos nascem desprovidos da flora intestinal. O contato com os microorganismos se inicia no momento do nascimento. Em condições normais, a microbiota intestinal materna funcionará como a principal fonte de bactérias que colonizarão efetivamente o trato gastrointestinal do recém nascido. Na composição do leite materno estão presentes fatores promotores do crescimento de bactérias benéficas. Os lactentes alimentados com leite materno têm flora fecal com predomínio de bifidobactérias e lactobacilos. Dentre os componentes que favorecem o desenvolvimento desta microbiota intestinal em recém nascidos estão os oligossacarídeos (NOVAK *et al*, 2001; EULER *et al*, 2005; OBA *et al*, 2005).

O isolamento, a identificação e a caracterização dos microorganismos existentes no intestino humano têm sido pesquisados por vários anos. Mas a completa avaliação desta microbiota é um processo extremamente difícil. Entretanto, sabe-se que a composição da flora intestinal é diversificada sendo composta por *Escherichia*; *Enterobacter*; *Bifidobacterium*; *Acinetobacter*; *Aeromonas*; *Klebsiella*; *Lactobacillus*; *Streptococcus*; *Staphylococcus* etc. Dentre os microorganismos intestinais que têm efeitos metabólicos importantes e interações benéficas com os hospedeiros estão as do gênero *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, que impedem o desenvolvimento de certas bactérias patogênicas como o *Clostridium* (CARDOSO *et al*, 2000; NOVAK *et al*, 2001; RODRIGUEZ *et al*, 2003; MELO *et al*, 2004; HAN *et al*, 2005; OBA *et al*, 2005; PÁDUA, 2005).

As *Bifidobacterium* são as que têm predomínio na flora intestinal de adultos e crianças saudáveis. Tanto as *Bifidobacterium* como os *Lactobacillus* apresentam características protetoras competindo com potenciais patógenos, por exclusão competitiva, produção de ácidos orgânicos e conseqüente redução do pH. Eles se aderem às células intestinais e desta forma eliminam ou reduzem a aderência dos microorganismos indesejáveis (MELO *et al*, 2004).

As atividades das bactérias intestinais são reguladas por fatores endógenos e exógenos. Os fatores exógenos compreendem a composição química da dieta. A competição de compostos e viabilidade de substrato seleciona e regula a microflora intestinal. Assim, a microbiota intestinal benéfica pode ter seus níveis aumentados no trato intestinal, através do consumo de alimentos funcionais, probióticos ou prebióticos (HAN *et al*, 2005; OBA *et al*, 2005).

O amido resistente é a maior fração de carboidrato indigerível que chega ao cólon. Do ponto de vista quantitativo a fibra alimentar é o segundo substrato majoritário

para a fermentação. Sua fermentação é determinada pelas propriedades físico químicas, o grau de lignificação da parede celular, sua solubilidade em água, tamanho da partícula e presença de outros compostos vegetais capazes de inibir a atividade bacteriana. Assim, a lignina é resistente ao processo fermentativo, enquanto pectinas, gomas parecem ser completamente fermentadas e a fermentação da celulose e hemicelulose são parciais. Evidências mostram que o polissacarídeo de soja, apesar de ter predomínio de fibras insolúveis em sua composição, é relativamente bem fermentado fato associado ao pequeno tamanho de sua partícula (GOÑI & MARTÍN-CARRÓN, 2001; FREITAS *et al*, 2004).

O processo fermentativo gera fezes mais amolecidas, em função da excessiva produção de muco pelos enterócitos e pelos metabólitos das bifidobactérias. Através da produção de ácidos graxos de cadeia curta, as bifidobactérias previnem a constipação intestinal, por estimularem a peristalse, além de aumentar a umidade das fezes (CANDIDO & CAMPOS, 1995).

As bactérias intestinais têm importante papel na alteração do peso fecal, devido à sua habilidade de adsorver água, competindo contra forças absorptivas da mucosa colônica na retenção da água presente no trato gastrointestinal, sendo, portanto, um importante componente das fezes humanas (FREITAS *et al*, 2004). A flora intestinal contribui para a manutenção da saúde humana. Dentre os benefícios pode-se citar o antagonismo aos agentes patogênicos, o efeito de barreira da microbiota e a modulação das funções imunes (NOVAK *et al*, 2001).

Nem todas as fibras fermentáveis agem como estimuladores no desenvolvimento dos microrganismos benéficos no trato gastrointestinal. Assim, o fato de algumas fibras não serem digeríveis, mas fermentáveis, não significa que irão atuar como prebióticos. Os oligossacarídeos têm sido preferencialmente usados como prebióticos devido a sua maior seletividade fermentativa (SILVA & NORBERG, 2003).

Os prebióticos são substratos tróficos dos probióticos. Eles estimulam de forma seletiva o crescimento e a atividades de um número limitado de bactérias intestinais. Determinados tipos de fibra alimentar podem servir de substrato para o crescimento de microrganismos probióticos, atuando como potencial agente prebióticos. O efeito benéfico exercido pela fibra alimentar pode ser associado com o aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta, mais especificamente o butirato, propionato e acetato, no cólon distal. Estes contribuem para recuperar danos causados à mucosa colônica, pois servem de substrato para os colonócitos (BRAVO *et al*, 1994; DANIEL *et al*, 1997; RODRIGUEZ-CABEZAS *et al*, 2002).

De uma forma geral a adição dos prebióticos às dietas além de estimular o crescimento e a estabilidade das populações microbianas produtoras de ácidos orgânicos, como o ácido lático e os já citados acima, também reduz o pH luminal e, juntamente com outras substâncias antibacterianas e enzimas produzidas por esta mesma microbiota, inibe a proliferação dos microrganismos nocivos, que são sensíveis a ambientes ácidos. Os prebióticos também promovem diminuição na atividade de enzimas envolvidas na produção de metabólitos tóxicos como o β -glicuronidase e diminuem a concentração de produtos putrefativos e tóxicos nas fezes como as N-nitrosaminas e amônia (D'ACUNTI, 2002; SILVA & NORBERG, 2003).

Os oligossacarídeos e a inulina estão presentes naturalmente em alguns alimentos como trigo, cevada, cebola, alho e banana e também podem ser adicionados em produtos alimentícios. Entre as classes de oligossacarídeos existentes, os frutoligossacarídeos podem ser adicionados aos alimentos porque promovem o crescimento de bactérias bífidas. Os frutoligossacarídeos são seletivamente utilizados pelas bifidobactérias, melhorando a flora intestinal, aliviando a constipação, reduzindo o

nível de colesterol no sangue além de reduzir a produção de substâncias putrefativas (CANDIDO & CAMPOS, 1995; CAPITO & FILISETTI, 1999; RODRIGUEZ *et al*, 2003; FREITAS & JACKIX, 2005; FUCHS *et al*, 2005).

Efeito bifidogênico semelhante ao dos frutooligossacarídeos e da inulina foi encontrado para o feruloil-oligossacarídeo proveniente da fibra insolúvel do farelo de trigo. Neste estudo YUAN *et al* (2005) verificaram que o feruloil-oligossacarídeo promoveu o crescimento *in vitro* de *B. bifidum* F-35.

Diferentes efeitos benéficos consequentes do efeito bifidogênico das fibras alimentares foram relatados.

A fibra alimentar atua como substrato aumentando a massa de microorganismos que utilizam o nitrogênio fecal e produzem uma marcante dilatação cecal. TUNGLAND & MEYER (2002) relatam que os ácidos graxos de cadeia curta produzidos, então, pela fermentação da fibra, e a diminuição do pH produzem uma soma de efeitos sobre o próton amoníaco potencialmente tóxico (NH₃) levando a produção do íon amoníaco (NH₄), uma forma não difundida no sangue. A consequência deste processo seria uma alta retenção de nitrogênio no ceco, aumentando a excreção de nitrogênio fecal, diminuindo os níveis de amônia no sangue e consequente diminuição da uremia. Entretanto, a excreção fecal de nitrogênio mesmo sendo aumentado com o consumo de fibra solúvel alimentar, não alteraria o balanço de nitrogênio devido à simultânea diminuição da excreção renal de nitrogênio.

GUDIÉL-URBANO & GOÑI (2002) estudaram o efeito dos fructooligossacarídeos sobre a atividade de enzimas cecais (azoredutase, β-glucuronidase, β-glucosidase, nitrato redutase e nitroreductase). No presente estudo, ratos adultos machos da linhagem *Wistar* foram alimentados com dieta livre de fibra suplementada com 5% de celulose, suplementada com 5% de celulose e fructooligossacarídeos (FOS) misturados e suplementada apenas com 5% de fructooligossacarídeos. Os animais receberam as dietas por quatro semanas. Foi verificado que os ratos alimentados com dieta contendo mistura de celulose e fructooligossacarídeos tiveram a atividade das enzimas cecais nitroreductase, β-glucuronidase e β-glucosidase reduzida significativamente. Os autores concluíram que a incorporação da celulose na dieta parece afetar o efeito prebiótico do fructooligossacarídeo. Os resultados sugeriram que uma mistura da celulose e de fructooligossacarídeo como fonte da fibra alimentar poderia ter um efeito mais saudável sobre as atividades de enzimas bacterianas em comparação com a fibra alimentar utilizada sozinha.

CORREA-MATOS *et al* (2003) estudaram o efeito de fibras fermentáveis sobre a melhora da função intestinal em porcos infectados com *Salmonella typhimurium*. Fórmula controle (sem adição de fibras) e 3 fórmulas adicionadas de metilcelulose, de polissacarídeo de soja e de fructooligossacarídeos foram administradas a porcos recém nascidos por 14 dias, sendo que no sétimo dia de experimento, alguns dos animais, escolhidos ao acaso, receberam uma gavagem oral de *Salmonella typhimurium*. Neste estudo verificaram entre outros efeitos, que a infecção causada pela bactéria produziu diarreia nos animais que receberam dieta controle e nos animais que receberam dieta com metilcelulose, entretanto, os que receberam dieta com polissacarídeo de soja e com fructooligossacarídeos não apresentaram este sintoma. A atividade da lactase nos animais controle foi reduzida, já os animais que receberam fórmulas com fibra não apresentaram esta disfunção. Os autores concluíram que as fibras mais fermentáveis aumentaram a função intestinal e reduziram a gravidade dos sintomas associados à infecção pela salmonela. Os ácidos graxos de cadeia curta auxiliaram na manutenção e função das células colônicas. Sugerindo, então, que infecções patogênicas em crianças, nos

primeiros anos de vida, poderiam ter a gravidade e os sintomas reduzidos com o uso de fórmulas adicionadas de fibras fermentescíveis.

FREITAS & JACKIX (2005) estudaram o efeito de bebida adicionada de frutoligossacarídeo e pectina sobre o nível de colesterol e estimulação de bifidobactérias em hamsters com hipercolesterolemia. A pectina cítrica e frutoligossacarídeo, extraído da inulina, foram adicionados a um suco misto, a bebida então, foi misturada aos ingredientes secos da dieta e oferecida aos animais. Após 30 dias de experimento os autores observaram um aumento de dez vezes no número de bifidobactérias nas fezes dos animais que receberam dieta adicionada apenas de frutoologossacarídeo. A pectina prejudicou o crescimento de bifidobactérias quando ingerida juntamente com os frutooligossacarídeos, não permitindo o aumento no número das bifidobactérias nas fezes dos animais submetidos a esta dieta.

Pesquisas têm demonstrado a participação do amido resistente no processo fermentativo de certas bactérias probióticas, como as bífidobactérias, que promovem o desenvolvimento de uma população bacteriana saudável, com conseqüentes benefícios para a saúde humana. Por não ser digerido no intestino delgado, este tipo de amido se torna disponível como substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon. A metabolização desse tipo de carboidrato pelos microrganismos, através do processo fermentativo, resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta, como acetato, propionato e butirato; gases carbônico e hidrogênio e diminuição do pH do cólon. Alguns destes compostos exercem efeito protetor sobre a mucosa intestinal e também estão associados à prevenção de doenças inflamatórias do cólon (FREITAS, 2002; WALTER *et al*, 2005).

FREITAS (2001) estudou o efeito de dietas ricas em amido resistente de bananas verdes (*Musa AAA-Nanicão* e *Musa AAB-Terra*) sobre a função intestinal, metabolismo lipídico e glicídico e microbiota intestinal de ratos *Wistar*. Para avaliação do metabolismo e microbiota intestinal os animais foram divididos em 4 grupos. Os grupos controle receberam dieta semi-purificada e dieta peletizada comercial, os experimentais receberam dietas contendo 32% de amido resistente de *Musa AAA-Nanicão* e 32 % *Musa AAB-Terra*. Após 10 dias de tratamento dietético alguns ratos de cada grupo foram destinados ao estudo microbiológico do conteúdo luminal digestivo. A autora pode então concluir que os amidos resistentes de ambas as bananas promoveram intensa dilatação do apêndice cecal e queda do pH do conteúdo cecal. A dieta com amido resistente da banana verde *Musa AAB-Terra* aumentou significativamente a quantidade de bactérias mesófilas aeróbias e anaeróbias.

QUEIROZ-MONICI *et al* (2005) avaliaram o efeito bifidogênico da fibra alimentar e do amido resistente provenientes de leguminosas sobre ratos. Como fonte alimentar de fibra e amido resistente foram utilizados ervilha (*Pisum sativum*, L.), feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), grão de bico (*Cicer arietinum*, L.) e lentilha (*Lens culinaris* Med). A dieta controle foi à base de caseína e celulose microcristalina. Ratos albinos, machos recém-desmamados, da linhagem *Wistar* receberam as dietas durante 28 dias. Após, os animais tiveram o apêndice cecal retirado e analisado com relação as bactérias do gênero *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Enterobacter*, *Bacteroides*, *Clostridium* e também anaeróbios totais. Foi verificado que os animais alimentados com as dietas experimentais à base de leguminosas produziram maior massa de material cecal com relação ao grupo controle. O grupo que recebeu dieta contendo ervilha apresentou a contagem mais elevada de *Bifidobacterium*. A contagem do *Lactobacillus* foi similar para todos os grupos. Os ratos alimentados com dietas adicionadas de leguminosas, quando comparados ao do grupo controle, apresentaram menores contagens de bactérias do gênero *Enterobacter* e *Bacteroides*. Os autores observaram que o grupo que recebeu

dieta cuja fonte de fibra foi proveniente da ervilha e do grão de bico se sobressaiu com relação ao crescimento do gênero *Bifidobacterium*.

2.2 Fontes Alternativas e Potenciais da Fibra Alimentar para Uso em Alimentos

É notória a transição dos hábitos alimentares da população, sendo observado um alto consumo de produtos refinados, ricos em gordura e, em contrapartida, uma redução na ingestão de alimentos integrais e com maior teor de fibra alimentar (CASTRO *et al*, 2004; PINHEIRO *et al*, 2004). As mudanças alimentares observadas no Brasil também estão relacionadas com aumento da densidade energética, maior consumo de carnes, leite e derivados ricos em gorduras e redução do consumo de cereais, leguminosas, frutas, tubérculo, verduras e legumes que são fontes de fibra alimentar (SARTORELLI & FRANCO, 2003).

De acordo com MONDINI & MONTEIRO (1994) as mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira determinaram a diminuição na participação relativa de carboidratos na dieta e aumento na participação de lipídeos. A proporção total de proteínas manteve-se estável, entretanto, houve crescimento da participação específica de proteínas de origem animal na dieta. Situação inversa foi observada com os lipídeos, registrando-se aumento da fração correspondente aos lipídeos de origem vegetal, o que levou ao predomínio dos ácidos graxos poliinsaturados sobre os saturados e a redução do consumo relativo de colesterol.

A ausência de fibra alimentar na dieta faz com que doenças intestinais crônicas, como constipação, hemorróidas e câncer de cólon tenham seus índices elevados sobre a população. Semelhantemente, o aumento da prevalência da obesidade está associado às mudanças no padrão alimentar da população. Uma das hipóteses que explica a ascensão da obesidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento é o declínio do gasto de energia dos indivíduos. O menor consumo de energia estaria associado às ocupações que demandam um menor esforço físico além da redução de atividades físicas. O crescimento demográfico, industrialização, urbanização favorecem o sedentarismo além de facilitar o consumo de alimentos prontos e de alta densidade energética. A população urbana consome maior quantidade de alimentos processados em relação à da área rural. Pode-se dizer que as mudanças no padrão, estilo de vida e comportamento alimentar da sociedade, influenciaram diretamente a saúde dos indivíduos que a compõem (PINHEIRO *et al*, 2004; ABREU *et al*, 2005).

Estudo realizado por MATTOS & MARTINS (2000) demonstrou diferenças no consumo de fibras segundo as refeições, sendo peculiar ao hábito alimentar de boa parte da população brasileira a adoção de um desjejum à base de café, nem sempre associado ao leite com pão e margarina, sem cereais integrais ou frutas, fontes naturais de fibras alimentares. Foi também observado um alto consumo de arroz e feijão, no almoço e no jantar. Entretanto, o consumo de feijão tem sido reduzido ao longo das décadas de 70 e 80. Sendo que este representa a maior fonte de fibra da dieta habitual. O feijão e arroz, quando consumidos juntos diariamente representam boa fonte de fibra alimentar. Um agravante adicional à diminuição do consumo dessa leguminosa é a tendência da diminuição de carboidratos complexos no consumo calórico total e substituição por gorduras.

SAVIO *et al* (2005) avaliaram o almoço servido a participantes do programa de alimentação do trabalhador. Neste estudo foi verificado que boa parte da população além de apresentar excesso de peso tinha um consumo mediano de fibras alimentares de 6,0 g (sexo feminino) e de 8,3 g (sexo masculino), abaixo do recomendado.

