



ESTELA MARIA GONÇALVES

Efeito da Polpa de Laranja Sobre o Crescimento e a Gestação em Ratas Alimentadas com Dietas Normo e Hipoprotéicas

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
Estela Maria Gonçalves
e aprovada pela Comissão Julgadora.

07/02/96

Tese de Mestrado apresentada ao
Instituto de Biologia da Universidade
Estadual de Campinas, Curso de
Ciências Biológicas - Área de Fisiologia

Orientador: Prof. Dr. Miguel Arcanjo Areas

Co-Orientadora: Profa. Dra. Maria Alice Rostom de Mello

Campinas, 1996

BC
UNICAMP
586e
27496
667/96
X
R\$ 14,00
26/04/96
CPD E.M.00087004-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

G586e Gonçalves, Estela Maria
 Efeito da polpa de laranja sobre o crescimento e a
 gestação em ratas alimentadas com dietas normo e
 hipoproteicas / Estela Maria Gonçalves. -- Campinas, SP :
 [s.n.], 1996.

 Orientador: Miguel Arcanjo Areas.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas , Instituto de Biologia.

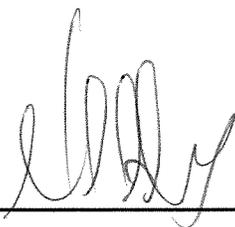
 1. Fibras na nutrição animal. 2. Rato como animal de
laboratório. 3. Desnutrição. 4. Gravidez. 5. Adolescência.
I. Areas, Miguel Arcanjo. II. Universidade Estadual de
Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

LOCAL E DATA: Campinas, 07 de Fevereiro de 1996.

BANCA EXAMINADORA:

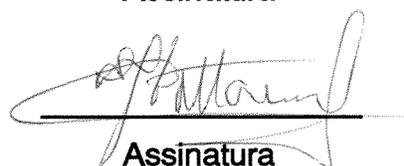
TITULARES:

Prof. Dr. MIGUEL ARCANJO AREAS (Orientador)



Assinatura

Prof. Dr. ERNESTO JOSÉ D'OTTAVIANO



Assinatura

Profa. Dra. MARIA CRISTINA C. G. MARCONDES



Assinatura

SUPLENTE

Prof. Dr. FELIX GUILLERMO REYES REYES

Assinatura

APROVADA

**AOS MEUS PAIS
CELSO E MARIA DO CARMO**

**E AO MEU IRMÃO
CELSINHO**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Miguel Arcanjo Areas, pela orientação e amizade durante toda a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Maria Alice Rostom de Mello, pela co-orientação e valiosa participação durante a elaboração e desenvolvimento do Projeto de Tese.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Ernesto José D'Ottaviano, Profa. Dra. Maria Cristina Cintra Gomes Marcondes e Prof. Dr. Felix Guillermo Reyes Reyes, pelas sugestões apresentadas durante o desenvolvimento do trabalho e na redação final da Tese.

Ao Prof. Dr. Luiz Koddy Hotta do IMECC - UNICAMP, pela elaboração da análise estatística.

À CITROSUCO PAULISTA S/A - Limeira, SP, pelo fornecimento da polpa de laranja.

Aos funcionários Aparecida da Silva Geraldo, Francisco Leite, José Ribeiro e Lécio Domingos Teixeira, pelo suporte técnico.

Ao funcionário Walter Julio da Silva Garcia, do Centro de Computação - UNICAMP, pela colaboração e por tornar possível a impressão final da Tese.

Aos pós-graduandos Verônica Paez Espinosa, Jane Vignado e Eduardo Tonani, pela amizade durante o curso de pós-graduação.

À minha família e amigos pelo incentivo e apoio constantes.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DAS TABELAS.....	I
ÍNDICE DAS FIGURAS.....	II
RESUMO.....	V
SUMMARY.....	VII
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
1. <u>FIBRAS ALIMENTARES</u>	4
1.1. Histórico.....	4
1.2. Definição de Fibra Alimentar.....	5
1.3. Composição das Fibras Alimentares.....	5
1.4. Características Físico-Químicas das Fibras Alimentares.....	8
1.5. Fontes e Recomendações de Ingestão de Fibra Alimentar.....	9
1.6. Efeitos Fisiológicos das Fibras Alimentares.....	10
1.7. Efeitos Adversos das Fibras Alimentares.....	16
1.8. Consumo de Fibras Alimentares nos Países em Desenvolvimento.....	19
2. <u>DESNUTRIÇÃO E GRAVIDEZ NA ADOLESCÊNCIA</u>	21
2.1. Desnutrição - Generalidades.....	21
2.2. Gravidez na Desnutrição.....	23
2.3. Gravidez em Adolescentes Desnutridas.....	25
III. MATERIAL E MÉTODO.....	29
1. <u>POLPA DE LARANJA</u>	29
1.1. Obtenção da Polpa de Laranja.....	29
1.2. Caracterização da Polpa de Laranja.....	29
2. <u>ANIMAIS</u>	29
3. <u>DIETAS</u>	32
4. <u>ENSAIO BIOLÓGICO</u>	32

4.1. Período Pré-Puberal.....	32
4.2. Período Pós-Puberal.....	35
5. <u>SACRIFÍCIO</u>	36
6. <u>PARÂMETROS AVALIADOS</u>	36
6.1. Período Pré-Puberal.....	36
6.1.1. Ganho de Peso Corporal.....	36
6.1.2. Início da Puberdade e do Ciclo Estral.....	37
6.1.3. Taxa de Mortalidade.....	37
6.2. Período Pós-Puberal / Sacrifício.....	37
6.2.1. Parâmetros Bioquímicos.....	37
6.2.1.1. Glicose Plasmática.....	37
6.2.1.2. Proteínas Totais Plasmáticas.....	37
6.2.2. Parâmetros Nutricionais.....	37
6.2.2.1. Ganho de Peso Corporal.....	37
6.2.2.2. Ingestão Alimentar e Hídrica.....	38
6.2.2.3. Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA).....	38
6.2.3. Peso de Órgãos.....	38
6.2.4. Parâmetros Reprodutivos e Gestacionais.....	38
6.2.4.1. Incidência de Gravidez.....	38
6.2.4.2. Peso Fetal e Tamanho das Ninhadas.....	38
6.2.4.3. Taxa de Reabsorção Fetal.....	38
7. <u>PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO</u>	39
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
1. Período Pré-Puberal.....	40
1.1. Ganho de Peso Corporal.....	40
1.2. Início da Puberdade e do Ciclo Estral.....	45
1.3. Taxa de Mortalidade.....	49
2. Período Pós-Puberal / Sacrifício.....	51
2.1. Parâmetros Bioquímicos.....	51
2.1.1. Glicose Plasmática.....	51
2.1.2. Proteínas Totais Plasmáticas.....	53

2.2. Parâmetros Nutricionais.....	55
2.2.1. Ganho de Peso Corporal.....	55
2.2.2. Ingestão Alimentar.....	58
2.2.3. Ingestão Hídrica.....	60
2.2.4. Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA).....	60
2.3. Peso de Órgãos.....	63
2.4. Parâmetros Reprodutivos e Gestacionais.....	66
2.4.1. Incidência de Gravidez.....	66
2.4.2. Peso Fetal, Tamanho das Ninhadas e Taxa de Reabsorção Fetal...68	
V. CONCLUSÕES.....	75
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1. Composição química da polpa de laranja (AREAS, 1994).....	30
Tabela 2. Distribuição percentual dos componentes fibrosos da polpa de laranja em relação ao teor de fibra total e fermentabilidade da fração FDN (F=%) (AREAS, 1994).....	31
Tabela 3. Composição das dietas utilizadas no ensaio biológico (g/100g).....	33
Tabela 4. Teor de proteína (%) das dietas utilizadas no ensaio biológico.....	34

ÍNDICE DAS FIGURAS

- Figura 1. Ganho de peso cumulativo, em gramas (g), durante o período compreendido entre o 21° e o 45° dias de idade, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.....41
- Figura 2. Fêmea do grupo N (peso: 151,6 g); fêmea do grupo HF (peso: 61,2 g); fêmea do grupo H (peso: 43,9 g). Idade média: 50 dias.....42
- Figura 3. Fêmea do grupo HF. Peso: 61,2 g.....43
- Figura 4. Fêmea do grupo H. Peso: 43,9 g.....44
- Figura 5. Ganho de peso cumulativo, em gramas (g), dos grupos desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, durante o período compreendido entre o 21° dia de idade e o início da puberdade (85° e 75° dias de idade, respectivamente).....46
- Figura 6. Idade de início da puberdade e do ciclo estral (dias) dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.....47
- Figura 7. Taxa de mortalidade (% de óbitos) durante o período pré-puberal dos grupos desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.....50
- Figura 8. Valores plasmáticos de glicose, em mg/dL, ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....52

- Figura 9. Valores plasmáticos de proteínas totais, em mg/dL, ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....54
- Figura 10. Ganho de peso cumulativo, em gramas (g), durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....56
- Figura 11. Ingestão alimentar, em g/dia, durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....59
- Figura 12. Ingestão hídrica, em mL/dia, durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....61
- Figura 13. Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA), durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....62
- Figura 14. Peso relativo do estômago+conteúdo gástrico (g/100g de peso corporal) ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....64
- Figura 15. Peso relativo do ceco+cólon (g/100g de peso corporal) ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.....65

Figura 16. Incidência de gravidez (%) dos grupos normais (NG e NFG) e desnutridos (HG e HFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.....	67
Figura 17. Peso fetal individual, em g, ao 19° dia de gestação dos grupos normais (NG e NFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, e do grupo desnutrido (HFG) que consumiu 20% da polpa de laranja na dieta.....	69
Figura 18. Tamanho das ninhadas (número de fetos/ninhada) ao 19° dia de gestação dos grupos normais (NG e NFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, e do grupo desnutrido (HFG) que consumiu 20% da polpa de laranja na dieta.....	71
Figura 19. Taxa de reabsorção fetal (% de fetos reabsorvidos) ao 19° dia de gestação dos grupos normais (NG e NFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, e do grupo desnutrido (HFG) que consumiu 20% da polpa de laranja na dieta.....	73

RESUMO

As fibras alimentares podem diminuir a digestão e a absorção de nutrientes e influenciar negativamente sua utilização, dependendo de sua fonte e características físico-químicas. Nos países em desenvolvimento, a população consumidora de grande quantidade de fibra é, geralmente, a mesma que apresenta deficiências nutricionais. Dessa forma, um alto consumo de fibra, aliado à desnutrição, pode dificultar a satisfação das necessidades nutricionais, especialmente em situações de alta demanda energética. Assim, fatores como crescimento, gestação precoce, desnutrição e alto consumo de fibra podem, associados ou não, colocar em risco o desenvolvimento infantil, materno e fetal. Por outro lado, a necessidade de adequação nutricional em condições de desnutrição, abre caminho para o estudo dos efeitos do consumo de fontes alimentares não convencionais em indivíduos nutricionalmente carentes. A polpa de laranja, subproduto da produção de suco, é uma fonte não purificada de fibra alimentar (71,1% de fibra total) que contém, também, proteína (10,7%), gordura (1,2%) e carboidrato (9,9%). Ratas Wistar de 21 dias foram distribuídas em grupos alimentados com as seguintes dietas: normoprotéicas - 25% de proteína sem (N) ou com (NF) a adição de 20% da polpa de laranja; hipoprotéicas - 6% de proteína sem (H) ou com (HF) a adição de 20% da polpa de laranja. Durante o período pré-puberal, no grupo HF observou-se tendência de maior ganho de peso corporal, em relação ao grupo H. O primeiro ciclo estral foi observado aos $84,6 \pm 5,4$ dias de idade (grupo H), $75,1 \pm 6,0$ dias de idade (grupo HF), e aos 45 dias de idade nos grupos N e NF. Verificou-se redução significativa da taxa de mortalidade no grupo HF (9,8%) em relação ao grupo H (59,2%), nesse período. Após o primeiro ciclo estral, as ratas foram acasaladas e mantidas em gaiolas metabólicas até o sacrifício no 19º dia de gestação. As ratas que engravidaram formaram os grupos G. Não foram observadas diferenças significativas entre os

grupos com relação à glicemia, proteínas totais plasmáticas e peso fetal. Verificou-se que as ratas normais grávidas e não grávidas que não receberam a polpa de laranja (grupos N e NG), apresentaram maior ganho de peso e maior eficiência alimentar em relação às demais (grupos H, HF, HFG, NF e NFG). As ratas desnutridas (grupos H, HF e HFG), apresentaram ingestão alimentar e hídrica menores que as ratas normais (grupos N, NG, NF e NFG). As ratas que receberam a polpa de laranja na dieta (grupos HF, HFG, NF e NFG), apresentaram pesos relativos do estômago+conteúdo gástrico e do ceco+cólon maiores, em relação aos grupos H, N e NG. A incidência de gravidez e o tamanho das ninhadas foram menores no grupo NFG em relação ao grupo NG. Não foi observada gestação no grupo HG. A percentagem de fetos reabsorvidos foi maior no grupo HFG, em relação ao grupo NG. A polpa de laranja, devido à sua composição química, proporcionou aumento do teor protéico da dieta possibilitando, nas ratas desnutridas, tendência de maior ganho de peso corporal no período pré-puberal, menor taxa de mortalidade, menor atraso no início da puberdade e presença de gravidez. Por outro lado, a ingestão da polpa de laranja pode ter comprometido a biodisponibilidade e a utilização dos nutrientes da dieta nas ratas normais, face às reduções do ganho de peso no período pós-puberal, do coeficiente de eficiência alimentar, da incidência de gravidez e do tamanho das ninhadas, observadas nesses animais.

SUMMARY

Dietary fiber may decrease digestion and absorption of nutrients and nutrient availability, depending on its source and physico-chemical characteristics. In developing countries, people that ingest diets rich in fiber, usually, also exhibit nutritional deficiencies. Consequently, high consumption of foods rich in dietary fiber, associated to malnutrition, may difficultate the satisfaction of nutritional requirements, especially in situations of high energetic demand. Thus, factors such growth, adolescent pregnancy, malnutrition and high consumption of fiber may, either associated or not, to put in risk infantile, maternal and fetal developments. On the other hand, the need of nutritional adequation in these cases, provides guidelines for study of the effects of consumption of non-conventional dietary sources by subjects nutricionally depleted. Orange pulp, a by-product of orange juice industry, is a non-purified source of dietary fiber (71,1% of total dietary fiber) wich also contains protein (10,7%), fat (1,2%) and carbohydrate (9,9%). Wistar female rats (21 days of age) were distributed in groups receiving the following diets: normoproteicals - 25% of protein without (N) or with (NF) the addition of 20% of orange pulp; hipoproteicals - 6% of protein without (H) or with (HF) the addition of 20% of orange pulp. During prepubertal period, body weight gain tended to be higher in HF group, comparing to H group. Onset of puberty occured at $84,6 \pm 5,4$ days of age (H group), $75,1 \pm 6,0$ days of age (HF group) and 45 days fo age (N and NF groups). Significative reduction of mortality was observed in HF group (9,8%) when compared to H group (59,2%), in these period. After onset of puberty, rats were mated and kept in metabolical cages until sacrifice on 19° day of pregnancy. Pregnant rats composed G groups. Plasmatic glucose, total plamatic proteins and fetal weight were not different among groups. Body weight gain and feed efficiency was higher in N and NG groups than H, HF, HFG, NF and NFG groups. Undernourished females (H, HF and HFG groups)

showed lower feed consumption and water ingestion than well-nourished females (N, NG, NF and NFG groups). Rats which received orange pulp (HF, HFG, NF and NFG groups) presented higher relative weights of full stomach and cecum+colon than groups without orange pulp (H, N and NG). Incidence of pregnancy and offsprings were smaller in NFG group than NG group. Occurrence of gestation was 0% in HG group. Fetal reabsorption was higher in HFG group than NG group. Orange pulp, due to its chemical composition, could provide an increase in the protein level of the diet to make possible, in undernourished rats, a tendency of higher body weight gain during the prepubertal period, reduced mortality, less delay on onset of puberty, and occurrence of pregnancy. On the other hand, after onset of puberty, it could decrease nutrient availability in well-nourished females, because of the lower body weight gain during the post-pubertal period, reduction of feed efficiency, less incidence of pregnancy and smaller offsprings observed in these rats.

I. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, as fibras alimentares foram consideradas como um material sem qualquer função fisiológica ou nutricional.

Porém, diversos estudos epidemiológicos indicaram que a alta prevalência de doenças crônicas e degenerativas, em especial nas sociedades industrializadas, seria resultante de uma somatória de fatores envolvendo desde o estilo de vida até o comportamento alimentar da população.

Nas sociedades industrializadas, assistimos à crescente expansão da industrialização dos alimentos privilegiando-se o consumo de produtos alimentares refinados ou processados resultando em uma dieta pobre em fibras alimentares, em detrimento da dieta consumida pelos ancestrais humanos rica em alimentos integrais de origem vegetal.

Como tal dieta rica em fibra é, ainda hoje, a consumida em países considerados subdesenvolvidos, especialmente na zona rural, as diferenças na incidência de doenças como diabetes, hiperlipidemia, obesidade, doenças cardiovasculares, distúrbios gastrointestinais e neoplasias malignas entre essas populações e a de países industrializados, chamou a atenção de pesquisadores da área de nutrição.

Assim, dados epidemiológicos indicaram que determinados componentes da dieta, especialmente as fibras alimentares, exercem efeito protetor principalmente em relação àquelas doenças das sociedades industrializadas. Dessa forma, indivíduos que modificassem seus hábitos alimentares no sentido de ingerir maior proporção de fibras, estariam se protegendo contra diversos males.

Porém, surgiram alguns indícios que indicaram que um consumo elevado de fibras alimentares poderia ser prejudicial à saúde humana, ocasionando, por exemplo, diminuição da biodisponibilidade de nutrientes da dieta. Tal fato, aliado

a um consumo inadequado de nutrientes, poderia acentuar o estado de desnutrição observado nas populações mais pobres de países subdesenvolvidos.

A desnutrição, especialmente em certas fases do desenvolvimento, é extremamente prejudicial, causando danos irreversíveis que podem ser refletidos em gerações futuras. Dessa forma, principalmente durante as fases de crescimento e gestação, a desnutrição pode ser deletéria à saúde e ao desenvolvimento da criança, como também da mãe e do feto.