As facilidades atualmente encontradas para a aquisição de alimentos (pré-preparados, prontos, instantâneos, congelados, etc) disponíveis no mercado, bem como as variedades de serviços oferecidas por estabelecimentos comerciais (self-service ou fast food) também são fatores contribuintes para o decréscimo do consumo de fibras alimentares. O baixo consumo de fibra não se faz presente apenas na população adulta, nas últimas décadas, estudo sobre constipação em crianças, vem demonstrando que é baixa a ingestão de fibra alimentar por crianças com constipação, quando comparadas àquelas sem constipação (GOMES *et al*, 2003).

O alto consumo de calorias vazias provenientes principalmente de gorduras e açúcares simples associados à tendência crescente ao uso de alimentos processados industrialmente em substituição dos naturais vem sendo observado entre crianças. Estes maus hábitos alimentares estão levando ao aumento da prevalência da obesidade infantil (VASQUEZ *et al*, 2004).

O consumo de fibra alimentar também é reduzido entre os idosos. Em estudo realizado por CHEN & HUANG (2003) foi verificado que o baixo consumo de fibra entre a população idosa estaria relacionada a fatores fisiológicos como a capacidade de mastigação e deglutição.

Para aumentar o consumo de FA faz-se necessário consumir regularmente frutas, vegetais, cereais integrais, legumes e leguminosas. Além do consumo destes alimentos fontes, a outra opção seria o consumo de alimentos processados industrialmente, mas adicionados de fibras. Associado as mudanças no comportamento alimentar da população, observa-se um acelerado desenvolvimento de alimentos que apresentam características nutricionais e tecnológicas adequadas e também componentes que exercem funções biológicas com o intuito de prevenir doenças e promover a saúde (SILVA *et al*, 2001; FUCHS *et al*, 2005; RODRÍGUEZ *et al*, 2006).

Para suprir o déficit do consumo de fibra alimentar, a indústria alimentícia vem utilizando a fibra para produção ou enriquecimento de seus produtos e, desta forma, aumentar o teor de fibra alimentar e também nutricional.

As fontes alternativas de fibra alimentar podem trazer grandes vantagens para as indústrias alimentícias, pois além de contribuírem para o enriquecimento de produtos, previnem contra o desperdício, utilizando-se integralmente o alimento (GIUNTINI *et al*, 2003).

A aplicação tecnológica da fibra se dá com maior facilidade devido a sua constituição (polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos, entre outros), fazendo com que tenham diferentes propriedades físico-químicas. Estas propriedades físico-químicas relacionadas à fibra permitem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, sendo utilizada em substituição à gordura, amido ou atuando como agente estabilizante, espessante e emulsificante, podendo assim, ser aproveitada na elaboração de diversos produtos como sopas, sobremesas, biscoitos, molhos, bebidas, massas e pães (FREITAS *et al*, 2002a; FREITAS *et al*, 2002d).

Porém, o conhecimento das propriedades físico-químicas da fibra alimentar é importante para a elaboração de produtos com boa textura e sabor, uma vez que a simples adição de elevadas quantidades de fibra nem sempre resulta em produtos com características sensoriais (cor, sabor, textura) desejáveis. Estes conhecimentos permitirão a adição de fibra em quantidades adequadas para promover efeitos benéficos à saúde e gerar um produto final com alto índice de aceitabilidade (GIUNTINI *et al*, 2003).

Alguns tipos de celulose e farelos de cereais estão sendo utilizados como ingredientes em diversos produtos de panificação, para incrementar o conteúdo de fibra alimentar. Entretanto, a crescente necessidade de se produzir alimentos saudáveis e

também o desenvolvimento tecnológico e científico permitiu avaliar o valor nutritivo de diversos alimentos não convencionais. Este fato, além de ampliar as alternativas de fontes nutricionais e de fibra alimentar também traz um impacto benéfico para economia. Assim, resíduos de frutas e vegetais processados, que até então eram descartados, assim como, sementes de várias espécies se tornaram recursos alternativos para a alimentação humana, mostrando-se excelentes alternativas naturais de fibras alimentares (NEWMAN *et al*, 1998; COUTO *et al*, 2001; DEL-VECHIO *et al*, 2005; NAWIRSKA & KWASNIEWSKA, 2005).

Dentre diversas fontes alternativas ricas em fibra, pode-se citar um dos subprodutos da abóbora, a semente. A abóbora pertence à ordem *Cucurbitales*, família *Cucurbitaceae* e espécie *Cucurbita*, sendo utilizada, principalmente, em seu estado maduro para compor a dieta. A semente de abóbora também é utilizada pela medicina popular brasileira. Estudo em animais não demonstrou o efeito tóxico deste tipo de semente. Entretanto, seu consumo *in natura*, sem sofrer tratamento térmico prévio, poderá diminuir a biodisponibilidade de determinados nutrientes (QUEIROZ-NETO *et al*, 1994; DEL-VECHIO *et al*, 2005).

Estudos mostram o efeito benéfico da semente de abóbora sobre o metabolismo, fisiologia e nutrição humana (SALGADO & TAKASHIMA, 1992; MANSOUR *et al*, 1993; EL-ADAWY & TAHA, 2001). Em estudo realizado por AL-ZUHAIIR *et al* (2000) foi verificado que os medicamentos hipotensivos felodipina e captopril, tiveram seu efeito potencializado em associação com o óleo de semente de abóbora. Outra característica da semente de abóbora é seu efeito antifúngico *in vitro* (VASSILIOU *et al*, 1998).

A semente de abóbora está sendo aplicada de várias formas na alimentação como aperitivo, óleo (SIEGMUND & MURKOVIC, 2004) ou em forma de farinha. A farinha obtida de sua semente possui alto teor de fibra alimentar (PUMAR *et al*, 1995; FREITAS *et al*, 2002b; FREITAS *et al*, 2002c; FREITAS *et al*, 2003a), possui efeito vermífugo e antioxidante (YOUNIS *et al*, 2000; LANZILLOTTI *et al*, 2001; OBREGÓN *et al*, 2004) e representa também uma boa fonte protéica (ESUOSO *et al*, 1998; SOUKKARY, 2001).

O valor protéico da semente de abóbora é comparado ao da torta de soja. A torta é um produto residual obtida após a retirada do óleo sob pressão. Estudo realizado por ZDUNCZYK *et al* (1999) comparou o valor nutricional da torta de semente de abóbora com o da caseína e com o da proteína da farinha de soja. Os autores verificaram que a torta de semente de abóbora representou uma boa fonte protéica para os animais experimentais quando acrescida de farinha de soja. A torta de semente de abóbora apresentou-se apenas limitante em lisina, mas quando suplementada com este aminoácido seu valor protéico tornava-se semelhante ao da farinha de soja.

Além de serem relativas fontes protéicas, as sementes de abóbora, de uma forma geral, apresentam alto percentual de óleos, entre os quais, os polinsaturados estão em maiores quantidades. O óleo da semente de abóbora por ser composto por ácidos linoléico e linolênico, tocoferóis, β -caroteno, selênio, fitoesteróis, entre outros componentes, torna-se um antioxidante natural (FAHIM *et al*, 1995).

Na semente de abóbora também se encontra grande variedade e quantidade de vitaminas e minerais. Apresenta pouco carboidrato, entretanto, os carboidratos complexos predominam e possui um alto teor de fibras (MANSOUR *et al*, 1993; ESUOSO *et al*, 1998; YOUNIS *et al*, 2000). Em estudo realizado por SAMANT & REGE (1989) cujo objetivo foi analisar a composição dos carboidratos presentes em algumas sementes de cucurbitas, foi verificado que a celulose era o carboidrato não disponível em maior quantidade.

EL-ADAWY & TAHA (2001) analisaram as características e composição de farinhas e óleos de semente de páprica; e do óleo e da farinha provenientes da polpa da semente de abóbora e de melancia. Os resultados mostraram que estas sementes são ricas em óleo e proteína, principalmente a semente de abóbora. Todas as amostras de farinha apresentaram quantidades consideráveis de fósforo, potássio, magnésio, manganês e cálcio. A farinha da semente de abóbora teve *in vitro* maior digestibilidade da proteína. As propriedades funcionais foram excelentes para as farinhas da semente de melancia e abóbora. As amostras do óleo tiveram quantidades elevadas de ácidos graxos insaturados, com predomínio do linoléico e oléico. O triglicerídeo foi o principal lipídeo encontrado. Os autores concluíram que os óleos das sementes estudadas possuíam características satisfatórias comparáveis às dos óleos comestíveis podendo, então, substituir outros óleos insaturados. Segundo os autores as sementes poderiam ser utilizadas como fonte de proteína e lipídeo para o consumo humano e as suas farinhas teriam grande potencial para serem aplicadas ao sistema alimentício, não somente como suplementos nutricionais, mas também como agentes funcionais. Assim, a utilização destes subprodutos (sementes) poderia ser lucrativa e combateria o desperdício.

Dentro da Ciência dos Alimentos, existe grande solicitação por estudos quanto à implementação e a fortificação de alimentos que além de fornecerem os nutrientes indispensáveis ao organismo, proporcionem efeitos benéficos à saúde.

Avaliando as novas tendências comportamentais, em especial, a alimentação da sociedade moderna e, levando-se em consideração a necessidade de praticidade no momento de se alimentar, torna-se necessário o aprimoramento industrial na elaboração de produtos bem aceitos, ricos em nutrientes, e que forneçam quantidades adequadas de fibras alimentares. Anterior a este processo faz-se necessário o estudo de fontes alternativas de fibras alimentares e seu impacto fisiológico.

Sabendo-se da contribuição positiva da fibra alimentar à saúde, do alto teor de fibra da semente de abóbora e considerando a carência de dados sobre o estudo comparativo das aplicações nutricionais da fibra alimentar de semente de abóbora, é de suma importância avaliar os efeitos da Farinha de Semente de Abóbora (FSA) no trato intestinal e metabolismo de ratos jovens.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar o efeito biológico da farinha de semente de abóbora (FSA) no trato intestinal e no metabolismo glicídico e lipídico em ratos jovens.

3.2 Específicos

- Obter e caracterizar quimicamente a farinha de semente de abóbora (FSA);
- Elaborar as rações e distribuir os animais em grupos;
- Quantificar a evolução do peso corporal, ingestão e peso da matéria fecal de ratos;
- Estudar a resposta metabólica nos ratos determinando as concentrações séricas de glicose, triglicerídeos e colesterol;
- Estudar a resposta fisiológica do trato intestinal nos ratos determinando o teor de fibra insolúvel na matéria fecal;
- Caracterizar morfológicamente o material fecal;
- Quantificar o peso cecal, matéria cecal e pH da matéria cecal.

4. MATERIAIS

4.1 Matéria-prima

Para a realização do estudo foram utilizados 80 quilogramas de abóbora baiana (*Cucurbita maxima*, L.) proveniente da Central de Abastecimento do Estado Rio de Janeiro (CEASA-RJ).

4.2 Obtenção das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)

No Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto de Nutrição da UERJ os frutos foram higienizados em água corrente e sanitizados por imersão em solução clorada a 200 ppm por 15 minutos. Os frutos tiveram o centro removido e lavado em água corrente. As sementes foram separadas (rendimento de 7% do peso do fruto), lavadas e secas em estufa ventilada à 40°C por 18h. Posteriormente foram acondicionadas em sacos plásticos, fechados em seladora, etiquetados e congelados à -18°C para as análises posteriores. No Complexo Laboratorial do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro (INJC/ UFRJ) as sementes foram submetidas à torrefação em fogo brando por 10 a 15 minutos e mantidas em tabuleiros à temperatura ambiente. Ressalta-se que a perda relacionada à etapa de torrefação foi de 3%. As sementes foram, então, trituradas em liquidificador e peneiradas (ANEXOS 1 e 2) obtendo-se a FSA Peneirada e a FSA Residual. A FSA Integral foi obtida utilizando-se todo o produto da trituração da semente. O resíduo foi passado por um moinho RETSCH-malha 0,5mm por 3 minutos, com finalidade de se obter uma farinha homogênea como as anteriores. A Figura 1 corresponde ao fluxograma de obtenção das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs).

As Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs) foram acondicionadas, separadamente, em sacos etiquetados, selados e mantidas sob refrigeração até a sua utilização na elaboração das rações e análises.

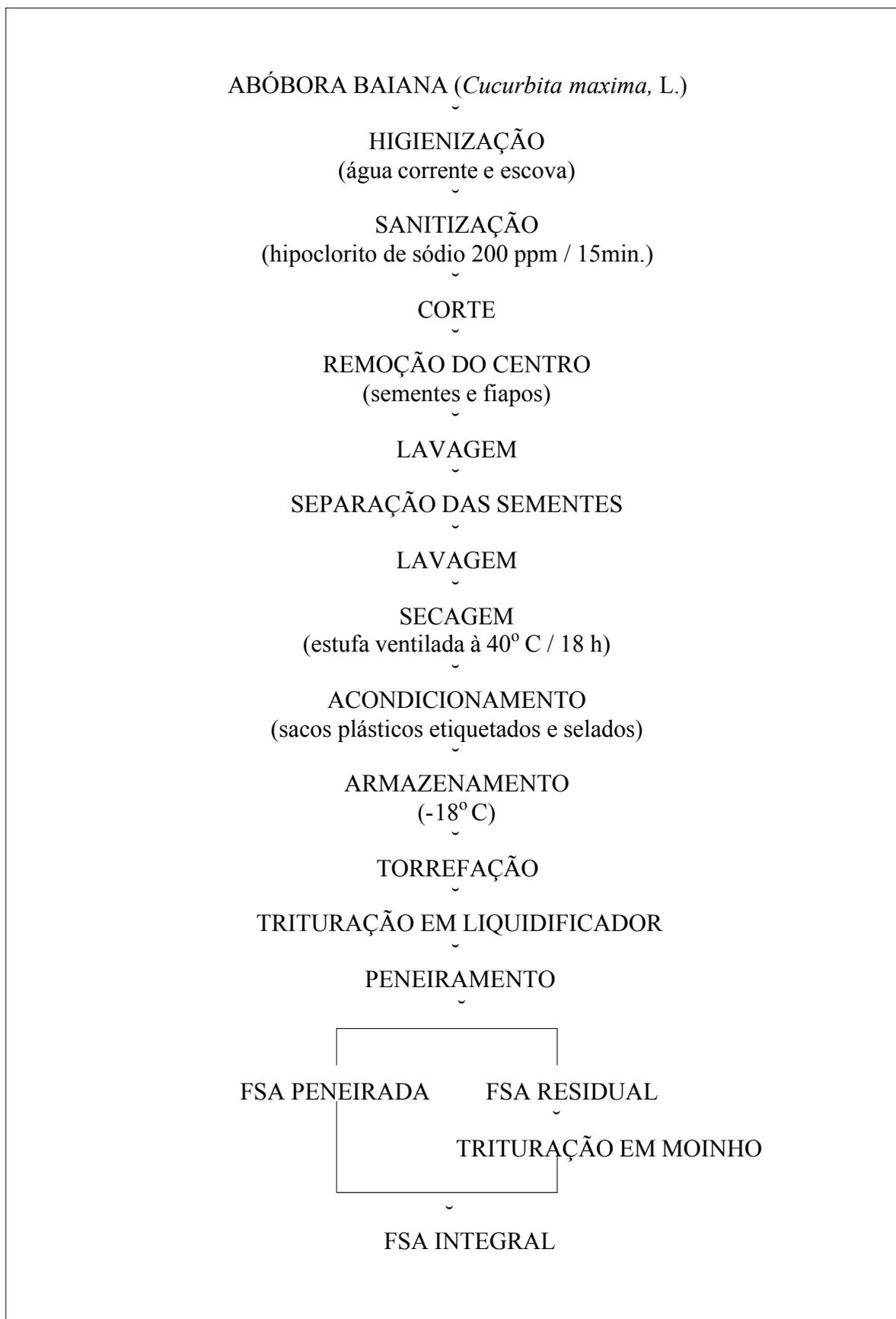


Figura 1- Fluxograma para obtenção das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)

4.3 Elaboração das Rações para o Ensaio Biológico

Para elaboração das rações utilizou-se: dextrina (maizena[®]), açúcar refinado e óleo de soja, que foram adquiridos em mercado varejista local. A Celulose microcristalina (pH 101) origem MINGTAL, CHEMICAL CO, LTD; a caseína em pó, produzida pela SIGMA; e o amido de milho, fabricado pela AMISOL[®] 3408 foram obtidas pelo Comércio e Indústria FARMOS LTDA/RJ. A mistura mineral e vitamínica, a L-cistina e o bitartarato de colina também foram adquiridas pelo Comércio e Indústria FARMOS LTDA/RJ.

No Laboratório de Nutrição Experimental (LABNE) da Universidade Federal Fluminense foram elaboradas quatro rações sendo três experimentais com Farinha de Semente de Abóbora (FSA Integral, FSA Peneirada e FSA Residual) e uma controle.

A ração controle foi elaborada de acordo com REEVES *et al* (1993) para dieta de manutenção e as rações experimentais modificadas foram obtidas substituindo 30% do valor total de amido e dextrina de milho, da ração controle, pelas farinhas de semente de abóbora correspondente. A substituição das FSAs apenas para os componentes amiláceos foi estipulada tendo por finalidade avaliar esta fonte de fibra como farinha na proporção de 30%, justificada, por pesquisas anteriores realizadas pelo grupo as quais demonstraram que este valor é o máximo a ser incorporado tecnologicamente em produtos sem prejudicar as propriedades sensoriais.

Na Tabela 1 é demonstrada a formulação das rações.