Aliado a esse conjunto de problemas, observa-se também nessas populações que a vida reprodutiva da mulher inicia-se precocemente, ocasionando nas mães adolescentes, grande risco para si e para o concepto, sendo considerada uma gestação de risco.

Dessa forma, sob tal situação, um alto teor de fibra na alimentação poderia ser prejudicial àquelas mulheres sujeitas à gestações precoces e que apresentem deficiências de nutrientes cuja digestão, absorção e utilização possa, ainda, ser comprometida pela ingestão de fibra.

Por outro lado, nessas populações, existe também a necessidade de adequação nutricional especialmente durante esses períodos de maior demanda de nutrientes. Assim, fontes alimentares não convencionais podem ser introduzidas para a avaliação de seu efeito nessas condições.

A polpa de laranja, obtida como subproduto da produção de suco, representa uma fonte de fibra alimentar não purificada que também contém, face às suas características químicas, proteína, carboidrato e lipídio. Por esse motivo, é relevante avaliar o efeito de sua ingestão em modelo experimental de desnutrição aliada à gestação precoce, utilizando-se para tal, ratas jovens desnutridas grávidas.

OBJETIVOS

Dessa forma, considerando-se também a escassez de informações sobre a ação de dietas com altos teores de fibra alimentar sobre o crescimento, a gestação e o desenvolvimento fetal, o **objetivo** deste trabalho foi avaliar o efeito da polpa de laranja, como fonte de fibra não purificada, sobre:

- 1) o **peso** corporal, o início da puberdade e a mortalidade em ratas pré-púberes submetidas à dietas normo e hipoprotéicas;
- 2) **parâmetros** nutricionais, bioquímicos e gestacionais em ratas jovens grávidas submetidas à dietas normo e hipoprotéicas.

I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. FIBRAS ALIMENTARES

1.1. Histórico

No final do século XIX começaram a tomar corpo as noções científicas que atribuíam à carência dos alimentos a ocorrência de certos estados patológicos. Concomitantemente, a análise química dos alimentos tornava-se cada vez mais precisa. Assim, em 1885 foi desenvolvida uma técnica para determinar a fração dos alimentos sem valor nutritivo que foi chamada "fibra" (HENNENBERG & STOHMANN, 1885 *apud*. POURCHET-CAMPOS, 1990). Até a metade do século XX, esse método foi usado em Química de Alimentos para descontar do valor nutritivo o peso representado por essa porção indigerível que dele fazia parte intrínseca (POURCHET-CAMPOS, 1990).

Apesar do termo "dietary fiber" não ter sido cunhado até 1953, os efeitos anti-constipantes de alimentos ricos em fibras são conhecidos há muito tempo. Em 430 a.C., Hipócrates descreveu os efeitos laxativos do trigo integral em comparação ao trigo refinado (SLAVIN, 1987). Porém, apesar do reconhecimento empírico de suas propriedades laxativas, as fibras alimentares eram consideradas como um material fisiologicamente inerte (ROEHRIG, 1988).

Esse conhecimento empírico foi comprovado por pesquisas científicas realizadas por volta de 1930, que demonstraram a eficácia das fibras de trigo para prevenir e tratar a constipação intestinal. Tais resultados, porém, não tiveram repercussão na prática médica e essas substâncias ficaram muito tempo quase esquecidas (CAVALCANTI, 1989).

Contudo, acumularam-se evidências epidemiológicas, sobre as relações entre o consumo de fibras e a susceptibilidade à doenças, o que resultou no revivescimento do interesse pelas fibras alimentares (TRUSWELL, 1993).

O termo "dietary fiber" foi primeiramente utilizado por HIPSLEY (1953), que assim denominou os constituintes das paredes celulares vegetais que poderiam proteger contra a toxemia gravídica.

Na década de 60 foi, então, postulada uma hipótese interessante que associava a baixa incidência de doenças colônicas não-infecciosas em africanos, ao alto teor de fibras alimentares presente em suas dietas regionais (TROWELL, 1976).

Assim, diversas pesquisas nas últimas décadas, levaram à formação da hipótese de que as fibras alimentares atuariam como um componente protetor na dieta humana, em relação à uma série de doenças prevalentes nas sociedades ocidentais, tais como obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, câncer colorretal, dentre outras (SOUTHGATE, 1992).

Com isso, o interesse pelas fibras alimentares expandiu-se consideravelmente nos últimos anos, de tal forma que o número de publicações neste tópico aumentou mais de 40 vezes entre 1975 e 1985 devido a grande atenção despertada pelo assunto na comunidade científica (SCHNEEMAN, 1987b).

1.2. Definição de Fibra Alimentar

Atualmente, a maioria dos cientistas trabalhando no campo das fibras alimentares, define este componente alimentar como os polissacarídeos da dieta (exceto amido), que não são hidrolisados pelas enzimas gastrointestinais, além do polímero fenólico lignina (THEANDER *et al.*, 1993).

1.3. Composição das Fibras Alimentares

As fibras alimentares não são compostos homogêneos. Ao contrário, são constituídas por uma variedade de substâncias, as quais apresentam, uma considerável diversidade química, resultando numa multiplicidade de ações no organismo (ROEHRIG, 1988).

Os compostos mais abundantes identificados como fibra alimentar, estão na parede celular vegetal ou associados às mesmas. Segundo SCHNEEMAN (1986), as fibras podem ser divididas em três frações principais:

Polissacarídeos estruturais: estão associados à parede celular e incluem os polissacarídeos não-celulósicos (hemiceluloses e pectinas) e a celulose.

Polissacarídeos não-estruturais: incluem as gomas e mucilagens secretadas pelas células e polissacarídeos associados ao endosperma e ao espaço intercelular.

Não-polissacarídeos estruturais: incluem, predominantemente, as ligninas.

Segundo KRITCHEVSKY (1985), os principais constituintes das fibras alimentares são: celulose, hemiceluloses, pectina (substâncias pécticas), gomas, mucilagens, polissacarídeos algais e ligninas, sendo suas características principais descritas como segue.

Celulose: o mais abundante polímero da natureza, a celulose é um polímero não ramificado, podendo sua cadeia conter mais de 10.000 unidades de β -D-(1 \rightarrow 4)-glicopiranosil. A conformação molecular obtida com esta ligação favorece a formação de pontes de hidrogênio entre as unidades de açúcar da mesma cadeia e entre as cadeias adjacentes. As cadeias são empacotadas em agregados compactos (as microfibrilas), que são rodeados por uma matriz de outros constituintes das paredes celulares. Isto confere cristalinidade à celulose. Como resultado, a celulose tem pequena solubilidade em água e é tipicamente um composto que confere volume aos alimentos (THEANDER *et al.*, 1993). Além disso, a celulose é apenas parcialmente degradada por bactérias colônicas (KRITCHEVSKY, 1985).

Hemiceluloses: são polímeros complexos que podem estar extensivamente ramificados. Geralmente, as hemiceluloses são formadas por um esqueleto contendo xilose, manose, galactose e glicose, com arabinose, galactose e ácido

galacturônico distribuídos ao acaso através do polímero. A unidade geral de hemicelulose contém de 150 a 200 unidades de açúcar. As hemiceluloses são degradadas por bactérias colônicas (KRITCHEVSKY, 1985).

Pectinas (substâncias pécticas): são polímeros ácidos 1-4 β-D-galacturônicos, que contêm 10-25% de açúcares neutros - arabinose, galactose, xilose, ramnose e fucose. As pectinas são completamente degradadas pela flora intestinal (KRITCHEVSKY, 1985). As pectinas formam gel rapidamente e adsorvem certos metabólitos, tais como sais biliares (VAHOUNY, 1982).

Gomas e mucilagens: as gomas são polímeros altamente ramificados de ácidos urônicos, principalmente dos ácidos glicurônico e galacturônico. Elas também contêm xilose, fucose, ramnose e galactose. As gomas são hidrocolóides capazes de formar matrizes de gel e/ou conferir viscosidade a um sistema aquoso, através da absorção de água e interação coloidal (ACTON *et al.*, 1982). As mucilagens são polissacarídeos neutros que contêm galactose, manose, arabinose e xilose. Elas freqüentemente contêm também ácidos galacturônicos. As gomas e mucilagens são completamente degradadas por bactérias colônicas (KRITCHEVSKY, 1985).

Polissacarídeos algais: consistem de um esqueleto de manose, xilose, glicose e ácido gulurônico que carrega cadeias laterais de galactose (KRITCHEVSKY, 1985).

Ligninas: não são polissacarídeos, mas sim polímeros complexos de fenilpropanos, principalmente os álcoois sinapil, coumaril e coniferil. As ligninas são encontradas principalmente no lenho, onde constituem mais da metade do material da parede celular; seu conteúdo aumenta com a idade da planta. Correspondem ao único tipo de fibra alimentar totalmente indigerível pela flora colônica (KRITCHEVSKY, 1985).

Além desses componentes, outros compostos, tais como proteínas associadas às paredes celulares, amido resistente à digestão e produtos de Maillard, que são formados durante o processamento térmico dos alimentos, também são indigeríveis e, assim, podem ser incluídos entre os componentes das fibras alimentares. A presença de tais constituintes, aliada às variações

estruturais dos demais componentes das fibras alimentares, pode ter grande importância para as propriedades funcionais e fisiológicas apresentadas pelas fibras (THEANDER *et al.*, 1993).

1.4. Características Físico-Químicas das Fibras Alimentares

As propriedades físicas e químicas das fibras alimentares nos ajudam a compreender os efeitos fisiológicos causados pelo seu consumo (GORDON, 1989).

Muitos estudos têm sido realizados para examinar as relações entre as propriedades físicas e as respostas fisiológicas às fibras, utilizando para isso, fontes isoladas de fibra. Dentre estas fontes isoladas, a celulose, algumas hemiceluloses e a lignina são consideradas como insolúveis, enquanto que as pectinas, gomas, mucilagens e outros tipos de hemiceluloses são consideradas como solúveis ou polissacarídeos que induzem viscosidade. Alimentos ricos em fibras poderão conter uma mistura destes vários componentes (SCHNEEMAN, 1987a).

As propriedades físico-químicas mais importantes para a compreensão dos efeitos que as fibras alimentares podem exercer no trato gastrointestinal são (SCHNEEMAN, 1989):

Degradação microbiana: as fibras alimentares não são degradadas enzimaticamente no intestino delgado de mamíferos; são, porém, fermentáveis em graus variáveis pela microflora que ocorre naturalmente no intestino grosso. O grau de degradação varia consideravelmente dentre os polissacarídeos e está relacionado à sua capacidade de hidratação e à estrutura polissacarídea da fibra. Por exemplo, as pectinas, mucilagens e gomas parecem ser completamente degradadas; por outro lado, a celulose é apenas parcialmente fermentada.

Capacidade de hidratação: as pectinas, gomas, mucilagens e hemiceluloses têm alta capacidade de hidratação. A hidratação das fibras resulta na formação de uma matriz gel no interior do tubo gastrointestinal. Geralmente, uma alta capacidade de hidratação está associada a uma maior fermentabilidade da fibra.

Adsorção de moléculas orgânicas: estas incluem sais biliares, colesterol e compostos tóxicos. Estudos "*in vitro*" têm indicado que a lignina, a pectina e outros polissacarídeos ácidos adsorvem sais biliares, levando a um aumento na excreção fecal dos mesmos, como também de esteróides. Além disso, a capacidade de algumas fibras de ligar-se à compostos tóxicos, tem sido um mecanismo protetor proposto para as fibras, contra alguns tipos de câncer gastrointestinais.

Capacidade de troca catiônica: algumas fontes de fibra têm a propriedade de ligar-se a minerais e eletrólitos levando a um aumento na excreção fecal dos mesmos. O número de grupos carboxil livres nos resíduos de açúcar e o conteúdo de ácido urônico dos polissacarídeos está relacionado à essa propriedade.

Tamanho de partícula: O grau de trituração ou moagem reduzindo a fibra a um tamanho de partícula menor, poderá influenciar a sua capacidade de hidratação e fermentabilidade.

O processamento pode alterar as propriedades físicas das fibras alimentares. Porém, as respostas de cada fonte de fibra à diferentes condições de processamento, como exposição ao calor, efeitos do pH e variação de força iônica, parecem ser altamente individualizadas. Esta individualidade também ajuda a explicar a variabilidade, freqüentemente observada, quando efeitos fisiológicos das fibras alimentares são avaliados (PARROT & THRALL, 1978; ROEHRIG, 1988).

1.5. Fontes e Recomendações de Ingestão de Fibra Alimentar

As fibras alimentares são encontradas apenas em alimentos de origem vegetal - frutas, cereais, leguminosas, raízes, tubérculos, hortaliças, nozes e grãos (CAVALCANTI, 1989; MARLETT, 1990; SLAVIN, 1987).

Na dieta humana, as principais fontes de fibra alimentar são os cereais, tais como o farelo de trigo e a aveia, além de frutas, verduras e legumes, sendo que a ingestão adequada - para indivíduos adultos saudáveis, deveria estar entre 20 a 30 gramas por dia na base seca (EASTWOOD, 1992; PILCH, 1987).

MARLETT (1992), determinou o conteúdo e a composição das fibras alimentares de alimentos comumente consumidos na dieta humana. Dentre as frutas analisadas, o teor de fibra alimentar total foi de $1,4 \pm 0,7$ g/100g de peso fresco; $2,0 \pm 0,8$ g em vegetais; $2,3 \pm 1,0$ g em grãos refinados; $4,0 \pm 0,7$ g em legumes e $6,4 \pm 2,1$ g em nozes.

Além disso, verificou também que a fração solúvel da fibra foi de 23% nos grãos refinados, 3% nas nozes, 13 a 20% nos demais grupos de alimentos (frutas, vegetais e legumes). A pectina teve valor desprezível nos grãos; porém, compreendeu de 15 a 30% da fibra total nas frutas, vegetais, legumes e nozes. As hemiceluloses compuseram 50% da fibra total dos grãos, e 25 a 35% nos outros grupos. A celulose correspondeu a um terço ou menos de fibra total nos grupos de alimentos, exceto para legumes, onde compuseram cerca de 50%. As análises demonstraram que a concentração de fibra alimentar total em alimentos comumente consumidos, variou entre 1 e 3%. Além disso, a autora verificou concentrações geralmente similares de fibra alimentar nos mesmos grupos de alimentos - frutas, vegetais, grãos refinados e legumes (MARLETT, 1992).

1.6. Efeitos Fisiológicos das Fibras Alimentares

Claramente, as fibras alimentares não são materiais inertes e sem efeito fisiológico. O grande número de mecanismos possíveis para os efeitos das fibras, reflete a diversidade química e física da própria fibra (ROEHRIG, 1988).

Para examinar as diferenças nos efeitos fisiológicos entre diferentes fontes de fibra, podemos considerar os seus efeitos tanto na porção superior do trato gastrointestinal, incluindo o estômago e o intestino delgado, onde a digestão e a absorção dos nutrientes ocorre; como também na porção inferior do trato gastrointestinal, o intestino grosso, onde o resíduo é eliminado (SCHNEEMAN, 1987a).

Dessa forma, as fibras alimentares podem exercer efeitos fisiológicos através de todo o trato gastrointestinal. No intestino delgado, as ações das fibras ocorrem predominantemente devido a suas características físicas, enquanto que

no intestino grosso, quando fermentadas por bactérias colônicas, exercem também efeitos importantes através dos metabólitos resultantes da degradação microbiana. A interrelação destes efeitos é responsável pela influência benéfica das fibras sobre a regulação do peso corporal, sobre os metabolismos lipídico e glicídico, assim como sobre a função colônica; mas também por efeitos potencialmente negativos sobre a digestão, absorção e utilização de nutrientes (SCHWEIZER & WÜRSCH, 1991).

As fibras insolúveis, que correspondem principalmente à celulose e parte das hemiceluloses, aumentam o bolo fecal e auxiliam a aliviar a constipação, além de encurtar o tempo de trânsito boca-ânus, como por exemplo o farelo de trigo (TRUSWELL, 1993).

Algumas propriedades que estão associadas ao efeito das fibras em aumentar o volume fecal, são a capacidade de hidratação, o tamanho de partícula e a estrutura física da fonte de fibra. As fibras com maior capacidade de hidratação e maior tamanho de partícula, tendem a ter um efeito mais acentuado sobre o aumento do peso fecal do que aquelas com menor capacidade de hidratação e com tamanho da partícula mais fina (TRUSWELL, 1993).

Por outro lado, as fibras solúveis, como pectinas e gomas, têm pequeno efeito sobre o tempo de trânsito intestinal e o peso fecal, pois são completamente fermentadas no cólon; assim, pouco do material original passa para as fezes. Por outro lado, esse processo fermentativo resulta em aumento da massa de células bacterianas presente nas fezes. Assim, as células microbianas podem contribuir com uma porção significativa do bolo fecal e ocasionar um aumento do mesmo (SCHNEEMAN, 1989; TRUSWELL, 1993).

A hidratação das fibras alimentares resulta na formação de uma matriz gel, que pode aumentar a viscosidade do conteúdo gastrointestinal e, como consequência, retardar o esvaziamento gástrico e diminuir a absorção de nutrientes. Provavelmente, a difusão dos nutrientes para a absorção pode estar diminuída pela partição de nutrientes hidrossolúveis no interior da matriz gel e pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal (SCHNEEMAN, 1989).

A taxa na qual o alimento é esvaziado a partir do estômago, influencia a absorção de nutrientes pelo intestino delgado. Assim, o atraso no esvaziamento gástrico contribui para diminuir a absorção de nutrientes. No intestino delgado, polissacarídeos que induzem viscosidade, formando gel, podem diminuir também a absorção de nutrientes, através do seqüestro de nutrientes, enzimas digestivas ou ácidos biliares, no interior desta matriz gel, além de diminuir as velocidades de mistura e de difusão no intestino. Estes dois fatores combinados, diminuição da digestão e da absorção, podem ser importantes para a compreensão de dois efeitos fisiológicos das fibras, que são a diminuição da resposta glicêmica à carboidratos e diminuição do colesterol plasmático. A viscosidade, que está relacionada à capacidade de hidratação, pode ser um atributo físico importante, principalmente nas fibras solúveis, associado à estes dois efeitos (SCHNEEMAN, 1987a).