Tabela 1- Formulação das rações controle e experimentais

| COMPONENTES (g/ kg de Ração) | RAÇÕES ¹ | | | |
|---|---------------------|--|-----------|----------|
| | CONTROLE | EXPERIMENTAIS Farinha de Semente de Abóbora | | |
| | | Integral | Peneirada | Residual |
| Amido de Milho^a | 465,7 | 325,9 | 325,9 | 325,9 |
| Dextrina² | 155,0 | 108,6 | 108,6 | 108,6 |
| FSA | - | 186,2 | 186,2 | 186,2 |
| Caseína^b | 140,0 | 140,0 | 140,0 | 140,0 |
| Sacarose | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Óleo de soja | 40,0 | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| Celulose Microcristalina^c (fibra) | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| Mistura Mineral^d | 35,0 | 35,0 | 35,0 | 35,0 |
| Mistura Vitamínica^e | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| L-cistina^f | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Bitartarato de Colina^g | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

¹ REEVES *et al*, 1993

² MAIZENA[®]

^{a,b,c,d,e,f,g} Obtidas no Comércio e Indústria FARMOS LTDA

Os componentes das rações foram acrescidos de água morna e misturados manualmente até a obtenção de uma massa homogênea e firme. A massa foi moldada manualmente em formato de longos bastões (ANEXO 3), colocada em bandejas de aço inox e secas em estufa ventilada (modelo 171, fabricado pela FABBE-PRIMAR Industrial LTDA) com temperatura de 50° C por um período de 24 horas. Após, as rações foram retiradas da estufa, partidas manualmente em pedaços menores, sob a forma de peletes e resfriadas em temperatura ambiente sendo então acondicionadas em sacos plásticos codificados e armazenados sob refrigeração, à temperatura de 8°C, para posterior utilização.

4.4 Ensaio Biológico

4.4.1 Animais

Foram utilizados 20 ratos machos recém desmamados da linhagem *Wistar* (ANEXO 4) provenientes do Laboratório de Nutrição Experimental (LABNE) da Universidade Federal Fluminense, os quais receberam dieta comercial para rato até alcançarem peso variando de 110 a 125 g, quando passaram a receber as dietas experimentais durante 10 dias.

Os animais foram distribuídos em 4 grupos com peso médio semelhante, com diferença do erro máximo de 5 % do peso corporal entre os mesmos, sendo cada grupo composto de 5 animais. Os ratos foram alocados em gaiolas de polipropileno individuais cobertas com maravalhas e mantidos no biotério sob temperatura média de 21°C, com alternância de período de 12 horas de claro-escuro. Tiveram acesso livre a dieta e a água. O peso corporal (PC) e a quantidade de ingestão (I) foram tomados a cada 48h correspondendo aos tempos dos experimentos T1, T2, T3, T4 e T5.

4.4.2 Material fecal

Os peletes fecais, coletados de cada animal no intervalo de 48 horas, foram pesados em balança digital (FILIZOLA modelo MF-3), secos em estufa (ANEXO 5) (modelo 119A produzida pela FABBE-PRIMAR Industrial LTDA.) à 50°C por 48 horas, pesados novamente e, só então, acondicionados em sacos plásticos codificados e armazenados em temperatura ambiente. Posteriormente, foram processados em triturador Walita-PHILIPS, HL3252 e analisada a fração fibra insolúvel no Complexo Laboratorial do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

4.4.3 Coleta de sangue e do material cecal

Após o término do período de experimento, os animais foram colocados em jejum por período de 12 horas, conforme recomendado por GOMES (2004).

Passado o período de jejum, sob anestesia, foram coletadas amostras de sangue por punção cardíaca (FIGURA 2) de onde foram analisados triglicerídeos, colesterol e glicose sérica. Todas as amostras foram analisadas em duplicata considerando erro máximo de 5% entre os resultados.

Após serem sacrificados, os animais tiveram o cécum retirado e pesado em balança digital (FILIZOLA, modelo MF-3). O material cecal fresco foi pesado, teve seu pH determinado em peagâmetro (pH 330i/SET) e foi seco em estufa à 50°C por 48 h. Então, foi pesado novamente e acondicionado em frascos de vidro codificados.



Figura 2- Punção cardíaca para coleta de sangue em rato anestesiado

5. MÉTODOS

5.1 Análise Química das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)

A fibra alimentar nas FSAs foi determinada pelo método de VAN SOEST (1963), modificado por MENDEZ *et al* (1985). As análises de umidade, cinza e proteína bruta foram determinadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985). O fator de multiplicação para o nitrogênio titulado foi 5,7 (JONES, 1941). Os lipídeos foram determinados através da extração de éter etílico em aparelho de Soxhlet de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985) e os glicídeos calculados por diferença das demais análises (NIFEXT). Estas análises foram realizadas no laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal Fluminense (UFF), no Complexo Laboratorial do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro (INJC/ UFRJ), e nos Laboratórios de Bromatologia e de Tecnologia dos Alimentos do Instituto de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O valor calórico total foi calculado empregando-se os seguintes fatores: 4 para proteínas e carboidratos e 9 para lipídeos.

5.2- Composição Química das Rações

A composição química das rações foi estimada utilizando rótulos dos produtos, tabela de composição de alimentos (PHILIPPI, 2002) e dados obtidos nas análises químicas realizadas nas Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs). O valor calórico total foi calculado, empregando-se fatores 4, para proteínas e carboidratos e 9 para lipídeos.

5.3 Ensaio Biológico

5.3.1 Indicadores bioquímicos

As determinações de triglicerídeos (GPO-ANA) e colesterol (COD-ANA) foram realizadas por métodos enzimáticos (COOPER, 1974; LOPES-VIRELLA *et al*, 1977). A glicose sérica foi determinada pelo método enzimático Glicose-Oxidase (GOD-PAD) (TRINDER, 1969).

5.3.2 Material fecal

5.3.2.1 Análise da fração fibra insolúvel

No material fecal coletado no tempo inicial (T1) e final (T5) do experimento, a fração Fibra Detergente Neutro (FDN), que expressa fibra insolúvel, foi determinada pelo método VAN SOEST (1963). Esta análise gravimétrica foi realizada no Complexo Laboratorial do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro (INJC/ UFRJ).

5.3.2.2 Morfologia

As análises morfológicas do material fecal (MF) foram efetuadas ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) seguindo a técnica descrita por HADDAD *et al* (1998). Todas as amostras, previamente secas e trituradas, foram colocadas em pequenas quantidades sobre fita metálica adesiva de dupla face aderida a *stab*. Para garantir condutividade do material, todas as amostras foram metalizadas com ouro em metalizador a vácuo BALZERS UNION, modelo FL-9496 Balzers/Furstentum Liechtenstein. As micrografias foram obtidas no microscópio JEOL modelo JSM-5800LV sob aceleração de 20 KV e arquivadas em disquetes para avaliação. As análises foram realizadas no Laboratório de Microscopia do Instituto Militar de Engenharia (IME / RJ).

5.3.2.3 Material cecal

A determinação do pH foi por processo eletrométrico empregando-se o potenciômetro adaptado para determinação. Consistiu em pesar o material cecal fresco e transferir para um becker, com auxílio de 30 ml de água destilada à 25 °C. O conteúdo foi agitado, deixado em repouso por 10 minutos e, imediatamente, determinou-se o pH eletronicamente de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

5.4 Análise Estatística

Todos os parâmetros quantificados no estudo, exceto o morfológico, foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey em nível de confiança de 95% usando o software *Statistical* versão 6.0 (PIMENTEL-GOMES, 1984).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Farinha de Semente de Abóbora

6.1.1 Composição química

Os valores de análise da composição química das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs) são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2- Composição química das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs)

| COMPONENTES (%) | FARINHAS DE SEMENTE DE ABÓBORA (FSAs) | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Integral | Peneirada | Residual |
| Umidade | 8,41 ^a | 7,80 ^b | 9,68 ^c |
| Cinzas | 4,32 ^a | 4,27 ^a | 3,19 ^b |
| Proteína | 26,79 ^a | 28,37 ^b | 26,77 ^a |
| Lipídeos | 32,25 ^a | 32,96 ^a | 20,35 ^b |
| Fibra Insolúvel | 29,49 ^a | 24,88 ^a | 47,52 ^b |
| Carboidratos Totais ¹ | traços | 1,72 | traços |
| Kcal % | 397,41 | 417,00 | 290,23 |

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha se assemelham estatisticamente entre si ao nível de 5%

¹Calculado por diferença

Pode-se observar, através dos dados, que os percentuais para umidade das farinhas estão de acordo com a legislação brasileira, que estipula até 15% de umidade para farinhas comerciais. Por ser um dos principais fatores de aceleração das reações químicas e enzimáticas, adequados valores de umidade devem ser preservados (BRASIL, 1996; VIEIRA *et al*, 1999).

Os teores de cinzas das FSAs Integral e Peneirada apresentados estão em conformação ao de farináceos integral. A legislação brasileira permite para farinhas teor máximo de 4 % (BRASIL, 1978 *apud* BUENO, 2005).

ACHU *et al*, 2005 ao estudar cinco espécies de sementes de Cucurbitaceae encontraram valores de cinzas que variaram entre 3,47- 4,75g/100g, em base seca.

Os resultados também evidenciaram relevantes teores de fibras alimentares, proteínas e lipídeos nas amostras de FSAs.

Os diferentes valores absolutos dos macronutrientes (proteína e lipídeos) e de fibra alimentar podem ser explicados pelo processamento de cada farinha. Assim, maiores valores de fibra alimentar são esperados na FSA Residual composta basicamente pela parede celular vegetal-tegumento, ou seja, a casca da semente. A manutenção do endosperma das sementes para elaborar as FSAs Integral e Peneirada pode justificar o maior teor de lipídeos e proteínas destas farinhas.

Dados na literatura, semelhantes aos encontrados, mostram significativos teores de fibras alimentares, proteínas e lipídeos em sementes vegetais. E que dentre as fibras alimentares totais, a fração insolúvel é predominante (SIDDHURAJU *et al*, 2001; MAESTRI *et al*, 2002; DOURADO *et al*, 2004; MOURE *et al*, 2004; VALLILO *et al*, 2004; MATUDA & MARIA NETO, 2005).

Com relação a sementes provenientes de espécies da família Cucurbitáceas, estudo feito por SAMANT & REGE (1989) encontrou um alto teor de fibras alimentares. ESUOSO *et al* (1998), além de um considerável teor de fibras alimentares (9,25%) também encontraram na semente de abóbora (*Telfairia occidentalis*) altos teores de proteínas (16,0%) e de lipídeos (48,6%).

Segundo ZDUNCZYK *et al* (1999) a torta de semente de abóbora, produto residual obtida após a retirada do óleo sob pressão, apresenta-se com alto teor de metionina e apenas limitante em lisina, mas quando suplementada com este aminoácido seu valor protéico torna-se semelhante ao da farinha de soja. Além do seu alto teor protéico as sementes de abóbora possuem predominante teor de lipídeos poliinsaturados, chegando até 70 % (LANKMAYR *et al* 2004).

Os valores de proteína e lipídeo das farinhas estudadas foram inferiores aos encontrados por YOUNIS *et al* (2000), estes verificaram que sementes da abóbora da espécie (*Cucurbita pepo* L.) possuem em sua composição aproximadamente: 38% de proteína, 37% de carboidrato, e 35% de óleo, sendo este, composto de 78% de ácidos graxos insaturados. Os quatro ácidos graxos predominantes foram o palmítico, o esteárico, o oléico e o linoléico (em maior quantidade).

As FSAs Integral e Peneirada apresentaram teores de lipídeos superiores ao das sementes de *L. muehlbergianus*, estudadas por VALLILO *et al* (2001), cujo teores de lipídeos foram de 26,8%. Os autores também encontraram para as sementes de *L. muehlbergianus*, 25,9% de protéico e 18,4 % de fibras alimentares. As FSAs apresentaram valores protéicos superiores a essas sementes vegetais.

Em estudo realizado por EL-ADAWY & TAHA (2001) foram analisadas as características e a composição química de farinhas e óleos de semente de páprica; e do óleo e da farinha provenientes da polpa da semente de abóbora e de melancia. Os resultados demonstraram altos valores de óleo e proteína em todas as sementes (semente de páprica, polpa da semente de melancia e abóbora) estudadas, principalmente para a polpa de semente de abóbora.

TAKEMOTO *et al* (2001) estudaram a semente e o óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) e acharam teores relativamente elevados de proteínas (23,9 g/100 g), lipídeos (38,2 g/100 g) e valores significativos de fibras alimentares (13,4 g/100 g) dos quais 10,9g /100g eram fibra insolúvel.

ACHU *et al* (2005) estudaram o valor nutritivo de cinco espécies de Cucurbitaceae. O valor médio protéico da *Cucumi stuvus*, em base seca, foi de 28,68% ($\pm 2,38$). Neste estudo os autores também concluíram que as sementes de Cucurbitaceae podem ser consideradas fontes de óleos e proteínas.

Comparando tais valores das sementes vegetais estudadas, com os presentes dados, verificamos que o teor protéico, lipídico e de fibra insolúvel das FSAs são altos, reforçando o potencial da semente de abóbora.

6.2 Ensaio Biológico

6.2.1 Características das rações

A Tabela 3 mostra a composição nutricional (proteínas, lipídeos, carboidratos totais, fibras alimentares, mistura mineral, vitamínica e complementos) das quatro rações utilizadas nos dez dias de experimento. As rações são isocalóricas apresentando quantidades suficientes de macro e micronutrientes para o desenvolvimento dos animais. Estas se distinguem, sobretudo, no teor de fibra alimentar extraída das sementes.

Tabela 3- Composição nutricional das rações controle e experimentais contendo FSAs

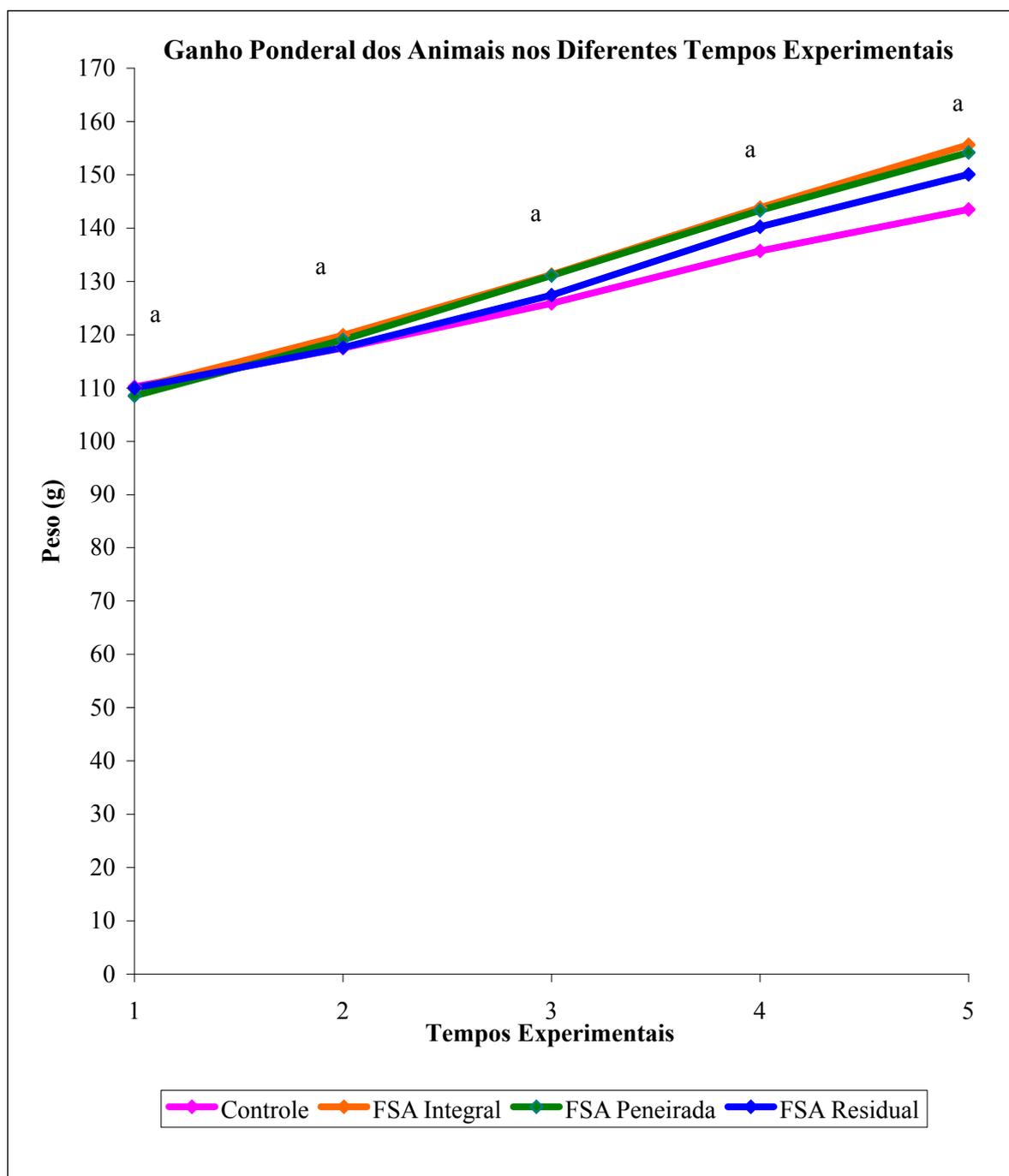
| COMPONENTES g/100g de ração | RAÇÕES ¹ | | | |
|---------------------------------|---------------------|---|-----------|----------|
| | CONTROLE | EXPERIMENTAL Farinha de Semente de Abóbora | | |
| | | Integral | Peneirada | Residual |
| Proteína | 14,4 | 18,7 | 19,0 | 18,7 |
| Lipídeos | 4,3 | 10,3 | 10,4 | 8,1 |
| Carboidratos Totais | 71,8 | 53,9 | 54,2 | 53,9 |
| Fibra Alimentar | 5,0 | 10,5 | 9,6 | 13,8 |
| Mistura Mineral | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Mistura Vitamínica | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Valor Energético (Kcal) | 383,5 | 383,1 | 386,4 | 363,3 |

¹ REEVES *et al.*, 1993

6.2.2 Peso corpóreo e ingestão

Os animais iniciaram o experimento apresentando peso médio semelhante (com oscilação máxima de 5%) entre eles e entre os grupos aos quais faziam parte. O ganho ponderal adquirido durante os 10 dias de ensaio foi medido a cada 48 horas, ou seja, entre T1 e T5. Os animais do grupo controle e os experimentais - FSA Integral, FSA

Peneirada e FSA Residual apresentaram médias de peso semelhantes, demonstrando desempenho quanto ao crescimento ponderal para todos os grupos durante todos os tempos experimentais (Figura 3). O ganho ponderal dos animais que receberam dietas experimentais em relação ao controle foi levemente superior ($p > 0,05$), em especial, nos tempos T4 e T5, cujo aumento variou de 4 % e de 6%, respectivamente.