Assim, as fibras solúveis, têm a capacidade de manter as concentrações plasmáticas de glicose dentro de uma faixa satisfatória, podendo auxiliar na terapia de pacientes diabéticos. Apesar deste mecanismo ainda não estar completamente compreendido, existem algumas hipóteses propostas para explicar a diminuição das concentrações de glicose e insulina após a ingestão de polissacarídeos que promovem aumento da viscosidade do conteúdo gastrointestinal, como por exemplo: retardo no esvaziamento gástrico, modificações na motilidade intestinal, diminuição na difusão da glicose junto às superfícies absorptivas, redução do acesso da α -amilase a seus substratos como resultado do aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, etc. (LECLÈRE *et al.*, 1994).

Em diabéticos, as fibras alimentares diminuem as concentrações sangüíneas de glicose e aumentam a sensibilidade à insulina (JENKINS *et al.*, 1977). Este efeito pode ser atribuído principalmente à fração solúvel das fibras, apesar de alguns autores terem reportado um efeito similar, apesar de menor, das fibras insolúveis (JEFFREYS, 1974; JENKINS *et al.*, 1978). A viscosidade aparece como sendo a principal propriedade das fibras solúveis que explicam este efeito sobre o metabolismo de glicose. As fibras solúveis exercem suas ações por

retardar o esvaziamento gástrico e por diminuir a velocidade de mistura e difusão dos nutrientes no intestino.

Além disso, sugere-se também que a atividade contrátil induzida pela fibra no intestino delgado, provavelmente tem um papel importante na diminuição da absorção de glicose em humanos (CHERBUT *et al.*, 1994). Nesse estudo, os autores concluíram que as fibras alimentares com alta capacidade de hidratação aumentaram o volume do conteúdo intestinal, o qual é um dos fatores que controlam a sua motilidade. Assim, os efeitos motores eliciados pelo consumo de fibras, podem causar redução do tempo de trânsito no intestino delgado proximal, limitando o tempo de contato da glicose com a superfície absorviva e assim diminuindo a resposta glicêmica.

As fibras alimentares podem alterar o metabolismo de esteróides, primeiramente de forma direta, por diminuir a absorção e alterar o metabolismo de lipídeos e ácidos biliares; além de indiretamente, através da ação dos ácidos graxos de cadeia curta resultantes da fermentação colônica da fibra (EASTWOOD, 1992).

Uma ação importante de algumas fibras, é reduzir a reabsorção de ácidos biliares no íleo e assim reduzir a quantidade e os tipos de ácidos biliares e lipídeos atingindo o cólon. Os ácidos biliares podem ser retidos no interior do lúmen ileal, devido à alta viscosidade luminal ou devido à sua ligação à estrutura polissacarídea da fibra. A redução na reabsorção ileal de ácidos biliares tem diversas conseqüências diretas. A circulação entero-hepática dos ácidos biliares pode ser afetada. No ceco, os ácidos biliares são desconjugados e 7 α -dehidroxilados. Nessa forma menos hidrossolúvel, os ácidos biliares são adsorvidos pelas fibras alimentares, de uma forma que é afetada pelo pH e é mediada por ligações hidrofóbicas, aumentando assim a excreção de ácidos biliares nas fezes. Dessa forma, o "pool" entero-hepático é inicialmente reduzido, podendo ser renovado pelo aumento da síntese de ácidos biliares a partir do colesterol corporal. Porém, alguns tipos de fibras estão associados à uma significativa diminuição do colesterol sérico, contudo sem aumentar a excreção

fecal dos mesmos. As fibras que são mais efetivas em influenciar o metabolismo de esteróides, são as fermentadas no cólon (EASTWOOD, 1992).

Nesse sentido, existe um grande número de argumentos científicos, para suportar a hipótese de que os principais efeitos fisiológicos das fibras alimentares que são fermentáveis no intestino grosso, tal como as fontes solúveis, são efeitos sistêmicos, mediados pelos ácidos graxos de cadeia curta que atingem a circulação através da veia porta. Após atingir o fígado e/ou os tecidos periféricos, tais produtos da fermentação podem influenciar tanto o metabolismo glicídico como o lipídico, causando uma diminuição na glicemia pós-prandial e na concentração plasmática de ácidos graxos livres, tendo efeito hipocolesterolêmico (ROBERFROID, 1993).

Evidências da relação entre componentes da dieta e hormônios sexuais têm sido demonstradas em estudos com mulheres vegetarianas, que consomem menos gordura e mais fibras alimentares do que mulheres onívoras. Tais hábitos, possivelmente explicam a aumentada excreção fecal de estrógenos e a diminuição das concentrações plasmáticas de estrona e estradiol, observadas nessas mulheres (GOLDIN *et al.*, 1982).

Nesse sentido, ADLERCREUTZ *et al.* (1987) sugeriram que a dieta vegetariana pode alterar o metabolismo de estrógenos por afetar sua circulação entero-hepática. Além disso, uma dieta rica em produtos vegetais, especialmente fibra, pode afetar a taxa de maturação física e hormonal, possivelmente mediada pelo sistema hipotálamo-hipófise-gonadal (DE RIDDER *et al.*, 1991).

Estudos têm indicado os efeitos da dieta sobre os processos hormonais. Menores concentrações plasmáticas de estrógeno têm sido verificadas em mulheres consumindo dietas ricas em fibras. Mulheres vegetarianas e orientais, que consomem uma dieta pobre em gorduras e rica em fibras, têm uma maior excreção fecal de estrógeno, comparadas a mulheres onívoras e mulheres de países ocidentais que consomem uma dieta rica em gorduras e pobre em fibras (ADLERCREUTZ *et al.*, 1991). Além disso, mulheres com um alto consumo de fibras têm, mais freqüentemente, amenorréia ou ciclo menstrual mais longo, do que aquelas com consumo menor de fibra (PEDERSEN *et al.*, 1991).

Apesar do grande interesse sobre os efeitos das fibras alimentares sobre o metabolismo e a fisiologia humanos, permanece controverso se as fibras alimentares podem contribuir para o metabolismo energético em seres humanos e animais não-ruminantes (GÖRANZON & FORSUM, 1987; McBURNEY & SAUER, 1993). Já que as fibras alimentares são definidas como indigeríveis pelos mamíferos, a indústria de alimentos tem aplicado um valor energético igual a zero para o componente fibroso dos alimentos.

Porém, as fibras são fermentadas pela microbiota intestinal, que produz ácidos graxos de cadeia curta que são absorvidos e metabolizados pelo hospedeiro (McBURNEY & SAUER, 1993). Estes têm alguns importantes papéis fisiológicos, influenciando os movimentos de água e eletrólitos no cólon, estimulando a proliferação celular e fornecendo energia (FLEMING *et al.*, 1991).

Pode ser possível prever quais ácidos graxos de cadeia curta serão produzidos especificamente durante a fermentação de uma fonte de fibra, se sua composição química e estrutura forem conhecidas. Os ácidos urônicos parecem estar envolvidos principalmente com a produção de ácido acético; a fermentação de glicose, com a formação de ácido propiônico; a xilose apresenta maior impacto na produção de ácido butírico, do que os ácidos urônicos e a glicose (SALVADOR *et al.*, 1993). Estes compostos - acetato, propionato e butirato, parecem ser absorvidos no ceco por difusão passiva simples, envolvendo troca aniônica com bicarbonato (HCO_3^-), como sugerido por FLEMING *et al.* (1991).

Assim, CUMMINGS (1981) sugeriu que os polissacarídeos não-amídicos dos alimentos podem contribuir com cerca de 3 kcal/g ao metabolismo humano, e estimou também que aproximadamente 30% da energia proveniente da fermentação colônica dos carboidratos indigeríveis seria utilizada pelo metabolismo microbiano, restando assim cerca de 70% da energia disponível para o metabolismo do hospedeiro, na forma de ácidos graxos de cadeia curta, podendo proporcionar uma significativa contribuição energética em indivíduos que consomem dietas ricas em fibras.

Diversos trabalhos têm investigado este tópico. WISKER & FELDHEIM (1990), estudaram a energia metabolizável de dietas ricas em fibras de frutas e

vegetais, em humanos. Os autores concluíram que a contribuição energética proveniente das fibras foi de cerca de 0,7 kcal por grama de fibra. Além disso, indicaram que a energia que pode ser derivada das fibras, comparada a outros nutrientes, parece variar consideravelmente. Uma razão para tal pode ser a de que as fibras não compreendem uma substância homogênea, mas sim correspondem a um grupo de polissacarídeos muito diferentes. Em contraste com outros nutrientes, a energia que pode ser derivada das fibras é liberada pela fermentação. Assim, todos os fatores que afetam a degradação microbiana das fibras alimentares - como sua estrutura química, solubilidade, grau de lignificação, além de fatores individuais tais como a composição da microflora colônica e o tempo de trânsito intestinal, podem também estar envolvidos.