Letras iguais acima das linhas indicam que não se houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$)

Figura 3- Médias do Peso Corporal (PC) dos grupos de animais nos diferentes tempos de experimento

Todavia, no decorrer do experimento, as curvas ponderais não se afastaram ($p > 0,05$) mostrando que a incorporação das Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs) como fonte de fibra alimentar não interferiu no ganho de peso corpóreo dos ratos estudados.

Alguns autores quando trabalharam com diferentes fontes de fibra alimentar encontraram comportamento ponderal semelhante aos apresentados.

PÁDUA *et al* (2000) estudaram a influência da adição de 10% e 20% da fração parede celular de levedura (*Saccharomyces* sp.) em uma dieta hipercolesterolêmica (5% gordura de coco mais 2% colesterol) em ratos *Wistar*. No experimento, utilizou-se como padrão, uma dieta de caseína com 5% de celulose. Foram também utilizadas dietas hipercolesterolêmicas com 10 ou 20% de celulose, para comparação. Os animais receberam dietas acrescidas de fibras durante 32 dias. Dentre outras conclusões os autores verificaram que acrescentar fibras em dietas experimentais não influenciou no ganho de peso dos animais estudados não havendo diferença estatística no ganho de peso dos ratos nos vários tratamentos.

CHAU *et al* (2004b) ao estudarem o efeito de dieta adicionada de fibra insolúvel proveniente da carambola (*Averrhoa carambola*) em comparação com a dieta adicionada de celulose e a dieta ausente de fibra, acharam, dentre outros resultados, que não houve nenhuma diferença significativa no ganho do peso corpóreo entre os três grupos de hamster estudados.

Apesar de não ter sido encontrado no presente estudo a relação inversa do consumo de fibras com o peso corpóreo dos animais, outros estudos, demonstram que o acréscimo de fibra alimentar (solúvel e insolúvel) reduz significativamente o ganho ponderal (OLIVEIRA, 1988; AREAS, 1994; PIEDADE & CANNIATTI-BRAZACA, 2003). Podendo ser explicado pela fonte de fibra alimentar, tipo, tamanhos das partículas, quantidade, dentre outras variáveis (FIETZ & SALGADO, 1999).

As dietas experimentais, acrescidas de FSAs, apresentaram valores absolutos de proteína bem superiores em relação a controle, entretanto, SAMANT & REGE (1989) questionaram a biodisponibilidade da proteína da semente de curcubitas, pois verificaram que mesmo após longo tratamento enzimático 8% da proteína total continuavam sem sofrer hidrólise.

Vários outros autores (KRISHNAMOORTHY *et al*, 1990; ZDUNCZYK *et al*, 1999; SILVA & SILVA, 2000; CARVALHO *et al*, 2002; MIRANDA & EL-DASH, 2002; CRUZ *et al*, 2004; GIAMI, 2004) reforçam que a qualidade nutricional protéica de fontes vegetais, entre elas a semente de abóbora, pode ser melhorada após tratamentos tecnológicos (fermentação, irradiação, altas temperaturas, hidrólise química) mais eficientes do que os utilizados.

Com relação ao consumo das rações, na Tabela 4 está demonstrada a ingestão média de ração entre os grupos e no próprio grupo. Os consumos médios entre os grupos não diferiram ($p > 0,05$) ao longo do estudo. Entretanto, verificamos uma maior tendência ao consumo pelos animais submetidos as rações experimentais, em especial, para o grupo submetido a FSA Residual.

A composição da semente de abóbora pode estar influenciando nos resultados, uma vez que esta semente possui maior teor de fibra insolúvel. Alguns autores também observaram o aumento do consumo alimentar em função da presença de fibras insolúveis na dieta (PIEADADE & CANNIATTI-BRAZACA, 2003; CHAU *et al*, 2004b).

RAUPP & SGARBIERI (1996) estudaram em ratos *Wistar* os efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta. Entre outros resultados, a fração contendo fibra insolúvel,

inclusive a celulose usada como padrão, estimulou maior ingestão de alimentos pelos ratos enquanto a fibra solúvel atuou no sentido de reduzir a ingestão da dieta.

O caráter hidrofílico de certas fibras, como as pectinas e gomas fazem com que a taxa de esvaziamento gástrico seja mais lenta, aumentando a saciedade e, conseqüentemente, levando à diminuição de ingestão de alimentos. Segundo FIETZ & SALGADO (1999) seus resultados estariam provavelmente associados a tais propriedades destas fibras. Os autores acharam em seu experimento, maior ingestão entre os ratos que receberam dieta contendo celulose, do que os ratos que receberam dieta contendo pectina e dieta controle.

Igualmente, PIEDADE & CANNIATTI-BRAZACA (2003) verificaram que os ratos alimentados com dieta cujo percentual de fibra insolúvel era maior, tiveram maior ingestão comparada aos que receberam dieta com maior teor de pectina.

O maior consumo de ração contendo fibra insolúvel também foi observado em estudo realizado por CHAU *et al* (2004b) em comparação a dieta isenta de fibra.

Tabela 4- Médias do consumo de ração (g) entre os grupos de animais estudados tomadas a cada 48 horas

| TEMPOS EXPERIMENTAIS | CONSUMO DE RAÇÃO DOS GRUPOS (g) | | | |
|-------------------------|---------------------------------|---|--------------------|--------------------|
| | CONTROLE | EXPERIMENTAL Farinha de Semente de Abóbora | | |
| | | Integral | Peneirada | Residual |
| T1 | 20,30 ^a | 25,100 ^a | 26,70 ^a | 26,70 ^a |
| T2 | 28,00 ^a | 27,80 ^a | 27,10 ^a | 28,30 ^a |
| T3 | 27,50 ^a | 29,50 ^a | 28,90 ^a | 30,40 ^a |
| T4 | 27,20 ^a | 28,00 ^a | 28,50 ^a | 28,20 ^a |
| T5 | 31,00 ^a | 28,90 ^a | 28,30 ^a | 29,10 ^a |

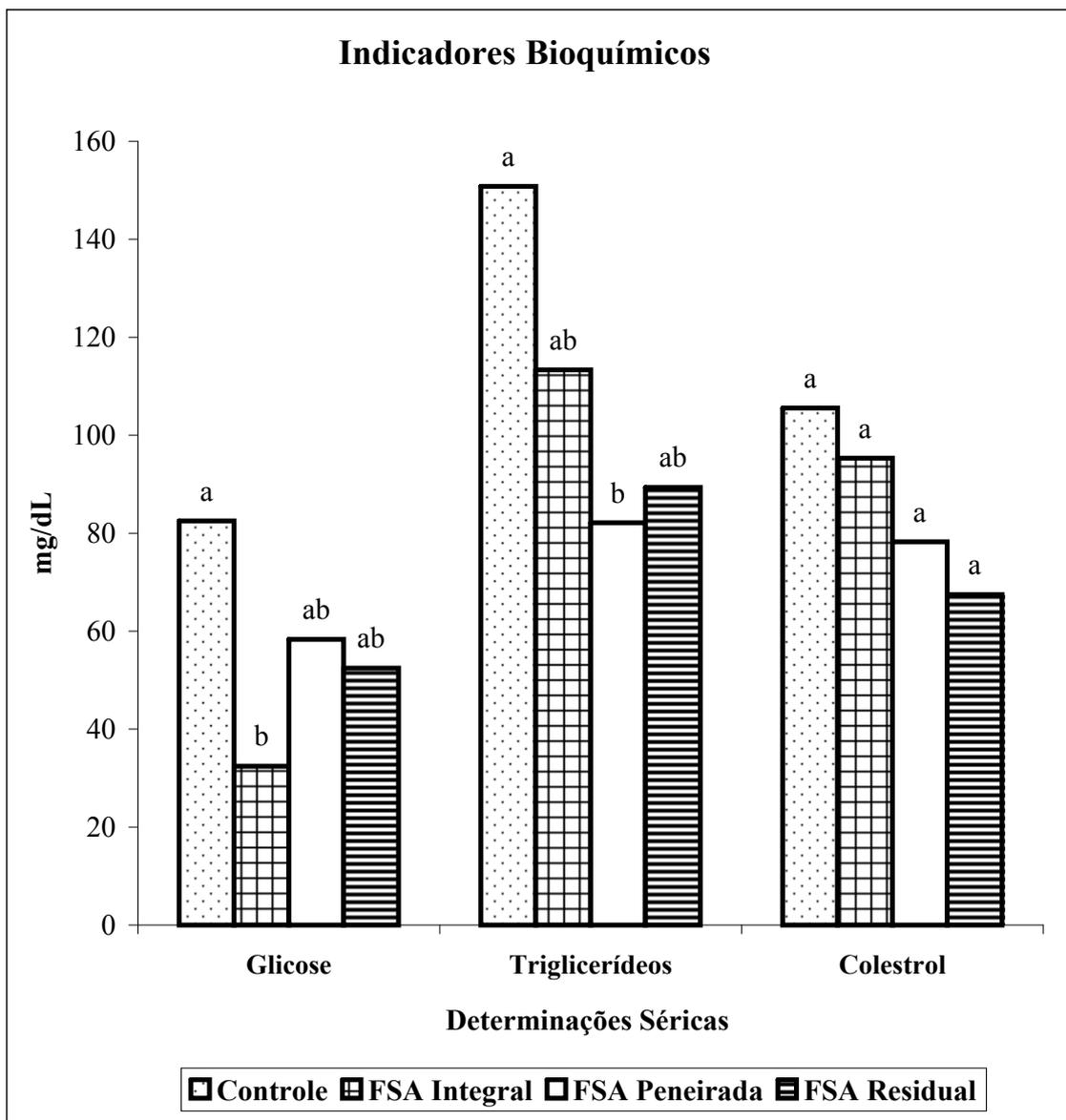
Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%

6.2.3 Indicadores bioquímicos

O estudo dos indicadores bioquímicos iniciou-se com a coleta de sangue por punção cardíaca (Figura 2). Ao realizarmos a coleta observamos que o sangue dos ratos alimentados com dietas experimentais (FSAs) diferiram sob alguns aspectos dos animais do grupo controle. O sangue dos grupos de ratos alimentados com Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs) era mais viscoso, formava gel e coagulava rapidamente,

dificultando a coleta. KRISHNAMOORTHY *et al* (1990) relataram em seu trabalho, a presença na semente de abóbora do Fator Hageman ou Fator XII responsável pelo processo de coagulação sanguínea. Esta proteína ativa outros fatores de coagulação e o seu excesso pode reduzir o tempo de tromboplastina e tornar rápida a coagulação (RAMALHO, 2000; ANTUNES *et al*, 2005). O tempo de tromboplastina parcial pode ser prolongado pela deficiência do Fator XII, entretanto, não chega a causar hemorragia (GUYTON & HALL, 1996; RANGE *et al*, 1997).

O impacto das rações sobre os indicadores bioquímicos foi avaliado pelos valores séricos de glicose, triglicerídeos e colesterol após dez dias e são mostrados na Figura 4.



As letras iguais acima das barras caracterizam similaridade entre os grupos ($p > 0,05$)

Figura 4- Níveis séricos de glicose, triglicerídeos e colesterol após 10 dias de ensaio

Os animais experimentais que receberam rações acrescidas de FSA Integral, Peneirada e Residual apresentaram, de modo geral, níveis séricos de glicose e triglicerídeos reduzidos ($p < 0,05$). Em relação ao grupo controle, os animais submetidos às FSAs Integral, Peneirada e Residual tiveram o colesterol sérico reduzido em 10, 26 e 36%, respectivamente. Tais resultados podem estar relacionados com o alto teor de fibras, em especial, a fração insolúvel nas dietas experimentais. De acordo com SAMANT & REGE (1989) a celulose é o principal carboidrato da fração insolúvel presente na semente de abóbora

O consumo de fibra insolúvel proveniente de cereais, leguminosas, sementes e grãos está sendo relacionado à prevenção de doenças cardiovasculares, dislipidemias e diabetes mellitus (ROBERFROID, 1993; CHAU & CHEUNG 1999; JENKINS *et al*, 2004). Segundo CHAU *et al* (2004b) e JENKINS *et al* (2004), semelhantes benefícios estariam relacionados aos efeitos físico-químicos exercidos pelas fibras insolúveis e os compostos bioativos associados a estas frações.

Determinadas fibras insolúveis estariam associadas à regulação de hormônios ligados ao processo digestivo e absorptivo. A influência da fibra sobre a liberação ou redução de hormônios levaria a diminuição da absorção de glicose e lipídeos. RINFEL *et al* (1990) *apud* AREAS (1994) verificou que o consumo de farelo de trigo por indivíduos diabético reduziu a liberação de glucagon diminuindo a glicose plasmática. Da mesma forma, MORGAN *et al* (1990) *apud* AREAS (1994) constataram que tanto os indivíduos normais quanto os diabéticos ao consumir fibra insolúvel tiveram aumento pós-prandial do GIP (peptídeo insulino-trófico glicose-dependente) o que colaborou para redução significativa da hiperglicemia diabética.

O arraste de nutrientes promovidos pela fração insolúvel também contribui para restrição do aproveitamento de carboidratos e lipídeos pelo organismo (RAUPP & SGARBIERI, 1996; RAUPP *et al*, 2002).

Igualmente, a redução da atividade das lipases entéricas e a atuação físico-química das frações insolúveis são alguns dos mecanismos que envolvem este tipo de fibra na redução de colesterol e triglicerídeos plasmático (WU *et al*, 1980; HENDRICK *et al*, 1992).

Ao estudarem o efeito de fibras alimentares, entre elas, a celulose sobre lipídeos séricos de ratos *Wistar* hiperlipidêmicos, FIETZ & SALGADO (1999) observaram que no trigésimo dia de experimento dietas com 10 e 15% de celulose proporcionaram redução significativa do colesterol sérico em relação ao grupo controle.

Segundo SILVA *et al* (2003), a redução de triglicérides séricos parece estar relacionada à diminuição do tempo de trânsito intestinal promovido pelas fibras insolúveis, levando a diminuição da absorção de gorduras. Os autores avaliaram o efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos e concluíram que o farelo de aveia utilizado como fonte de fibra mudou o perfil lipídico dos animais, já o farelo de trigo exerceu efeito positivo somente sobre os níveis de triacilglicerol sérico dos ratos.

PIEIDADE & CANNIATTI-BRAZACA (2003), compararam o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sangüíneo em ratos nos períodos de 15, 30 e 45 dias. No estudo verificaram que o resíduo do abacaxizeiro (cuja composição é predominante de fibra insolúvel) reduziu o nível de colesterol total e LDL-colesterol em todos os tempos avaliados e aumentou o HDL-colesterol para os tempos 15 e 30 dias.

Estudo *in vitro* realizado por CHAU & HUANG (2004) mostrou que a fração insolúvel da fibra presente na semente do maracujá (*Passiflora edulis*), pode diminuir a glicose sérica e exerce efeito inibitório sobre a amilase.

Outro estudo *in vitro* realizado por CHAU *et al* (2004a) mostra a ação hipoglicemiante da fração insolúvel da fibra alimentar proveniente da polpa de cenoura, sugerindo o controle da glicose pós-prandial.

Semelhante aos resultados obtidos, a influência da ingestão de fibras insolúvel sobre níveis séricos de lipídeos também foi encontrada por CHAU & CHEUNG (1999) e CHAU *et al* (2004b). Os autores relacionam tais resultados ao tipo de fibra estudada e às suas propriedades físicas químicas, como a capacidade de ligar-se à água e de trocas catiônicas.

Sabe-se que o efeito hipolipidêmico não está somente ligado à fibra alimentar. Os baixos níveis séricos de triglicérides e colesterol encontrados nos ratos experimentais também podem estar relacionados ao alto teor de ácidos graxos insaturados e antioxidantes presentes na semente abóboras (YOUNIS *et al*, 2000; EL-ADAWY & TAHA, 2001; ACHU *et al*, 2005).

AL-ZUHAIR *et al* (1997) concluíram em seu estudo que o óleo de semente de abóbora foi capaz de potencializar o efeito medicamentoso da sivistatina no tratamento de hipercolesterolemia. Sugerindo que a administração do óleo de semente de abóbora em associação a doses reduzidas deste medicamento seria eficaz no tratamento de hipercolesterolemia, além de reduzir a atividade das enzimas séricas (aminotransferase e creatina fosfoquinase) que indicam prejuízo aos tecidos muscular e hepático.

YOUNIS *et al* (2000) estudaram as propriedades da semente de abóbora (*Cucurbita pepo* L) e a composição do seu óleo. Os autores acharam um percentual médio de 35 % de óleo e 3mg/100g de α - tocoferol na composição da semente de abóbora. Com relação às características químicas do óleo da semente de abóbora (*Cucurbita pepo* L), este se mostrou com predomínio de quatro ácidos graxos sendo eles o palmítico, esteárico, oléico e linoléico nas proporções de 13,3%, 8 %, 29% e 47% , respectivamente. O teor de insaturados achado foi de 78%.

Ao estudar a polpa de semente de abóbora EL-ADAWY & TAHA (2001) verificaram que seu óleo, dentre outros ácidos, apresentava 20,8% de monoinsaturados e 55,6% de poliinsaturados.

6.2.4 Material fecal e cecal

6.2.4.1 Análise do peso fecal e fibra insolúvel

A fibra alimentar é o principal componente dietético capaz de exercer influência sobre o peso fecal. Estudos têm relatado aumento de peso das fezes e aumento do bolo fecal em animais e em humanos alimentados com fibras de diversas fontes (EASTWOOD *et al*, 1984; RAUPP & SGARBIERI, 1996; GOMES *et al*, 2003; JENKIS *et al*, 2004). As características granulométricas (tamanho das partículas) de determinadas fontes de fibras são alguns dos fatores que podem contribuir para este aumento de volume fecal (WRICK *et al*, 1983; AREAS, 1994).

O peso fecal, igualmente, pode ser influenciado pela massa microbiana. A interação das fibras alimentares com bactérias do trato intestinal colabora para o aumento do peso e volume fecal. Entretanto, o aumento da massa bacteriana devido ao processo fermentativo proporciona discreto efeito sobre este volume e peso (AREAS, 1994; FREITAS *et al*, 2004). As frações insolúveis apresentam maior resistência à ação de bactérias intestinais, assim, exercem um efeito físico a massa fecal que também é somado a retenção de água (RAUPP & SGARBIERI, 1996).

A inclusão de fibra alimentar na dieta promove diminuição do tempo de trânsito e aumento da frequência de defecações (HILEMEIER, 1995; RAUPP *et al*, 1999).

O aumento do peso e volume fecal dos animais experimentais que receberam rações com FSAs está diretamente relacionado ao conteúdo aumentado de fibras destas dietas (Tabelas 3 e 5).

Tabela 5- Médias do peso úmido e seco dos peletes fecais nos diferentes tempos

| TEMPOS EXPERIMENTAIS | FEZES | TEOR DE FEZES DOS GRUPOS (g) | | | |
|-------------------------|-------|------------------------------|---|------------------|------------------|
| | | CONTROLE | EXPERIMENTAL Farinha de Semente de Abóbora | | |
| | | | Integral | Peneirada | Residual |
| T1 | úmido | 3,0 ^a | 5,2 ^b | 5,8 ^b | 6,0 ^b |
| | seco | 2,3 ^a | 4,2 ^b | 4,1 ^b | 5,0 ^b |
| T2 | úmido | 2,9 ^a | 5,3 ^b | 5,4 ^b | 6,5 ^b |
| | seco | 2,3 ^a | 4,4 ^{bc} | 4,0 ^b | 5,3 ^c |
| T3 | úmido | 2,9 ^a | 5,6 ^b | 5,4 ^b | 6,5 ^b |
| | seco | 2,1 ^a | 4,4 ^{bc} | 4,0 ^b | 5,3 ^c |
| T4 | úmido | 3,0 ^a | 5,2 ^b | 5,8 ^b | 6,0 ^b |
| | seco | 2,5 ^a | 4,8 ^b | 4,5 ^b | 5,2 ^b |
| T5 | úmido | 2,9 ^a | 6,2 ^b | 5,8 ^b | 7,0 ^b |
| | seco | 2,2 ^a | 4,9 ^{bc} | 4,5 ^b | 5,5 ^c |

Média seguida de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

As fezes dos ratos alimentados com rações contendo FSAs diferiram sob vários aspectos das fezes dos ratos alimentados com ração controle. Assim, as fezes do grupo experimental apresentaram-se visivelmente mais compactas e com maior volume. Tanto as fezes controle quanto as experimentais, não apresentaram muco envolvendo os peletes fecais.

As médias dos pesos úmidos e secos dos peletes fecais durante os dias de experimento mostradas na Tabela 5 demonstram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os grupos experimentais e controle. Apesar da predominante semelhança ($p > 0,05$) entre o peso das fezes dos animais submetidos as três rações experimentais, o grupo que recebeu ração com FSA Residual apresentou aumento chegando a 15% em relação aos demais grupos experimentais.

Os resultados obtidos corroboram aqueles publicados por OLIVEIRA (1988) e RAUPP *et al* (1999, 2000 e 2004) que avaliaram o efeito de subprodutos ricos em fibra insolúvel sobre o trato intestinal de ratos.

RAUPP & SAGARBIERI (1996) também verificaram que frações fibrosas insolúveis extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L) aumentaram significativamente o resíduo fecal de ratos.

Deve-se considerar que as FSAs utilizadas para elaborar as rações apresentam maior teor de fibras insolúveis (Tabela 3) e que estas, tendem a apresentar maior resistência ao processo fermentativo. Assim, exercem efeito físico e de retenção de água à massa fecal (KELLEHER *et al*, 1984; SILK, 1989; FREITAS *et al*, 2004).

Ainda avaliando os dados, observamos que os valores percentuais de umidade da matéria fecal (Figura 5) não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Os mecanismos, sobretudo, envolvidos com esse fenômeno são basicamente o teor de fibra alimentar, o tamanho da partícula e as bactérias intestinais e, independem se é fração solúvel ou insolúvel de fibra alimentar. Contudo, a fibra alimentar solúvel apresenta maior capacidade de retenção da água devido sua estrutura química (SOSULSKY & CADDEN, 1982; ROSADO, 1989; FREITAS *et al*, 2004).

CANDIDO & CAMPOS (1995) e FREITAS (2001) relataram que a síntese de muco pelos enterócitos e os próprios metabólitos produzidos pelas bífido bactérias em processo fermentativo proporcionam maior umidade às fezes.

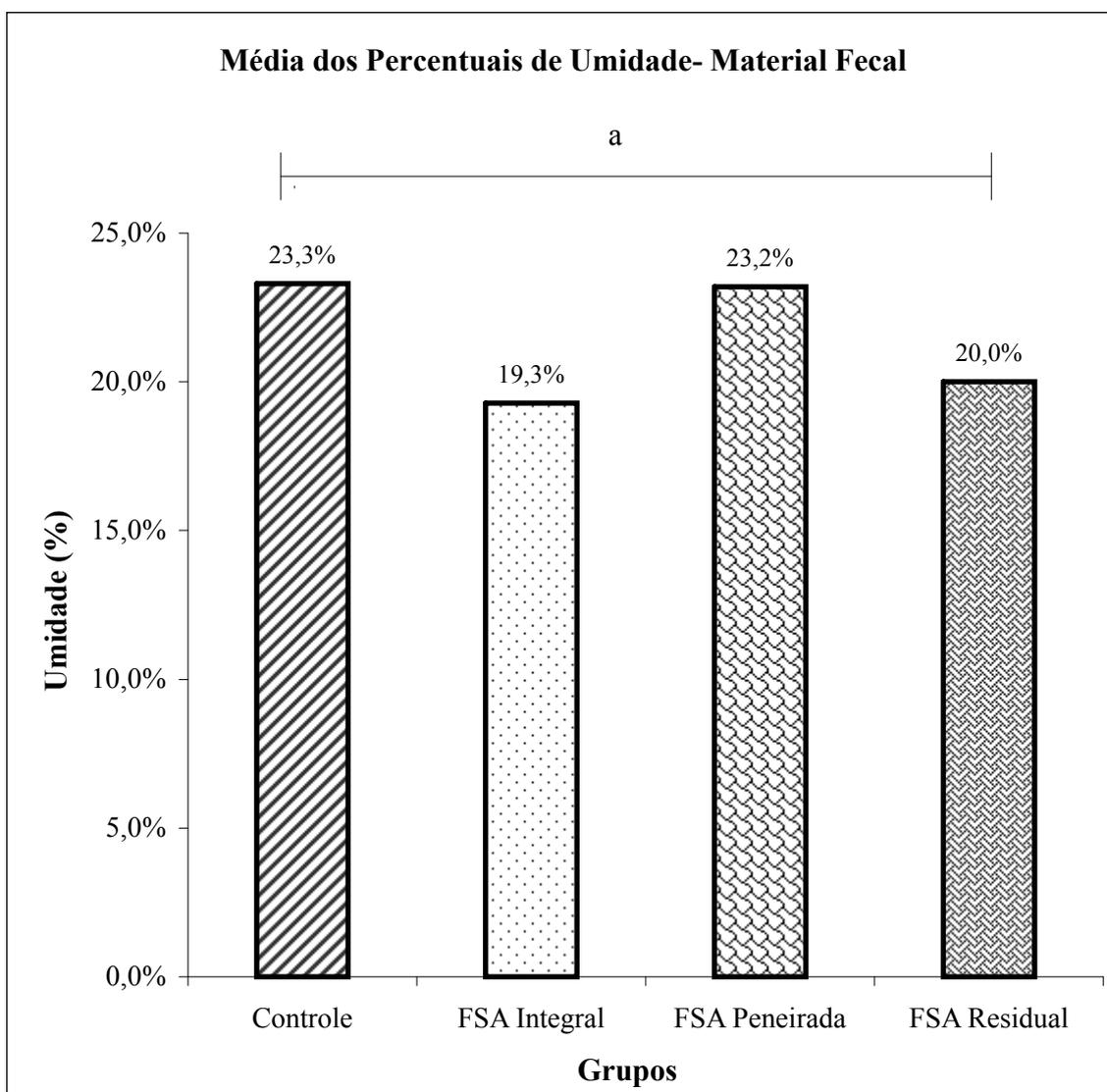
De fato, na laparotomia, o cécum e o intestino grosso dos ratos pertencentes aos grupos experimentais não demonstraram dilatação em relação ao controle e, internamente, apresentaram maiores quantidades de gases e muco e, o pH do material cecal (Figura 7), de um modo geral, não foi próprio de processos fermentativos.

Os percentuais de umidade fecal dos animais experimentais podem estar relacionados com a presença marcante das frações insolúveis nas dietas contendo FSAs. Ao que tudo indica, estas frações sofreram pouca fermentação e a absorção de água durante a sua passagem pelo trato intestinal não interferiu na umidade final das fezes ($p > 0,05$).

FREITAS *et al* (2004) avaliaram em ratos o efeito do polissacarídeo de soja em relação à celulose e fórmula de soja (alimento à base de proteína isolada de soja) sem adição de fibra alimentar sobre o peso e a umidade fecal. O estudo mostrou que a fórmula de soja sem adição de fibra alimentar estava associada com menor peso úmido e seco das fezes com relação aos demais grupos estudados. Comparando os grupos polissacarídeo de soja e celulose verificaram que o peso úmido foi estatisticamente semelhante. Entretanto, após secagem em estufa, o peso seco das fezes do grupo celulose tornou-se estatisticamente superior ao do polissacarídeo de soja. Os autores concluíram que o polissacarídeo de soja associou-se com menor peso seco, maior umidade e peso úmido semelhante ao grupo celulose, provavelmente, por sofrer maior fermentação em nível colônico.

MONTEIRO (2005) avaliando o efeito de diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel, provenientes de grãos de aveia, sobre a resposta biológica em ratos observou que os animais alimentados com dieta cujo percentual de fibra insolúvel era maior, apresentou menor quantidade de fezes úmidas. Já o maior peso fecal ocorreu nos

animais alimentados com rações ricas em fibra solúvel. A autora atribui tal resultado ao aumento da massa microbiana proporcionado pelas fibras e também a menor capacidade de hidratação da fração insolúvel.



Não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$).

Figura 5- Percentuais médios da umidade do material fecal dos animais

Analisando quimicamente as fezes excretadas pelos animais em nosso trabalho, verificamos que a excreção da fração de fibra insolúvel (Tabela 6) foi significativamente maior para o grupo experimental em relação ao controle. Entretanto, a excreção da fração de fibra insolúvel foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os animais que receberam dieta com FSA Residual comparado aos que receberam dieta com FSA Peneirada. Associado a tal fato, verificamos que os animais do grupo FSA Residual foram os que tiveram maior peso fecal seco cujo valor foi significativo nos tempos T2, T3 e T5 (Tabela 5) do experimento. Tal fato nos permitiu associar, de forma mais específica, o aumento do peso fecal com a excreção da fibra insolúvel.

Tabela 6- Quantidade média excretada de fibra insolúvel (g) nos tempos inicial (T1) e final (T5) do experimento

| TEMPOS EXPERIMENTAIS | TEOR DE FIBRA INSOLÚVEL NA MATÉRIA FECAL SECA EXCRETADA (g) | | | |
|-------------------------|---|---|-------------------|-------------------|
| | CONTROLE | EXPERIMENTAL Farinha de Semente de Abóbora | | |
| | | Integral | Peneirada | Residual |
| Inicial (T1) | 1,25 ^c | 2,44 ^{ab} | 2,35 ^b | 3,25 ^a |
| Final (T5) | 1,46 ^c | 3,08 ^{ab} | 2,68 ^b | 3,71 ^a |

Média seguida de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Conforme a Tabela 6, o tempo experimental T1 já foi capaz de expressar o teor de fibra insolúvel excretada na matéria fecal, à medida que diferenças ($p < 0,05$) entre o grupo controle e experimentais, submetidos as FSAs, foram identificadas e também mantidas ao final do experimento (T5).

Os resultados obtidos no trabalho demonstraram maior quantidade de matéria fecal associado a maior quantidade de fibra insolúvel excretada (Tabela 5 e 6) evidenciando a influência física da fibra alimentar das FSAs sobretudo da FSA Residual.

6.2.4.2 Análise morfológica do material fecal

O material fecal ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) apresenta diferenças morfológicas (Figura 6 a, b, c). A presença de estruturas fibrosas nas fezes dos animais experimentais é um indicativo da resistência das frações fibra alimentar presentes na Farinha de Semente de Abóbora, ao processo digestivo e fermentativo bacteriano.

Os grupo de animais submetidos as FSAs apresentaram diferenças perceptíveis ao MEV, sobretudo, o material fecal proveniente dos animais alimentados com FSA Peneirada (Figura 6 b).

As características morfológicas foram mais uniformes entre o material fecal dos grupos FSA Integral e FSA Residual, demonstrando partículas maiores do resíduo vegetal, enquanto o grupo submetido a FSA peneirada revelou em sua micrografia partículas menores e em maior número, fato contribuído pela fração vegetal (endosperma) predominante nesta farinha.

Este resultado reforça e relaciona as menores quantidades absolutas de matéria fecal e de fibra insolúvel nas fezes encontradas para o grupo FSA Peneirada (Figura 6 b), conforme demonstrado nas Tabelas 5 e 6.