Finalmente, as fibras alimentares têm atraído o interesse científico, com relação à carcinogênese colônica, já que elas parecem atuar como um modulador negativo do desenvolvimento neoplásico. Mais uma vez, este efeito depende claramente do tipo de fibra utilizada e, em condições experimentais, o farelo de trigo é o produto mais ativo. Com relação ao mecanismo de tal efeito protetor, as hipóteses mais aceitas são a modificação na disponibilidade de nutrientes, constituindo uma restrição calórica indireta, ou uma modulação do crescimento do epitélio intestinal. Porém, os dados a esse respeito são ainda bastante controversos (ROBERFROID, 1993).

1.7. Efeitos Adversos das Fibras Alimentares

O consumo de fibras alimentares pode interferir na biodisponibilidade de vários nutrientes. Tal fato pode resultar em implicações importantes no estado nutricional da população (ACEVEDO & BRESSANI, 1989).

Diversas pesquisas indicam que várias fontes de fibra alimentar podem diminuir os processos de digestão e absorção de macronutrientes. As fibras podem afetar a função de todos os órgãos do trato gastrointestinal envolvidos na digestão e absorção de nutrientes, dependendo de suas propriedades físico-químicas (SCHNEEMAN, 1990).

Em humanos, e em um grande número de espécies animais, o consumo de dietas ricas em fibras tem sido associado a reduções na digestibilidade e disponibilidade de proteínas, gordura e outros nutrientes, tais como minerais, vitaminas e carboidratos. A capacidade das fibras em alterar a taxa de digestão e absorção no trato gastrointestinal parece ser importante na compreensão de seus efeitos sobre o metabolismo, tais como a redução de lipídeos plasmáticos e a alteração da resposta glicêmica à refeição (SCHNEEMAN & GALLAHER, 1985).

Os efeitos de várias fontes de fibra sobre a digestibilidade e utilização protéicas, podem levar à maior excreção fecal de nitrogênio, porém, tal fato pode ser alterado pelo método de adição da fibra à dieta e pela idade dos animais em estudo (SCHNEEMAN, 1990).

Estudando a digestibilidade da caseína, ACTON *et al.* (1982), verificaram que algumas fontes de fibra reduziram a digestibilidade protéica e aumentaram a excreção de nitrogênio. Os autores concluíram que as fibras estudadas, que apresentaram diferentes propriedades físico-químicas, diferiram no mecanismo o qual resultou na diminuição da digestibilidade protéica. Por exemplo, as gomas, através de sua capacidade para formar gel e aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, limitaram a interação enzima-substrato com as proteínas e peptídeos. Já no caso da pectina, seus resíduos acídicos negativamente carregados, parecem complexar-se com as enzimas e/ou com os substratos, reduzindo assim a hidrólise da caseína.

Além disso, fontes de fibra que também são fonte de proteína alimentar, tal como o centeio, apresentam baixa digestibilidade. Observou-se que complexos isolados de polissacarídeos solúveis e proteínas, provenientes do grão de centeio, são pouco digeridos na região superior do intestino delgado ou pela microflora colônica, ocasionando uma elevada excreção de uréia em ratos (RAKOWSKA *et al.*, 1992b). Assim, aparentemente, a proteína desta fonte de fibra está fortemente ligada por ligações covalentes à fibra solúvel, formando complexos que são resistentes à proteólise (RAKOWSKA *et al.*, 1992a).

Da mesma forma, MÉNDEZ *et al.* (1993), estudaram a digestibilidade protéica de diferentes variedades de feijão cozido, que possui alta percentagem

de proteínas, cujo valor nutritivo é limitado por sua baixa digestibilidade. Encontrou-se valores significantes de nitrogênio protéico nos resíduos da fração fibra insolúvel, que sugerem a interação de proteínas e aminoácidos com estes componentes da fibra, formando complexos insolúveis e indigeríveis, diminuindo, com isso, a digestibilidade protéica do feijão.

Outra fonte importante de fibras solúveis na alimentação humana, que também possui componentes protéicos, além de carboidratos e lipídeos, é a aveia. Em um estudo, BACH-KNUDSEN *et al.* (1993), verificaram que as digestibilidades do amido, da proteína e dos lipídeos da aveia apresentaram-se diminuídas. Os autores sugerem que a estrutura física do farelo de aveia atuaria como uma barreira às enzimas digestivas, podendo diminuir a taxa de digestão do amido e resultar num efeito hipoglicemiante. Por outro lado, sugerem também que a diminuição da digestibilidade da proteína e de lipídeos observada, parece ser resultado do fato das paredes celulares do farelo de aveia prenderem estes nutrientes em sua estrutura.

Além disso, existem indicações que as fibras podem afetar adversamente a atividade de enzimas digestivas. Nesse sentido, KHOKHAR (1994) verificou, em um estudo utilizando ratos jovens, que a inclusão de fontes de fibra nas dietas experimentais afetou negativamente a atividade de dissacaridases, como a sucrase e a maltase, concluindo que existe, provavelmente, alguma interação direta da fibra com os substratos destas enzimas (dissacarídeos), tornando-os indisponíveis para a digestão, resultando na diminuição de seu efeito de indução da atividade enzimática das dissacaridases.

Se o consumo protéico for adequado e as fontes protéicas de alta qualidade, o balanço de nitrogênio pode não ser comprometido pela presença de fibra na dieta, pois os aumentos observados nas perdas fecais de nitrogênio, são geralmente menores que 700 mg de N/dia, para um consumo humano de quantidades superiores a 35 g de fibra/dia. Assim, se o consumo protéico for adequado, parece haver poucas razões para preocupação (SCHNEEMAN, 1990; SCHWEIZWER & WÜRSCH, 1991). Porém, a baixa qualidade protéica de

algumas dietas, associada à presença de fibra, podem dificultar a satisfação das necessidades de proteínas e aminoácidos (SCHNEEMAN, 1990).

As fibras alimentares podem também ter efeitos deletérios sobre a utilização de vitaminas e microelementos, mas a extensão desse efeito varia para diferentes tipos de fibra. Como exemplos deste efeito, CULLEN & OACE (1977) verificaram que a celulose e a pectina aumentaram a depleção de vitamina B₁₂ em ratos, provavelmente interferindo em sua reciclagem entero-hepática; o metabolismo de zinco, pode também ser alterado pelo farelo de trigo, provavelmente devido à interação entre o componente fitato da fibra e o zinco (HARLAND *et al.*, 1977); assim como o de cálcio, devido a ingestão de goma guar (GULLIFORD *et al.*, 1988); e o de cobre, zinco, ferro e magnésio, utilizando a fibra de soja (TAPER *et al.*, 1988), em estudos realizados em humanos.

Porém, outros trabalhos trazem resultados contraditórios a esse respeito, não tendo sido verificados efeitos negativos do consumo de goma guar sobre os balanços de ferro, zinco, cobre, cálcio, magnésio e manganês em indivíduos NIDDM (diabete melito não-insulino dependente) (BEHALL *et al.*, 1989); do consumo de farelo de trigo sobre os balanços de zinco, cobre, cálcio e magnésio também em indivíduos diabéticos (LIU *et al.*, 1989); ou do consumo de farelo de trigo, milho ou soja, sobre os balanços de zinco e cobre em humanos (SANDSTEAD *et al.*, 1977).

Além disso, BRUNE *et al.* (1992) sugerem que o efeito inibitório do farelo de cereais sobre a absorção de ferro em humanos, seria resultante da presença de fitatos e de outros inositolis fosfato presentes no tubo digestivo após a fermentação do cereal, e não devido ao seu conteúdo de fibras ou outros constituintes.

1.8. Consumo de Fibras Alimentares nos Países em Desenvolvimento

O estado nutricional de uma população é determinado por diversos fatores. Um dos mais importantes relaciona-se às características da dieta consumida, a qual está subordinada um conjunto de aspectos: sociais, econômicos, étnicos,

culturais, dentre outros. Tradicionalmente, os cereais ocupam um lugar preponderante na composição das dietas latino-americanas. Devido a razões fundamentalmente econômicas, nos estratos de baixo nível sócio-econômico, os cereais suprem até 70% dos requerimentos energéticos, e podem constituir até 60% da ingestão protéica (FIGUEROA *et al.*, 1988).

Como visto anteriormente, quando o nível protéico consumido é adequado, as fibras alimentares não afetam o balanço de nitrogênio. Porém, podem exercer este efeito quando o consumo de proteínas não for adequado.

Assim, a população do mundo ocidental que consome quantidades excessivas de proteínas animais, possui pequeno risco de desenvolvimento de deficiências protéicas, devido ao consumo elevado de fibra alimentar. A situação para a população de países do terceiro mundo, porém, é diferente. A população consumidora de grandes quantidades de fibras, é geralmente a mesma população que é deficiente em proteínas alimentares. Uma utilização protéica reduzida devido à fibra, poderia diferenciar a adequação ou a inadequação protéicas sob tais condições (EGGUM, 1992; MIYOSHI *et al.*, 1986).

Muitas comunidades da América Latina, por características culturais, ingerem alto conteúdo de fibra pela presença de vegetais, frutas, cereais e grãos nas dietas regionais. Além disso, a população consumidora de alto teor de fibra, geralmente, também apresenta deficiências nutricionais. Dessa forma, o alto teor de fibra predominante na dieta de países em desenvolvimento, pode ser prejudicial durante a fase de crescimento e gestação. Assim, nestas áreas, um maior consumo de fibra alimentar poderia diminuir ainda mais o valor nutritivo das dietas, dificultando a satisfação das necessidades nutricionais (ACEVEDO & BRESSANI, 1989; CARRAZZA, 1988; EGGUM, 1992; LAJOLO *et al.*, 1988; ROSADO *et al.*, 1992).