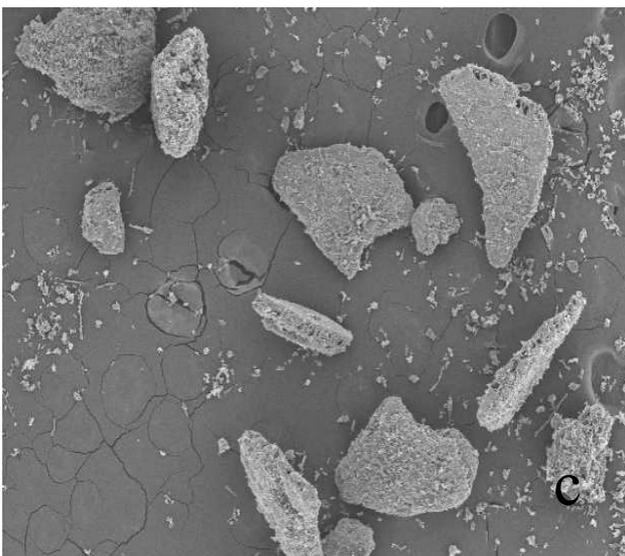
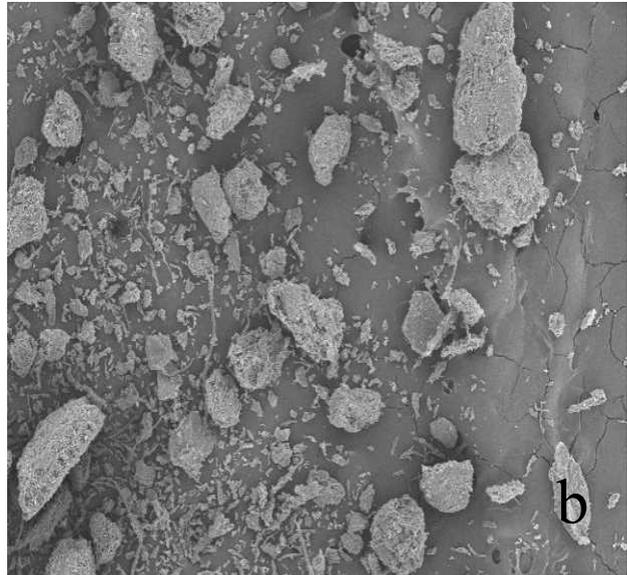
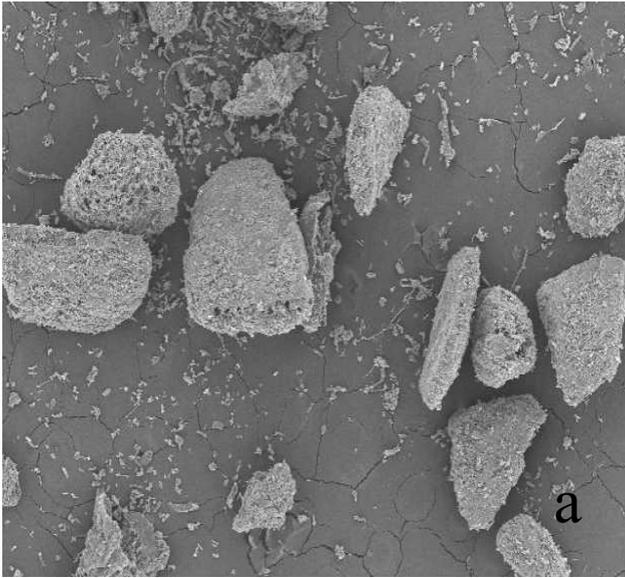
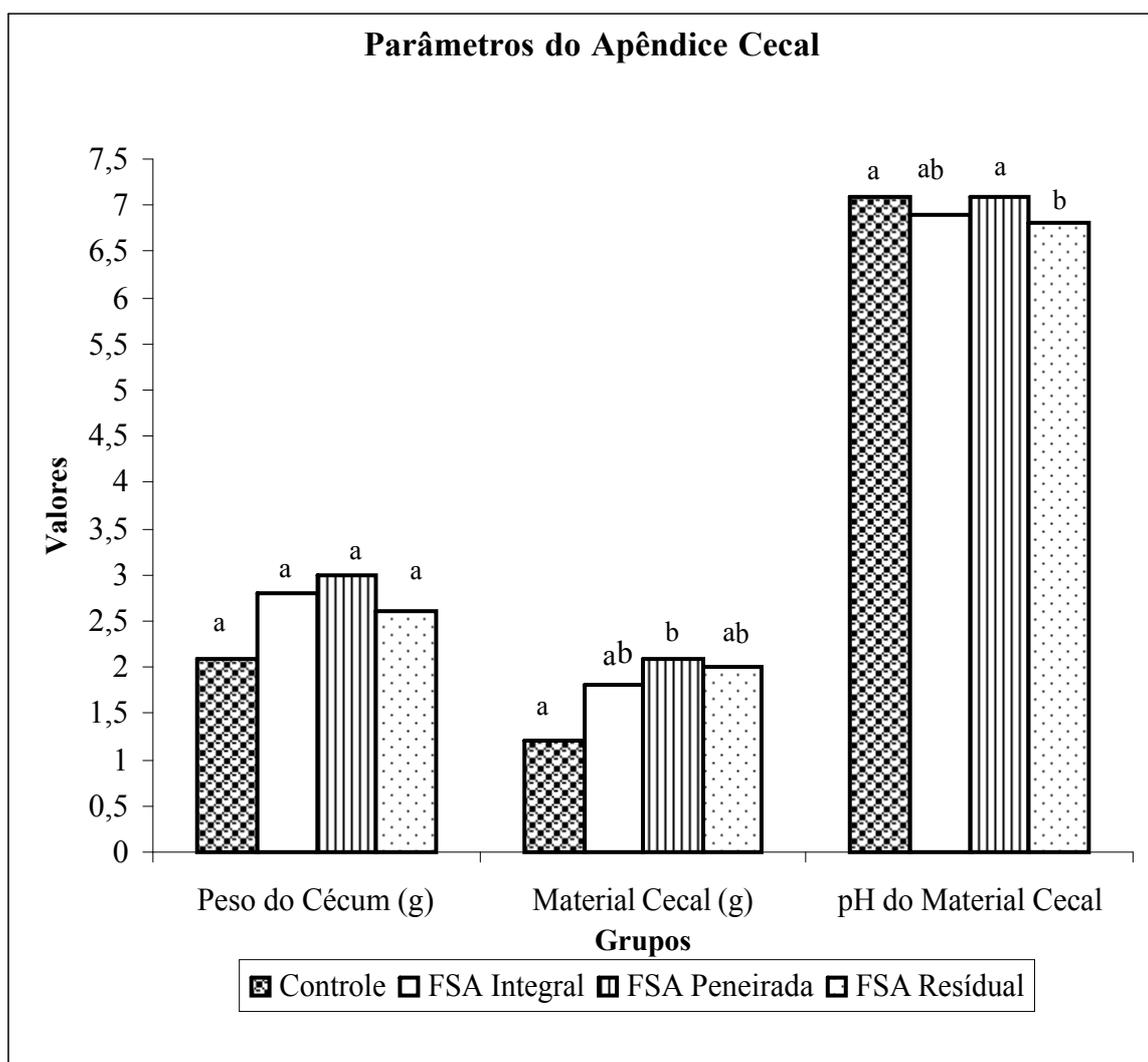


Figura 6- Micrografia de amostra de fezes ao MEV dos grupos: FSA Integral (a), Peneirada (b) e Residual (c). Aumento de 43x

6.2.4.3 Cécum e material cecal

O estudo do apêndice cecal (Figura 7) demonstrou que animais submetidos às rações controle e experimentais (FSAs) apresentaram respostas homogêneas para os parâmetros do cécum, embora, os pesos cecais dos animais submetidos às rações com FSAs tenham sido superiores. Ficando aparente o efeito fisiológico dessas frações fibras como demonstrado na Tabela 5.



Letras iguais acima das barras não caracterizam diferença entre os grupos ($p > 0,05$)

Figura 7- Peso, material e pH do cécum

A Figura 7 demonstra que os grupos controle e FSA Peneirada apresentaram pH de 7,1, já os grupos experimentais FSAs Integral e Residual, apresentaram pH de 6,9 e 6,8, respectivamente. Esta diferença de resposta do cécum pode ser explicada pelo maior teor de fibras insolúveis presentes nestas rações. As frações insolúveis por acelerar o trânsito intestinal disponibilizam substratos à fermentação bacteriana que ao chegar ao cécum e ao cólon contribuem para o declínio ou redução do pH do conteúdo cecal (MONTEIRO, 2005).

Em estudo realizado por HILMAN *et al* (1983) em humanos foi encontrado uma significativa correlação entre redução do pH e aumento do trânsito intestinal associados ao consumo de celulose, enquanto a lignina e a pectina não proporcionaram tal efeito. Segundo os autores os resultados mostraram que os componentes individuais da fibra têm diferentes efeitos metabólicos colônicos.

ARRUDA *et al* (2003) avaliaram a influência de diferentes fontes de fibra e níveis de amido, em rações para coelhos da raça Nova Zelândia Branco, sobre a atividade microbiana cecal e contribuição nutricional da cecotrofia durante a fase de crescimento. Para avaliar a influência das fontes de fibra e níveis de amido dietéticos sobre a atividade microbiana cecal os animais foram alimentados à vontade dos 45 aos 85 dias de idade e, então, abatidos para coleta dos conteúdos ileais e cecais. Dentre outros resultados, o conteúdo cecal dos coelhos alimentados com as rações com casca de soja apresentou índice de pH levemente menor que as rações com feno de alfafa. Segundo os autores tal fato estaria, possivelmente, relacionado à intensidade fermentativa propiciada a partir de cada fonte fibrosa adicionada às rações, visto que, o aumento na concentração de ácidos graxos voláteis contribui para maior acidez cecal.

O efeito laxativo proporcionado pela fibra insolúvel presente na semente de abóbora, assim como, a sua participação sobre a redução de lípides séricos e glicose, reforça a necessidade de se estudar fontes vegetais, comuns ao consumo humano ou alternativas, que até então eram descartadas. Descobertas como a do estudo contribui não só para o meio científico, como também traz impacto econômico e social.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem as seguintes conclusões:

- As Farinhas de Semente de Abóbora (FSAs), Integral, Peneirada e Residual, apresentaram alto teor de fibra insolúvel 29,49, 24,88 e 47,52%, respectivamente
- Quantidades relevantes de proteínas ($\approx 27,00\%$) e lipídeos ($\approx 28,00\%$) também foram encontradas
- Todos os animais apresentaram padrão de consumo alimentar e ganho ponderal semelhantes
- As rações experimentais com FSAs aumentaram o peso e o volume fecal
- A FSA Integral foi mais eficiente na redução de glicemia sérica, já a FSA Peneirada foi mais eficaz na redução de triglicerídeos
- As FSAs Integral, Peneirada e Residual reduziram o colesterol sérico em 10, 26 e 36%, respectivamente
- A excreção de fibra insolúvel foi aumentada em todos os grupo que receberam dieta com FSAs
- As características morfológicas foram mais uniformes para o material fecal dos grupos FSA Integral e FSA Residual
- Todas as rações com FSA aumentaram o peso e o conteúdo cecal. Apenas o grupo com FSA Residual teve redução significativa do pH do material cecal em relação ao controle
- Os efeitos apresentados acima indicam o potencial biológico de fontes de fibra alimentar naturalmente presentes em espécies vegetais como o da semente de abóbora, no incremento de produtos alimentícios, expandindo campo de investigações futuras, contribuindo na literatura científica, no binômio sócio econômico e em programas governamentais.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. S.; VIANA, I. C.; MORENO, R. B.; TORRES, E. A. F. S. Alimentação mundial – uma reflexão sobre a história. **Revista Saúde e Sociedade**, v.10, n.2, 2001. Disponível em: http://apsp.org.br/saudesociedade/X_2/alimentacao_mundial.htm. Acesso em: 05 out. 2005.

ABREU, I. N.; PINTO, J. E. B. P.; FURTINI NETO, A. E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; LADEIRA, A.; GEROMEL, C. Nitrogênio e fósforo na produção vegetal e na indução de mucilagem em plantas de insulina. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.536-40, 2002.

ACHU, M. B.; FOKOU, E.; TCHIÉGANG, C.; FOTSO, M.; TCHOUANGUEP, F. M. Nutritive value of some Cucurbitaceae oilseeds from different regions in Cameroon. **African Journal of Biotechnology**, v.4, n.11, p. 1329-1334, 2005.

ACOSTA, P. B.; GROSS, K. C. Hidden sources of galactose in the environment. *European Journal of Pediatrics*, s 2, v.154, p.87-92, 1995 *apud* BUCKERIDGE, M. S.; TINE, M. A. S. Composição polissacarídica: estrutura da parede celular e fibra alimentar. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamerica. Tecnologia y salud: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicacion en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap.7, p.43-60.

AL-ZUHAIR, H.; ABD EL-FATTAH, A. A.; ABD EL LATIF, H. A. Efficacy of simvastatin and pumpkin-seed oil in the management of dietary-induced hypercholesterolemia. **Pharmacological Research**, v.35, n.5, p.403-8, 1997.

AL-ZUHAIR, H.; FATTAH, A. A. A.; SAYED, M. I. Pumpkin-seed oil modulates the effect of felodipine and captopril in spontaneously hypertensive rats. **Pharmacological Research**, v.41, n.5, p.555-63, 2000.

ANGELIS, R. C. New concepts in nutrition: considerations on the connection diet-health. **Arquivo de Gastroenterologia**, v.38, n.4, p.269-71, 2001.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.3, n.2, 2004.

ANTUNES, S. V.; THOMAS, S.; FUJIMOTO, T. E.; VASCONCELOS, R. A.; OLIVEIRA, M. H. C. F.; DALDEGAN, M. B.; PINTO, M. C. C. M.; MURAO, M.; FOSCHI, N. M.; REZENDE, S. M. **Manual de tratamento das coagulopatias hereditárias** - Coordenação da Política Nacional de Sangue e Hemoderivados- Departamento de Atenção Especializada/ Secretaria de Atenção à Saúde /Ministério da Saúde, 2005.

ARAYA, L. H.; LUTZ, R. M. Functional and healthy foods. **Revista Chilena de Nutrición**, v.30, n.1, p.8-14, 2003.

AREAS, M. A. **Estudo dos efeitos da polpa de laranja sobre parâmetros fisiológicos, nutricionais, bioquímicos e morfológicos em ratos normais e**

diabéticos, 1994. 158p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

ARRUDA, A. M. V.; LOPES, D. C.; FERREIRA, W. M.; ROSTAGNO, H. S.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, E. S.; SILVA, J. F.; JHAM, G. N. Atividade microbiana cecal e contribuição nutricional da cecotrofia em coelhos alimentados com rações contendo diferentes fontes de fibra e níveis de amido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.891-902, 2003.

BAGHURST, P. A.; BAGHURST, K. I.; RECORD, S. J. Dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch. **Supplement to Food Australian**, v.48, n.3, p.3-32, 1996.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, O. A. Carboidratos. In: _____. **Introdução à química de alimentos**. 3.ed. Campinas: Varela, 2003. cap.1, p.19-80.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V. D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi "smooth cayenne". **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.2, p.362-67, 2002.

BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos- CNNPA. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Aprova as normas técnicas especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de Julho de 1978.

BRASIL. Portaria n.354, de 18 de julho de 1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 de julho de 1996.

BRAVO, L.; ABIA, R.; EASTWOOD, M. A.; SAURA-CALIXTO, F. Degradation of polyphenols (catechin and tannic acid) in the rat intestinal tract. Effect on colonic fermentation and faecal output. **British Journal of Nutrition**, v.71, n.6, p.933-46, 1994.

BRAVO, L.; ABIA, R.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Possible common properties of dietary fibre constituents and polyphenols. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.49, Suppl, p.211-4, 1995.

BRAVO, L.; MAÑAS, E.; SAURA-CALIXTO, F. Dietary non-extractable condensed tannins as indigestible compounds: effects on faecal weight, and protein and fat excretion. **Science Food Agriculture**, v.63, p.63-8, 1993.

BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Effects of dietary fibre and tannins from apple pulp on the composition of faeces in rats. **British Journal of Nutrition**, v.67, p.463-73, 1992.

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. S. Composição polissacarídica: estrutura da parede celular e fibra alimentar. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamerica. Tecnologia y salud: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap.7, p.43-60.

BUENO, R. O. G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**, 2005. 103p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos funcionais-Uma revisão. **Boletim da SBCTA**, v.29, n.2, p.193-203, 1995.

CANIBE, N.; KNUDSEN, K. E. B. Degradation and physicochemical changes of barley and pea fibre along the gastrointestinal tract of pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, n.1, p.27-39, 2001.

CAPITO, S. M. P.; FILISETTI, T. M. C. C. Inulina: um ingrediente alimentar promissor. **Cadernos de Nutrição**, n.18, p.1-11, 1999.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C.; CASTRO, A. G. M.; KANASHIRO, A. M. I. Pesquisa de *Salmonella* Spp., coliformes totais, coliformes fecais e mesófilos em carcaças e produtos derivados de frango. **Arquivos Instituto Biológico**, v.67, n.1, 2000. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/V67_1/pesquisa_salmonella.htm. Acesso em: 22 dez. 2005.

CARVALHO, M. R. B.; KIRSCHNIK, P. G.; PAIVA, K. C.; AIURA, F. S. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. **Revista de Nutrição**, v.15, n.3, p.267-72, 2002.

CASTRO, I. A.; TIRAPGUI, J.; BENEDICTO, M. L. Effects of diet supplementation with three soluble polysaccharides on serum lipid levels of hypercholesterolemic rats. **Food Chemistry**, v.80, p.323-30, 2003.

CASTRO, L. C. V.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E.; PELÚZIO, M. C. G. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. **Revista de Nutrição**, v.17, n.3, p.369-77, 2004.

CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares. **Revista de Nutrição PUCCAMP**, v.2, n.1, p.88-97, 1989.

CHANDALIA, M.; GARG, A.; LUTJOHANN, D.; BERGAMAN, K. V.; GRUNDY, S. M.; BRINKLEY, L. J. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. **The New England Journal of Medicine**, v.342, n.19, p.1392-98, 2000.

CHAU, C. F.; CHEN, C. H.; LEE, M. Comparison of the characteristics, functional properties, and in vitro hypoglycemic effects of various carrot insoluble fiber-rich fractions. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, n.2, 2004, p.155-160, 2004a.

CHAU, C. F.; CHEN, C. H.; WANG, Y. T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. **Nutrition Research**, v.24, n.5, p.337-45, 2004b.

CHAU, C. F.; CHEUNG, P. C. K. Effects of the physico-chemical properties of three legume fibers on cholesterol absorption in hamsters. **Nutrition Research**, v.19, n.2, p.257-265, 1999.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibers-a potential fibre source. **Food Chemistry**, v.85, n.2, p.189-94, 2004.

CHEN, H. L.; HUANG, Y. C. Fiber intake and food selection of the elderly in Taiwan. **Nutrition**, v.19, n.4, p.332-6, 2003.

CNAM- **Centro de Nutrição e Alimentação Mimosa**. Artigo Científico: Generalidades sobre prebióticos: características gerais da oligofrutose. Disponível em: http://www.cnamimosa.com.pt/artigos_prof_01.asp?artigo=17&categoria=9&tipo=15. Acesso em: 15 set. 2005.

COLLI, C.; SARDINHA, F.; FILISETTI, T. M. C. C. Alimentos funcionais. In: CUPPARI, L. **Guias de medicina ambulatorial e hospitalar**: UNIFESP/ Escola Paulista de Medicina. Nutrição clínica no adulto. 1.ed. Barueri: Manole, 2002. cap.4, p.55-70.

COOPER, C. Lipid and lipoprotein analysis. **Manual of laboratory operations lipid research clinics program**. v.1, National Heart and Lung Institute, NIH (USA), 1974.

CORREA-MATOS, N. J.; DONOVAN, S. M.; ISAACSON, R. E.; GASKINS, H. R.; WHITE, B. A.; TAPPENDEN, K. A. Fermentable fiber reduces recovery time and improves intestinal function in piglets following *Salmonella typhimurium* infection. **Journal of Nutrition**, v.133, n.6, p.1845-52, 2003.

COSTA, R. P.; MAGNONI, C. D. A importância das fibras na prevenção e tratamento das dislipidemias. **Instituto de Metabolismo e Nutrição- IMEN**. Disponível em: http://www.nutricaoclinica.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=401&Itemid=16. Acesso em : 22 dez. 2005.

COUNDRAY, C.; DEMIGNÉ, C.; RAYSSIGUIER, Y. Effects of dietary fibers on magnesium absorption in animals and humans. **Journal of Nutrition**, v.133, n.1, p.1-4, 2003.

COUTO, S. R. M.; DERIVI, S. C. N.; MENDEZ, M. H. M. Utilização tecnológica de subprodutos da indústria de vegetais. **Higiene Alimentar**, v.18, n.121, p.12-22, 2001.

CRUZ, G. A. D. R.; OLIVEIRA, M. G. A.; PIRES, C. V.; PILON, A. M.; CRUZ, R. S.; BRUMANO, M. H. N.; MOREIRA, M. A. Avaliação da digestibilidade protéica, inibidor de protease e fibras alimentares de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n.2, p.103-9, 2004.

CUMMINGS, J. H.; BRANCH, W.; JENKINS, D. J. A.; SOUTHGATE, D. A. T.; HOUSTON, H.; JAMES, W. P. Colonic response to dietary fiber from carrot, cabbage, apple, bran, and guar gum. **Lancet**, v.7, n.5, 1978.

D'ACUNTI, M. B. A atuação dos frutooligossacarídeos. **Revista Nutrição Brasil**, v.1, n.2, 2002.

DANIEL, M.; WISKER, E.; RAVE, G.; FELDHEIM, W. Fermentation in human subjects of nonstarch polysaccharides in mixed diets, but not in a barley fiber concentrate, could be predicted by in vitro fermentation using human fecal inocula. **The Journal of Nutrition**, v.127, n.10, p.1981-8, 1997.

DARIO FRIAS, A.; SGARBIERI, V. C. Guar gum effects on blood serum lipids and glucose concentrations of wistar diabetic rats. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.241-5, 1998.

DAVY, D. M.; DAVY, K. P.; HO, R. C.; BESKE, S. D.; DAVRATH, L. R.; MELBY, C. L. High-fiber oat cereal compared with wheat cereal consumption favorably alters LDL- cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, p.351-8, 2002.

DE SÁ, R. M.; DE FRANCISCO, A.; OGLIARI, P. J.; BERTOLDI, F. C. Variação no conteúdo de beta-glucanas em cultivares brasileiros de aveia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p.99-102, 2000.

DEL-VECHIO, G.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D. Efeito do tratamento térmico em sementes de abóboras (*Cucurbita* spp.) sobre os níveis de fatores antinutricionais e/ou tóxicos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p.369-76, 2005.

DERIVI, S. C. N.; MENDEZ, M. H. M.; FRANCISCONI, A. D.; SILVA, C. S.; CASTRO, A. F.; LUZ, D. P. Hypoglycemic effect of eggplant (*Solanum melongena*, L.) in rats. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p.164-69, 2002.

DONGOWSKI, G.; HUTH, M.; GEBHARDT, E.; FLAMME, W. Dietary fiber-rich barley products beneficially affect the intestinal tract of rats. **Journal of Nutrition**, v.132, n.12, p.3704-14, 2002.

DOURADO, F.; BARROS, A.; MOTA, M.; COIMBRA, M. A.; GAMA, F. M. Anatomy and cell wall polysaccharides of almond (*Prunus dulcis* D.A. Webb) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.5, p.1364-70, 2004.

EASTWOOD, M. A.; BRYDON, W. G.; BAIARD, J. D.; ELTON, R. A.; HELLIWELL, S.; SMITH, J. H.; PRITCHARD, J. L. Faecal weight and composition, serum lipids, and diet among subjects age 18 to years not seeking health care. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.40, p.628-34, 1984.

EL-ADAWY, T. A.; TAHA, K. M. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.3, p.1253-9, 2001.

ESUOSO, K.; LUTZ, H.; KUTUBUDDIN, M.; BAYER, E. Chemical composition and potential of some underutilized tropical biomass. I: fluted pumpkin (*Telfairia Occidentalis*). **Food Chemistry**, v.61, n.4, p.487-92, 1998.

EULER, A. R.; MITCHELL, D. K.; KLINE, R.; PICKERING, L. K. Prebiotic effect of fructo-oligosaccharide supplemented term infant formula at two concentrations compared with unsupplemented formula and human milk. **Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition**, v.40, n.2, p.157-64, 2005.

FAGUNDES, R. L. M.; COSTA, Y. R. Uso dos alimentos funcionais na alimentação. **Higiene Alimentar**, v.17, n.108, p.42-48, 2003.

FAHIM, A. T.; FATTAH, A. A. A.; AGHA, A. M.; GAD, M. Z. Effect of pumpkin-seed oil on the level of free radical scavengers induced during adjuvant-arthritis in rats. **Pharmacological Research**, v.31, n.1, p.73-9, 1995.

FIETZ, V. R.; SALGADO, J. M. Pectin and cellulose effects on cholesterol serum levels, and triglycerides in hiperlipidemic rats. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p.318-21, 1999.

FREITAS, D. D. G. C.; JACKIX, M. N. H. Efeito de bebida adicionada de frutoligossacarídeo e pectina no nível de colesterol e estimulação de bifidobactérias em hamsters hipercolesterolêmicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p. 81-6, 2005.

FREITAS, K. C.; MOTTA, M. E. F. A.; AMANCIO, O. M. S.; NETO, U. F.; MORAIS, M. B. Efeito da fibra do polissacarídeo de soja no peso e na umidade das fezes de ratos em fase de crescimento. **Jornal de Pediatria**, v.80, n.3, p.183-8, 2004.

FREITAS, M. C. J. Amido resistente: propriedades funcionais. **Revista Nutrição Brasil**, v.1, n.1, p.40-8, 2002.

FREITAS, M. C. J. **Dietas ricas em amido resistente de bananas verdes (*Musa AAA-Nanicão e Musa AAB-Terra*) promovem alterações na função intestinal, no metabolismo lipídico e glicídico e na microbiota intestinal**, 2001. 118p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

FREITAS, M. C. J.; CERQUEIRA, P. M.; SANTANGELO, S. B.; COUTO, M. V. Avaliação sensorial de biscoitos tipo “língua de gato” elaborado com farinha de semente de abóbora (*Cucurbita máxima*, L.). In: **V Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos -SLACA-** Campinas-S.P. Novembro /2003a. 1CD-ROM.

_____. Compostos bioativos associados à fibra alimentar: aspecto funcional. In: **V Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos-SLACA-** Campinas-S.P. Novembro /2003b. 1CD-ROM.

FREITAS, M. C. J.; CERQUEIRA, P. M.; SANTANGELO, S. B.; COUTO, M. V.; ABRANTES, V. R. S.; MESSIAS, G. M.; ARAÚJO, R. L. Composição química de biscoitos sequilhos elaborados com farinha de semente de abóbora. In: **XVII Congresso Brasileiro de Nutrição. ASBRAN e AGAN-** Junho/2002a, Porto Alegre – RS. p.151.

_____. Aplicação do amido resistente de banana verde (*Musa AAA-Nanicão*) e farinha de semente de abóbora (*Cucubirta maxima*, L.) na elaboração de biscoitos tipo

“cookie”. In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos** - Agosto/2002b, Porto Alegre – RS. p.1597-1601.

_____. Utilização de farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) na confecção de sequilhos. In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos** - Agosto/ 2002c, Porto Alegre – RS. p.1602- 1605.

FREITAS, M. C. J.; COUTO, M. V.; SANTANGELO, S. B.; CERQUEIRA, P. M.; MESSIAS, G. M.; ABRANTES, V. R. S.; ARAÚJO, R. L. Avaliação química de biscoitos tipo “cookie” elaborados com amido resistente de banana (*Musa AAA-Nanicão*) e farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.). In: **XVII Congresso Brasileiro de Nutrição. ASBRAN e AGAN-** Junho/2002d, Porto Alegre – RS. p.156.

FUCHS, R. H. B.; BORSATO, D.; BONA, E.; HAULY, M. C. O. Iogurte de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.175-181, 2005.

FUJITA, A. H.; FIGUEROA, M. O. R. Composição centesimal e teor de β -glucanas em cereais e derivados. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.23, n.2, p.116-120, 2003.

FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Espectros de duas formas de lignina obtidos por ressonância magnética nuclear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.505-11, 2003.

GANDINI, S.; MERZENICH, H.; ROBERTSON, C.; BOYLE, P. Meta-analysis of studies on breast cancer risk and diet: the role of fruit and vegetable consumption and the intake of associated micronutrients. **European Journal of Cancer**, v.36, n.5, p.636-46, 2000.

GARBELOTTI, M. L.; TORRES, E. F.; MARSIGLIA, D. A. P. Papel da fibra na alimentação. **Boletim do Instituto Adolf Lutz**, n.1, p.19-20, 2003.

GIAMI, S. Y. Effect of fermentation on the seed proteins, nitrogenous constituents, antinutrients and nutritional quality of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook). **Food Chemistry**, v.88, n.3, p.397–404, 2004.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.53, n.1, p.14-20, 2003.

GOMES, A. P. F. **Avaliação de ratos diabéticos alimentados com sopa adicionada de goma guar**, 2004. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

GOMES, R. C.; MARANHÃO, H. S.; PEDROSA, L. F. C.; MAURO, B.; MORAIS, M. B. Consumo de fibra alimentar e de macronutrientes por crianças com constipação crônica funcional. **Arquivos de Gastroenterologia**, v.40, n.3, p.181-7, 2003.

GOÑI, I.; MARTÍN-CARRÓN, N. Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente. In: LAJOLO, F.M. et al. **Fibra dietetica em Iberoamerica. Tecnologia y**

salud: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001. cap.24, p.311-38.

GORI, G. B. Food as factor in the etiology of certain human cancer. **Food Technology**, v.12, p.48-49, 1979.

GREGÓRIO, R. S.; AREAS, M. A.; REYES, F. R. Dietary fibers and cardiovascular disease. **J. Brazilian Soc. Food Nutr**, v.22, p.109-120, 2001.

GUDIÉL-URBANO, M.; GOÑI, I. Effect of short-chain fructooligosaccharides and cellulose on cecal enzyme activities in rats. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v.46, n.6, p.254-8, 2002.

GUTKOSKI, L. C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p.387-90, 1999.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Homostasis and blood coagulation. In. _____. **Textbook of medical physiology**. 9.ed. W.B.Saunders Company, 1996. cap.36, p.463 - 73.

HA, M. A.; JARVIS, M. C.; MANN, J. I. A definition for dietary fibre. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.54, n.12, p.861-4, 2000.

HADDAD, A.; SESSO, A.; ATTÍAS, M.; FARINA, M.; MEIRELLES, M. M.; SILVEIRA, M.; BENCHIMOL, M.; SOARES, M. J.; BARTH, M.; MACHADO, R. D.; SOUTO-PADRON, T.; SOUZA, W. **Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas as ciências biológicas**. Editor Wanderley de Souza. Sociedade Brasileira de Microscopia, p.179, 1998.

HAGANDER, B.; ASP, N. G.; EFENDIC, S.; NILSSON-EHLE, P.; SHERSTEN, B. Reduced glycemic response to beet-fiber meal in noninsulin-dependent diabetes mellitus patients. **American Journal of Clinical Nutrition**, n.47, p.852-8, 1986.

HALLFRISCH, J.; SCHOLFIELD, D. J.; BEHALL, K. M. Blood pressure reduced by whole grain diet containing barley or whole wheat and brown rice in moderately hypercholesterolemic men. **Nutrition Research**, v.23, n.12, p.1631-42, 2003.

HAN, K. K.; JUNIOR, J. E.; CAMANO, L.; YIM, D. K.; SILVA, N.; BOTELHO, L. Estudo da microflora intestinal em gestantes e indução do aumento de bifidobactérias por fatores de crescimento específico para reduzir os sintomas de obstipação intestinal. **Universidade Federal de São Paulo- ITAL- Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Disponível em: <http://www.nutramed.com.br/pdf/Kyung%20-%20FOS%20-%20Congresso.pdf>. Acesso em: 03 out. 2005.

HASLER, C. M. Alimentos funcionais: seu papel na prevenção de doenças e na promoção da saúde. Uma Publicação do **Institute of Food Technologists** Painel de Especialistas em Segurança Alimentar e Nutrição artigo traduzido do original publicação (em inglês) na *Food Technology* v.52, n.2, p.57-62, 1998. Artigo publicado em 2001.

HENDRICK, J. A.; TADOKORO, T.; EMENHISTER, C.; NIENABER, U.; FENNEMA, O. R. Various dietary fibers have different effects on lipase-catalyzed hidrolisis of tributyrin in vitro. **The Journal of Nutrition**, v.122, n.2, p.269-77, 1992.

HILEMEIER, C. An overview of the effects of dietary fiber on gastrointestinal transit. **Pediatrics**, n.96, n.5, p.997-9, 1995.

HILLMAN, L.; PETERS, S.; FISHER, A.; POMARE, E. W. Differing effects of pectin, cellulose and lignin on stool pH, transit time and weigh. **The British Journal of Nutrition**, v.50, p.189-95, 1983.

HOWELL, M. A. Diet as an etiological factor in the development of cancer of the colon and rectum. **Journal of Chronic Diseases**, v.28, n.2, p.67-80, 1975.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v.1. 3^a ed. São Paulo, 1985.

JENKINS, D. J.; JENKINS, A. L. Nutrition principles and diabetes. A hole for "lente carbohydrate"? **Diabetes Care**, v.19, n.1, p.1491-98, 1995.

JENKINS, D. J.; KENDALL, C. W.; VUKSAN, V.; VIDGEN, E.; PARKER, T.; FAULKNER, D.; MEHLING, C. C.; GARSETTI, M.; TESTOLIN, G.; CUNNANE, S. C.; RYAN, M. A.; COREY, P. N. Soluble fiber intake at a dose approved by the US Food and Drug Administration for a claim of health benefits: serum lipid risk factors for cardiovascular disease assessed in a randomized controlled crossover trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, n.5, p.834-9, 2002.

JENKINS, D. J. A.; MARCHIE, A.; AUGUSTIN, L. S. A.; ROS, E.; KENDALL, C. W. C. Viscous dietary fibre and metabolic effects. **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, n.2, p.39-49, 2004.

JENKINS, D. J. A.; WOLEVER, T. M. S.; LEED, A. R.; GASSULL, M. A.; HAISMAN, P.; DILAWARI, J.; GOFF, D. V.; METZ, G. L.; ALBERTI, K. G. M. M. Dietary fibers, fiber analogues and glucose tolerance: importance of viscosity. **British Medical Journal**, v.27, n.1. p.1392-4, 1978.

JONES, D. B. Factores for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentage of protein. **United States Department of Agriculture**. 22 ed. ref. 1941.

KELLEHER, J.; WALTERS, M. P.; SRINIVASAN, T. R.; HART, G.; FINDLAY, J. M.; LOSOWSKY, M. S. Degradation of cellulose within the gastrointestinal tract in man. **Gut**, v.25, n.8, p.811-5, 1984.

KIM, Y. Vegetables, fruits, and colorectal cancer risk: what should we believe? **Nutrition Reviews**, v.59, n.12, 2001.

KIMURA, I. A.; ALABURDA, J.; MARTINS, M. S.; DIAS, N. A.; MICHELATO, S. R. Análise de gomas em aditivos alimentares. **Boletim do Instituto Adolf Lutz**, n.1, p.21-4, 2003.

KRISHNAMOORTHY, R.; GONG, Y.; RICHARDSON, M. A new protein inhibitor of trypsin and activated Hageman factor from Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seeds. **FEBS Letters**, v. 273, n.1-2, p.163-7, 1990.

LAJOLO, F. M. Alimentos funcionais: aspectos científicos e normativos. **Adaptado da conferência proferida no XVII Congresso Latino-Americanos de Nutricionistas e Dietistas**. Outubro 2002, Caracas.

LANKMAYR, E.; MOCAK, J.; SERDT, K.; BALLA, B.; WENZL, T.; ANDONIENE, D.; GFRERER, M.; WAGNER, S. Chemometrical classification of pumpkin seed oils using UV-Vis, NIR and FTIR Spectra. **Journal of Biochemical and Biophysical Methods**, v.61, p. 95-106, 2004.

LANZILLOTTI, H. S.; GREGORIO, S. R.; SOUZA, F. M.; AMORIM, M. G.; BISSO, M. L.; ALVARENGA, R. N.; MONTEIRO, S. M.; SANTOS, T. S.; LANZILLOTTI, R. S.; ALVES, U. P. Ação vermífuga da farinha de semente de abóbora. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.88, p.18-26, 2001.

LIMA, K. S. C.; SABAA-SRUR, A. U. O. Doce cremoso de goiaba adicionado de goma guar e seu efeito hipoglicêmico em indivíduos sadios e diabéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.14-8, 1999.

LIMA, S. C. V. C.; ARRAIS, R. F.; PEDROSA, L. F. C. Evaluation of usual diet of obese and overweight children and adolescents. **Revista de Nutrição**, v.17, n.4, p.469-77, 2004.

LIU, S.; BURING, J. E.; SESSO, H. D.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C.; MANSON, J. E. A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. **Journal of the American College of Cardiology**, v.39, n.1, p.49-56, 2002.

LOPES-VIRELLA, M. F.; STONE, P.; ELLIS, S.; COLWELL, J. A. Cholesterol determination in high-density lipoproteins separated by three different methods. **Clinical Chemistry**. Washington, v.23, n.5, p.882- 884, 1977.

MAESTRI, D. M.; FORTUNATO, R. H.; GUZMÁN, C. A.; TORRES, M. M.; LAMARQUE, A. L. Seed composition studies of some species of Papilionoideae (Leguminosae) native to Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, n.3, p.248-51, 2002.

MAGNONI, D.; CUKIER, C.; COSTA, R. P. Fibras nas doenças metabólicas: diabete melito e dislipidemia. **Instituto de Metabolismo e Nutrição- IMEN**. Disponível em: http://www.nutricaoclinica.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=413&Itemid=16. Acesso em 22 dez. 2005.

MANSOUR, E. H.; DWORSCHÁK, E.; LUGASI, A.; BARNA, E.; GERGELY, A. Nutritive value of pumpkin (*Cucurbita pepo* kakai 35) seed products. **Journal of Science Food Agriculture**, v.61, p.73-8, 1993.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.1, p.50-5, 2000.

MATUDA, T. G.; MARIA NETO, F. Caracterização química parcial da semente de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.353-7, 2005.

MATUSHESKI, N. V.; JEFFERY, E. H. Comparison of the bioactivity of two glucoraphanin hydrolysis product found in broccoli, sulforaphane and sulforaphane nitrile. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.12, p.5743-9, 2001.