Assim, apesar de ser destacado o papel protetor de uma dieta rica em fibras alimentares sobre certos tipos de doenças degenerativas, o alto teor de fibra alimentar predominante na alimentação dos países pobres aparece como uma desvantagem, dado que alguns dos maiores problemas nutricionais dessas

populações, ocorrem por deficiências de nutrientes cuja absorção é, ainda, antagonizada pela fibra alimentar (CABALLERO, 1988).

2. DESNUTRIÇÃO E GRAVIDEZ NA ADOLESCÊNCIA

2.1. Desnutrição - Generalidades

O termo desnutrição pode ser aplicado à diferentes estados do ser humano caracterizados por um desempenho deficiente de suas funções biológicas e/ou sociais e cuja etiologia seja determinada por um consumo alimentar insuficiente e/ou por doenças, principalmente as infecciosas e parasitárias que interfiram com a utilização biológica dos alimentos ingeridos (MONTEIRO, 1985).

A desnutrição, pode ser causada pela quantidade restrita de alimento, pela baixa qualidade da proteína ingerida, ou pela associação desses fatores (GOBATTO, 1993).

Segundo MONTEIRO (1985), diferentes fatores estão envolvidos com a determinação do estado nutricional dos indivíduos de uma população. A nível imediato de determinação, tais fatores são seu consumo alimentar e seu estado de saúde.

A nível intermediário, encontram-se os fatores envolvidos com o consumo alimentar e o estado de saúde dos indivíduos, ou seja, a renda e a ocupação que determinam o acesso dos indivíduos a bens e serviços como alimentação, moradia, saneamento básico e assistência à saúde (MONTEIRO, 1985).

Na última instância de determinação do estado nutricional, encontram-se o grau de desenvolvimento alcançado pela atividade produtiva na sociedade e a forma pela qual são produzidos e distribuídos os bens e serviços socialmente gerados, ou seja, o modo de produção que caracteriza a referida sociedade (MONTEIRO, 1985).

A América Latina está constituída por países com diferentes graus de desenvolvimento sócio-econômico. As condições de vida e o estado de saúde de suas populações diferem significativamente, existindo um mosaico de realidades

étnicas, sociais, culturais e econômicas. As desigualdades sociais e a pobreza extrema determinam diferenças significativas não só na magnitude dos indicadores de saúde como também no tipo de patologia prevalente. Os altos níveis sócio-econômicos se caracterizam pela maior incidência de enfermidades nutricionais por super alimentação, enquanto que nos grupos de menores recursos, a desnutrição e as patologias associadas à mesma, estão presentes em grande parte da população. A desnutrição ocorre fundamentalmente nos grupos etários de maior risco das populações pobres, onde predominam a pouca disponibilidade de alimentos, o analfabetismo e o acesso deficiente aos serviços de atenção e prevenção à saúde (FIGUEROA *et al.*, 1988).

Assim, no Brasil, tem-se 25% dos adultos com nanismo nutricional, 30,7% das crianças em desnutrição - sendo 56,6% no Nordeste - e 64 mortes em cada 1.000 crianças antes do primeiro ano de vida. Faz-se necessário compreender a fome/desnutrição como um elemento associado à degradação social, o que de algum modo condiciona os indivíduos a formas de sobrevivência que são difíceis de mensurar. A fome/desnutrição é, sem dúvida, uma enfermidade inerente ao modelo de desenvolvimento adotado (FREITAS, 1993).

O primeiro inquérito nutricional realizado em uma amostra representativa do Estado de São Paulo foi executado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) quando da realização do Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF), em 1974/1975. A partir destes dados, verificou-se ser de 40,2% a proporção de crianças desnutridas no Estado, chegando a 6,8% a proporção de crianças afetadas por formas moderadas a graves de desnutrição. Prevalências de desnutrição ainda maiores foram encontradas nas áreas rurais do Estado (50,4%), e entre famílias com despesas mensais *per capita* inferiores a 0,5 salário-mínimo (59,4%). Nestes dois estratos, a prevalência de formas moderadas a graves de desnutrição foi de 9,1% e 13,5%, respectivamente (MONTEIRO, 1985).

Nas conseqüências funcionais da desnutrição, existe uma associação entre desnutrição e alguns resultados funcionais indesejáveis, tais como: imunodepressão, acompanhada de longos episódios de doença; reduzida

capacidade de trabalho; impedimento do desenvolvimento psicomotor, além de uma aumentada incidência de mortalidade. A desnutrição não é o único fator causal de tais efeitos, mas está associada a outros fatores, que favorecem o desenvolvimento de doenças. Estas condições, acopladas ao acesso limitado aos cuidados médicos, são a ligação ao excesso de morbidade e mortalidade observadas nos segmentos mais pobres das populações (GONZÁLEZ-COSSÍO & DELGADO, 1991).

2.2. Gravidez na Desnutrição

O estudo da desnutrição materna tem uma importância muito grande. Em qualquer sexo ou idade, a desnutrição é uma condição social indesejável. Ela é um sensível indicador de pobreza e, independentemente de sua significância funcional, é uma condição humana inaceitável (GONZÁLEZ-COSSÍO & DELGADO, 1991).

Em países em desenvolvimento, a desnutrição materna, seja ela secundária à deficiência dietética, gastos energéticos aumentados, ou demandas devido à doenças infecciosas, é uma causa importante de retardo no crescimento fetal, que é perpetuado através das gerações. A nutrição materna parece ser um dos passos intermediários na cadeia causal entre os fatores socio-econômicos e o crescimento fetal, pois, em países em desenvolvimento, a proporção de crianças com baixo peso ao nascer é maior em populações de baixo nível sócio-econômico. O baixo peso ao nascer está também associado a outras características maternas, como o menor consumo de proteínas e calorias e o menor ganho de peso durante a gestação (LECHTIG *et al.*, 1975).

Em comparação com mulheres bem nutridas, as desnutridas tendem a ter filhos com baixo peso ao nascer, o que, em países em desenvolvimento, representa um problema de saúde pública importante, já que o baixo peso ao nascer está associado ao aumento da morbidade e mortalidade infantis (GONZÁLEZ-COSSÍO & DELGADO, 1991).

No município de São Paulo, Brasil, SINISTERRA R. *et al.* (1991) observaram que a incidência de baixo peso ao nascer entre filhos de parturientes desnutridas, foi significativamente maior do que a encontrada entre mulheres não desnutridas. Os autores ressaltam a necessidade de implementação nos programas de atendimento à gestante, de atividades relacionadas ao controle do estado nutricional da mulher.

SIQUEIRA *et al.* (1986), estudaram as relações entre o estado nutricional e o peso ao nascer em 1.066 gestantes de baixo nível sócio-econômico na cidade de São Paulo, Brasil. Os autores verificaram que filhos de mulheres desnutridas pesaram significativamente menos que os filhos de mulheres normais, e até o primeiro ano de vida continuaram pesando significativamente menos que as demais crianças. Assim, o efeito da desnutrição foi duradouro e não se restringiu ao ambiente intra-uterino.

Por outro lado, SIQUEIRA *et al.* (1985) verificaram que, apesar dos menores peso e altura ao nascer de filhos de mães desnutridas, comparados com os de mães normais, constatou-se que, ao final do primeiro ano de vida, após terem sido alimentados de modo adequado, essas diferenças desapareciam, mostrando que as influências maternas *in utero* não tiveram como consequência um retardo de crescimento pós-natal, no grupo estudado.

PAUL *et al.* (1979), estudando mulheres grávidas em Gambia, verificaram que, apesar da multiplicidade de efeitos ambientais sobre a mãe, o balanço energético materno tem um efeito quantificável tanto sobre o seu ganho de peso durante a gestação, como também sobre o peso ao nascer.

Assim, existem variáveis nutricionais e não-nutricionais que afetam o peso ao nascer. Dentre as não-nutricionais, temos a hipertensão, o tabagismo, a idade, a paridade, dentre outros. Já o estado nutricional da mãe, tanto antes quanto durante a gestação, está também relacionado ao peso ao nascer. O impacto do estado nutricional da mãe sobre o peso ao nascer depende do tipo, magnitude e duração da deficiência (GONZÁLEZ-COSSÍO & DELGADO, 1991).

Contudo, mecanismos protetores da reprodução, a despeito de um suprimento alimentar restrito, estão aparentemente presentes, provavelmente

para garantir a sobrevivência das espécies em situações alimentares adversas (SOHLSTRÖM *et al.*, 1994).

2.3. Gravidez em Adolescentes Desnutridas

Entre as populações pobres da América Latina, onde a desnutrição é comum, é freqüente que a mulher inicie sua vida reprodutiva ainda na adolescência (FIGUEROA *et al.*; 1988). Tal problema ocorre também nos países desenvolvidos, pois a gravidez na adolescência continua sendo considerado um grave problema de saúde pública, em países como os Estados Unidos (WORTHINGTON-ROBERTS & ENDRES, 1989).