MELO, E. A.; BEZERRA, A. M. B.; MENEZES, A. C.; LIMA, V. L. A. G. Efeitos benéficos dos alimentos probióticos e prebióticos. **Nutrição Brasil**, v.3, n.3, p.174-9, 2004.

MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N.; RODRIGUEZ, M. C. R.; FERNANDES, M. L.; MACHADO, R. L. D. Método da fibra detergente neutro modificado para amostras ricas em amido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.5, n.2, p.123-31, 1985.

MIRANDA, M. Z.; EL-DASH, A. Whole flour of germinated wheat: 3. Nutritional characteristics and storage stability. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.216-23, 2002.

MONDINI, L.; MONTEIRO, C. A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962- 1988). **Revista de Saúde Pública**, v.28, n.6, p.433-9, 1994.

MONTEIRO, C. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos**, 2005. 42p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MORGAN, L. M.; TREDGER, J. A.; WRIGHT, J.; HARKS, V. The effect of soluble and insoluble fiber supplementation on post prandial glucose tolerance, insulin and gastric inhibitory polypeptide secretion in healthy subjects. **The British Journal of Nutrition**, v.64, n.1, p. 103-10, 1990 *apud* AREAS, M. A. **Estudo dos efeitos da polpa de laranja sobre parâmetros fisiológicos, nutricionais, bioquímicos e morfológicos em ratos normais e diabéticos**, 1994. 158p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

MOURE, A.; DOURADO, F.; SINEIRO, J.; GAMA, F. M.; DOMÍNGUEZ, H. Physico-chemical, functional and structural characterization of fiber from defatted *Rosa rubiginosa* and *Gevuina avellana* seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.84, n.14, p.1951-9, 2004.

NAKAMURA, T.; HASEBE, M.; YAMAKAWA, M.; HIGO, T.; SUZUKI, K.; KOBAYASHI, K. Effect of dietary fiber on bowel mucosal integrity and bacterial translocation in burned rats. **Journal Nutrition Science Vitaminology**, v.43, n.4, p.445-54, 1997.

NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v.91, p.221-5, 2005.

NESTLÉ NUTRITION SERVICES. **Tópicos em nutrição clínica**: fibras em nutrição enteral, questões contemporâneas. s.1, p.27, 2000 *apud* SILVA, M. A. M.; BARCELOS, M. F. P.; SOUSA, R. V.; LIMA, H. M.; FALCO, I. R.; LIMA, A. L.; PEREIRA, M. C. A. Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos (*Rattus Norvegicus*) wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1321-9, 2003.

NEWMAN, R. K.; ORE, K. C.; ABBOTT, J.; NEWMAN, C.W. Fiber enrichment of baked products with a barley milling fraction. **Cereal Foods World**, v.43, n.1, p.23-5, 1998.

NOVAK, F. R.; ALMEIDA, J. A. G.; VIEIRA, G. O.; BORBA, L. M. Human colostrum: a natural source of probiotics? **Jornal de Pediatria**, v.77, n.4, p.265-70, 2001.

OBA, J.; CUKIER, C.; MAGNONI, D. Probióticos em pediatria. **Instituto de Metabolismo e Nutrição - I M E N**. Disponível em: http://www.nutricaoclinica.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=430&Itemid=16. Acesso em: 03 out. 2005.

OBREGÓN, D. D.; LOZANO, L. L.; ZUÑIGA, V. C. Estudios preclínicos de cucurbita máxima (semilla de zapallo) un antiparasitario intestinal tradicional en zonas urbano rurales. **Revista de Gastroenterología del Perú**, v.24, n.4, p.323-7, 2004.

OLIVEIRA, S. P. **Avaliação química e nutricional de fibra de milho e sua aplicação em biscoitos**, 1988. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

PÁDUA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; SGARBIERI, V. C. Importance of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell wall as source of dietary fiber. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.233-9, 2000.

PÁDUA, H. B. Informações sobre os coliformes totais/fecais e alguns outros organismos indicadores em sistemas aquáticos. Disponível em: <http://www.mercadodapesca.com.br/aquicultura4.php?pag=80>. Acesso em: 04 out. 2005.

PAK, N. D.; ARAYA, H. L. Fibra dietética y obesidad. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamerica. Tecnologia y salud**: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001. cap.27, p.371-84.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Fructooligosaccharides: implications in human health being and use in foods. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.385-90, 2003.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos**: suporte para decisão nutricional. 2.ed. São Paulo, 2002.

PIEIDADE, J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de

colesterol sanguíneo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.149-56, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba, São Paulo, 1984.

PINHEIRO, A. R. O.; FREITAS, S. F. T.; CORSO, A. C. T. Uma abordagem epidemiológica da obesidade. **Revista de Nutrição**, v.17, n.4, p.523-33, 2004.

POPKIN, B. M. The nutrition transition and obesity in the developing world. **Journal of Nutrition**, v.131, n.3, p.871-3, 2001.

PUMAR, M.; FREITAS, M. C. J.; LEMOS, S. Preparo e composição química de paçocas com semente de abóbora. **I Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. Avanços e Perspectiva**. Campinas- SP, 1995.

QUEIROZ-MONICI, K. S.; COSTA, G. E.; SILVA, N.; REIS, S. M.; OLIVEIRA, A. C. Bifidogenic effect of dietary fiber and resistant starch from leguminous on the intestinal microbiota of rats. **Nutrition**, v.21, n.5, p.602-8, 2005.

QUEIROZ-NETO, A.; MATAQUEIRO, M. I.; SANTANA, A. E.; ALESSI, A. C. Toxicologic evaluation of acute and subacute oral administration of *Cucurbita maxima* seed extracts to rats and swine. **Journal of Ethnopharmacology**, v.43, n.1, p.45-51, 1994.

RAMALHO, F. S. A regeneração hepática e os inibidores da enzima conversora da angiotensina. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.15, suppl.2, p.14-7, 2000.

RANGE, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. Hemostasia e trombose. In: _____. **Farmacologia**. 3.ed. Guanabara Koogan S.A. 1997. cap.16, p.264-79.

RAUPP, D. S.; CARRIJO, K. C. R.; COSTA, L. L. F.; MENDES, S. D. C.; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p.395-402, 2000.

RAUPP, D. S.; MARQUES, S. H. P.; ROSA, D. A.; CALDI, C. M.; CREMASCO, C. V.; BANZATTO, D. A. Arraste via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisado. **Scientia agricola**, v.59, n.2, p.235-42, 2002.

RAUPP, D. S.; MOREIRA, S. S.; BANZATTO, D. A.; SGARBIERI, V. C. Composição e propriedades fisiológico – nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p.205-10, 1999.

RAUPP, D. S.; ROSA, D. A.; MARQUES, S. H. P.; BANZATTO, D. A. Digestive and functional properties of a partially hydrolyzed cassava solid waste with high insoluble fiber concentration. **Scientia agricola**, v.61, n.3, p.286-91, 2004.

RAUPP, D. S.; SGARBIERI, V. C. Efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta pelo rato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.100-7, 1996.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY, G. C. J. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition and hoc writing Committee on the reformulation of the AIN-76. A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, v.123, p.1939-51, 1993.

RÍMOLI, C. D. Monografia do FOS– NUTRAMED. Disponível em: <http://www.nutramed.com.br/pdf/Fos%20Monografia.pdf>. Acesso em: 15 set. 2005.

RINFEL, J.; RUSZA, C.; MOZSIK, S.; JAVOR, T. Hormonal changes during administration of dietary fibers in patients with decrease glucose tolerance. **Orvosi Hetilap**, v.131, n.4, p.175-7, 1990 *apud* AREAS, M. A. **Estudo dos efeitos da polpa de laranja sobre parâmetros fisiológicos, nutricionais, bioquímicos e morfológicos em ratos normais e diabéticos**, 1994. 158p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, n.6, p.244-254, 2002.

ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.33, n.2, p.103-48, 1993.

ROBERTSON, J. A.; EASTWOOD, M. A. An investigation of the experimental conditions wich effect water holding capacity of dietary fibre. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.32, n.819, 1981.

RODRIGUEZ-CABEZAS, M. E.; GÁLVEZ, J.; LORENTE, M. D.; CONCHA, A.; CAMUESCO, D.; AZZOUZ, S.; OSUNA, A.; REDONDO, L.; ZARZUELO, A. Dietary fiber down-regulates colonic tumor necrosis factor α and nitric oxide production in trinitrobenzenesulfonic acid-induced colitic rats. **Journal of Nutrition**, v.132, p.3263-71, 2002.

RODRIGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Functional foods and optimum nutrition: a way or away?. **Revista Española de Salud Publica**, v.77, n.3, p.317-31, 2003.

RODRÍGUEZ, R.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, n.1, p.3-15, 2006.

ROSADO, J. Propriedades físicoquímicas de la fibra dietética y su efecto gastrointestinal. In: **Simposium Internacional sobre Fibra Dietética**. p.26-34, 1989.

SALGADO, J. M.; TAKASHIMA, M. K. Caracterização química e biológica de farinha e isolado protéico de semente de abóbora (*Cucurbita moschata*). **Archivo Latinoamericano de Nutricion**, v.42, n.4, p.443-50, 1992.

SAMANT, S. K.; REGE, D. V. Carbohydrate composition of some cucurbit seeds. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.2, n.2, p.149-56, 1989.

SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, suppl.1, p.29-36, 2003.

SAURA-CALIXTO, F.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A. Compuestos bioactivos asociados a la fibra dietética. In: LAJOLO, F.M. et al. **Fibra dietetica em Iberoamerica. Tecnologia y salud**: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001. cap.7, p.103-126.

SAVIO, K. E. O.; COSTA, T. H. M.; MIAZAKI, E.; SCHMITZ, B. A. S. Avaliação do almoço servido a participantes do programa de alimentação do trabalhador. **Revista de Saúde Pública**, v.39, n.2, p.148-155, 2005.

SCHNEEMAN, B. O. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. **Journal of Nutrition**, v.129, p. 1424-7, 1999.

SCHNEEMAN, B. O. Nutritional and gastrointestinal function. **Nutrition Today**, p. 20-4, 1993.

SCHULZE, M. B.; LIU, S.; RIMM, E. B.; MANSON, J. E.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.80, n.2, p.348-56, 2004.

SHAHKHALILI, Y.; FINOT, P. A.; HURRELL, R.; FERN, E. Effect of food rich in polyphenols on nitrogen excretion in rats. **Journal of Nutrition**, v.120, n.4 p.346-52, 1990.

SHIGA, K.; HARA, H.; TAKAHASHI, T.; AOYAMA, Y.; FURUTA, H.; MAEDA, H. Ingestion of water-soluble soybean fiber improves gastrectomy-induced calcium malabsorption and osteopenia in rats. **Nutrition**, v.18, n.7-8, p.636-42, 2002.

SIDDHURAJU, P.; BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Chemical composition, protein fractionation, essential amino acid potential and antimetabolic constituents of an unconventional legume. Gila bean (*Entada phaseoloides* Merrill), seed kernel. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p.192-202, 2001.

SIEGMUND, B.; MURKOVIC, M. Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (part 2: volatile compounds). **Food Chemistry**, v.84, p.367-74, 2004.

SILK, D. B. A. Fiber and enteral nutrition. **Gut**, v.30, p.246-64, 1989.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.1, p.183-194, 2005.

SILVA, L. P.; NORBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-90, 2003.

SILVA, M. A. M.; BARCELOS, M. F. P.; SOUSA, R. V.; LIMA, H. M.; FALCO, I. R. LIMA, A. L.; PEREIRA, M. C. A. Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue de ratos (*Rattus Norvegicus*) wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1321-9, 2003.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Antinutritional factors: protease inhibitors and lectins. **Revista de Nutrição**, v.13, n.1, p.3-9, 2000.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, p.176-82, 2001.

SOSULSKY, F.; CADDEN, A. Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber. **Journal Food Science**, v.47, n.4, p.1301-4, 1982.

SOUKKARY, F. A. Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification. **Plant Foods and Human Nutrition**, v.56, n.4, p. 365-84, 2001.

SOUTHGATE, D. A. T. Fiber and other unavailable carbohydrates and their effects on the energy value of the diet. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v.32, n.3, p.131-6, 1973 *apud* RAUPP, D. S.; SGARBIERI, V. C. Efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta pelo rato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.100-7, 1996.

_____. Minerals, trace elements and potential hazards. **The American Journal of Clinical Nutrition**, s 5, v.45, p.1256-66, 1987 *apud* RAUPP, D. S.; SGARBIERI, V. C. Efeitos de frações fibrosas extraídas de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) na utilização de macro e micronutrientes da dieta pelo rato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.100-7, 1996.

TAIPINA, M. S.; FONTES, M. A. S.; COHEN, V. H. Alimentos funcionais-Nutracêuticos. **Higiene Alimentar**, v.16, n.100, p.28- 9, 2002.

TAIPINA, M. S.; FONTES, M. A. S.; COHEN, V. H.; DEL MASTRO, N. L. Novas tecnologias: alimentos funcionais e a irradiação de alimentos. **Higiene Alimentar**, v.17, n.112, p.31- 4, 2003.

TAKAHASHI, H.; YANG, S. I.; HAYASHI, C.; KIM, M.; YAMANAKA, J.; YAMAMOTO, T. Effect of partially hydrolyzed guar gum on fecal output in human volunteers, **Nutritional Research**, s1, v.13, p.649-657, 1993.

_____. Influence of partially hydrolyzed guar gum on constipation of women. **Journal of Nutritional Science Vitaminol**, v.40, n.3, p.251-9, 1994.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.60, n.2, p.113-7, 2001.

TASMAN-JONES, C.; OWEN, R. L.; JONES, A. L. Semipurified dietary fiber and small-bowel morphology in rats. **Digestive Diseases and Sciences**, v.27, n.6, p.519-24, 1982.

TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. **Analytical Clinical Biochemistry**, v.6, n.24, p.24-7, 1969.

TROWELL, H. Definition of dietary fiber and hypothesis that is a protective factor in certain diseases. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.29, n.4, p.417-27, 1976.

TUNGLAND, B. C.; MEYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**- Institute of Food Technologists, v.1 e 3, p.73-92, 2002.

VALLILO, M. I.; CRESTANA, C. S. M.; AUED-PIMENTEL, S.; TAVARES, M.; KUMAGAI, E. E.; GARBELOTTI, M. L. Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. e Drude (Arecaceae). **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.676-9, 2004.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; GARBELOTTI, M. L. Caracterização química parcial das sementes de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.60, n.1, p.17-22, 2001.

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds I - Preparation of fiber residues of low nitrogen. **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, v.46, p.825-29, 1963.

VASQUEZ, F. V.; SALAZAR, G. R.; ANDRADE, M. S.; DÍAZ, E. B.; ROJAS, J. Ingesta alimentaria de preescolares obesos asistentes a los jardines infantiles de la Junji. **Revista Chilena de Nutrición**, v.31, n.2, p.100-8, 2004.

VASSILIOU, A. G.; NEUMANN, G. M.; CONDRON, R.; POLYA, G. M. Purification and mass spectrometry-assisted sequencing of basic antifungal proteins from seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*). **Plant Science**, v.134, n.2, p.141-62, 1998.

VIEIRA, A. P.; BADIALE-FURLONG, E.; OLIVEIRA, M. L. M. Ocorrência de micotoxinas e as características físico-químicas de farinhas comercializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p.221-5, 1999.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Resistant starch: physico-chemical characteristics, physiological properties and quantification methodologies. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.974-80, 2005.

WRICK, K. L.; ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J.; LEWIS, B. A.; RIVERS, J. M.; ROE, D. A.; HACKLER, L. R. The influence of dietary fiber source on human

intestinal transit and stool output. **The Journal of Nutrition**, v.113, n.8, p.1464-79, 1983.

WU, A. L.; CLARCK, S. B.; HOLT, P. L. Composition of lymph chylomicrons from proximal or distal rat small intestine. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.33, n.3, p.582-9, 1980.

YAMAMOTO, Y.; TAKAHASHI, Y.; KAWANO, M.; IIZUKA, M.; MATSUMOTO, T.; SAEKI, S.; YAMAGUCHI, H. *In vitro* digestibility and fermentability of levan and its hypocholesterolemic effects in rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.10, n.1, p.13-8, 1999 *apud* PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Fructooligosaccharides: implications in human health being and use in foods. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.385-90, 2003.

YOUNIS, Y. M.; GHIRMAY, S.; SHIHRY, S. African *Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. **Phytochemistry**, v.54, n.1, p.71-5, 2000.

YUAN, X.; WANG, J.; YAO, H. Feruloyl oligosaccharides stimulate the growth of bifidobacterium bifidum. **Anaerobe**, v.11, n.4, p.225-9, 2005.

ZARAGOZA, M. L. Z.; PÉREZ, R. M.; NAVARRO, Y. T. G. Propiedades funcionales y metodología para su evaluación em fibra dietética. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra dietética em Iberoamerica. Tecnologia y salud**: obtencion, caracterizacion, efecto fisiologico y aplicación en alimentos São Paulo: Varela, 2001. cap.14, p.195-209.

ZDUNCZYK, Z.; MINAKOWSKI, D.; FREINAGEL, S.; FLIS, M. Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed cake, soybean meal and casein. **Nahrung**, v.43, n.6, p.392-5, 1999.

9. ANEXOS

ANEXO 1- Torrefação e trituração das Sementes de Abóbora



Apresentando as sementes coloração mais escura e típica foram consideradas torrefadas



ANEXO 2- Peneiramento da Farinha de Semente de Abóbora



Obtenção das farinhas: FSA Residual e FSA Peneirada

ANEXO 3- Elaboração manual das rações



ANEXO 4- Rato *Wistar* alocado em gaiola individual



ANEXO 5- Secagem dos peletes fecais em estufa