A mulher, naquelas famílias expostas à desnutrição, está em piores condições que o homem, devido a grandes jornadas de trabalho e ao aumento de seus requerimentos nutricionais devido às gestações freqüentes e às lactâncias prolongadas. Calcula-se que a quarta parte das crianças que nascem a cada ano na América Latina, são de baixo peso devido a grande proporção de mães que são adolescentes, têm excesso de trabalho físico, anemia, peso insuficiente no início da gestação ou pequeno ganho de peso durante a gestação. Além disso, apresentam infecções freqüentes. As dietas consumidas pelas gestantes, geralmente mostram deficiências em calorias e proteínas (FIGUEROA *et al.*, 1988).

Toda gravidez adolescente é um risco nutricional, já que suas próprias necessidades de crescimento e desenvolvimento estão comprometidas pelas demandas extras sobre o seu sistema e pelas necessidades de crescimento e desenvolvimento do feto. Apesar das muitas variáveis biológicas e ambientais terem um impacto sobre a gestação na população adolescente, o estado nutricional é uma das mais importantes afetando a saúde da mãe adolescente e do feto (WORTHINGTON-ROBERTS & ENDRES, 1989).

O ganho de peso durante a gestação é considerado o principal determinante do crescimento fetal. O pequeno ganho de peso materno está associado a um aumento na incidência de baixo peso ao nascer em crianças que

terão maior risco de mortalidade. Se o ganho de peso é afetado pelo crescimento da adolescente é ainda debatido. Alguns autores sugerem que há uma competição pelos nutrientes entre a adolescente em crescimento e o feto e o ganho de peso da gestante adolescente necessitaria ser maior para compensar isso. Outros discordam que as adolescentes grávidas estejam em processo de crescimento rápido e colocam que a competição significativa pelos nutrientes ocorre tão raramente, que não é preciso considerá-la como um problema de saúde pública (JOHNSTON, 1991).

Tem sido reportado que em mães adolescentes são mais comuns o baixo peso ao nascer e/ou a prematuridade. Porém, outros dados sugerem que este problema pode ser atribuído a características de saúde e sociais das mães adolescentes. Em um estudo, 275 crianças nascidas de adolescentes foram avaliadas. A única diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos (adolescentes e adultas), foi que as primeiras geraram crianças com peso menor que as adultas. Os resultados mostraram que outros fatores, sociais e de saúde, tais como ganho de peso durante a gestação, peso pré-gestacional, raça, sexo da criança e uso de maconha durante a gestação, estavam independentemente associados aos problemas observados nas crianças. Análises subsequentes dos dados obtidos demonstraram também que ser adolescente (idade menor que 16 anos) não prediz, independentemente, o baixo peso ao nascer ou outros problemas adversos. Estes dados suportam a visão de que outros fatores são mais importantes para os problemas fetais em mães primíparas, que o fato de ser adolescente (ZUCKERMAN *et al.*, 1983).

O peso ao nascer tem sido utilizado como indicador de desenvolvimento social. Em um inquérito realizado em Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, DA SILVA *et al.* (1992) verificaram que o maior percentual de nascimentos com baixo peso ocorreu entre mães jovens, fumantes e pertencentes às classes trabalhadoras, refletindo a existência de diversos fatores de risco associados ao baixo peso ao nascer, tais como baixa escolaridade, cuidado pré-natal inadequado, alta paridade, diferenças no comportamento reprodutivo, além do hábito de fumar, do nível sócio-econômico e da idade materna.

Na cidade de Campinas, São Paulo, Brasil, MOURA *et al.* (1990) submeteram 26 gestantes a estudo nutricional, por avaliação antropométrica e dietética. Do total de gestantes estudadas encontrou-se, com desnutrição, 23% na primeira consulta ao pré-natal. Além disso, os mesmos autores verificaram que 26,9% das gestantes eram jovens (com idade entre 16 e 20 anos).

Ainda no estado de São Paulo, ALEGRIA *et al.* (1989), estudando 349 gestantes na Grande São Paulo, verificaram que 22,2% eram adolescentes, com idade inferior a 20 anos. Além disso, esse grupo apresentou a maior proporção de partos operatórios, intercorrências intraparto e no puerpério, em comparação às gestantes adultas, concluindo que o fator idade faz com que as adolescentes apresentem, durante a gestação para si e para o conceito, maior risco reprodutivo.

LIPPI *et al.* (1989) estudaram o baixo peso ao nascer em 18.804 eventos obstétricos consecutivos, verificando que o baixo peso ao nascer ocorreu em 15,93% dos recém-nascidos. Foi possível encontrar uma associação estatisticamente significativa, entre o baixo peso ao nascer e a idade materna, principalmente em mulheres com menos de 17 anos. Assim, os autores sugerem programas educacionais sobre reprodução humana para adolescentes, dada a gravidade do problema.

Da mesma forma, LAURENTI & BUCHALLA (1985) analisaram 12.999 nascimentos ocorridos no período de um ano, verificando que a mortalidade perinatal é muito maior para os recém-nascidos de baixo peso, diminuindo à medida que aumenta o peso ao nascer. Esse coeficiente também foi elevado nos casos de mães jovens (menores de 15 anos).

Assim, a gravidez de jovens adolescentes, que ainda estão em processo de crescimento e com deficiente estado nutricional, pode ser deletéria, pois a desnutrição afeta o desenvolvimento materno e o fetal, provavelmente devido à competição pelos nutrientes (NAEYE, 1981).

Em estudos utilizando-se animais experimentais, os resultados obtidos parecem expressar a mesma situação que ocorre na população adolescente humana. MELLO (1985), verificou que os filhotes de ratas jovens alimentadas

com dieta hipoprotéica, pesaram significativamente menos ao nascer, do que aqueles de ratas adultas submetidas à mesma dieta.

Em outro estudo utilizando-se ratas, o ganho de peso durante a gestação foi 50% menor no grupo de ratas desnutridas jovens (submetidas à dieta com 6% de caseína), em relação às fêmeas desnutridas não grávidas, sugerindo que os efeitos deletérios da desnutrição são mais graves quando a gravidez é sobreposta num organismo ainda em fase de crescimento. Além disso, os menores pesos fetais foram observados na prole das mães jovens desnutridas, sendo que este grupo também apresentou maiores taxas de mortalidade perinatal, em relação às adultas, indicando que os efeitos da desnutrição materna sobre o neonato são severos o suficiente para impedir sua sobrevivência (CURY *et al.*, 1983).

Assim, a rata como modelo experimental, parece ser adequada para o estudo dos efeitos da desnutrição sobre o organismo, seja materno ou fetal.

II. MATERIAL E MÉTODO

1. POLPA DE LARANJA

1.1. Obtenção da Polpa de Laranja

O material fibroso da polpa de laranja utilizado como fonte de fibra no preparo das dietas deste estudo, foi obtido como subproduto na produção de suco de laranja e fornecido pela CITROSUCO PAULISTA - S/A, Limeira, São Paulo, Brasil.

Após a extração do suco, esse material foi separado no "finisher", sendo constituído pelas vesículas que armazenam o suco e a membrana que separa a polpa em gomos. Inicialmente, a polpa de laranja foi lavada, secada em Secador de Bandejas com circulação de ar a 70°C, moída em Moinho de Martelo, embalada em sacos de polietileno e armazenada a 22°C (AREAS, 1994).

1.2. Caracterização da Polpa de Laranja

As Tabelas 1 e 2 relacionam, respectivamente, a composição química da polpa de laranja e a distribuição percentual de seus principais componentes fibrosos, além da fermentabilidade da fração FDN (AREAS, 1994).

2. ANIMAIS

Para a realização do ensaio biológico, foram utilizadas ratas Wistar (com 21 dias de idade e peso médio de 38,63 ± 11,02 g) e ratos machos Wistar adultos (com peso médio de 279,63 ± 32,35 g), fornecidos pelo Biotério Central da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, SP, Brasil.

Tabela 1. Composição química da polpa de laranja (AREAS, 1994).

COMPONENTES	(%)
Umidade	5,9
Proteína	10,7
Gordura	1,2
Açúcares solúveis totais	9,9
Cinza	1,2
Fibra alimentar total	71,1

Tabela 2. Distribuição percentual dos componentes fibrosos da polpa de laranja em relação ao teor de fibra total e fermentabilidade da fração FDN (F=%) (AREAS, 1994).

COMPONENTES	(%)	F (%)
Celulose	36,0	-
Hemicelulose	3,0	-
Lignina	6,0	-
Substâncias pécnicas ¹	55,0	-
Fibra alimentar total	100,0	-
Fração FDN ²	-	60,0

¹ ácido anidrouurônico

² celulose + hemicelulose + lignina

3. DIETAS

Quatro dietas foram utilizadas: duas normoprotéicas - 25% de proteína sem (N) ou com (NF) a adição de 20% da polpa de laranja e duas hipoprotéicas - 6% de proteína sem (H) ou com (HF) a adição de 20% da polpa de laranja. A fonte protéica foi a caseína.

A polpa de laranja foi introduzida nas dietas às expensas de uma quantidade equivalente de carboidrato digerível (dieta convencional), segundo BARBOSA & JOKL (1987), na concentração de 20%.

A composição e o teor de proteína das dietas utilizadas no ensaio biológico estão relacionados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

4. ENSAIO BIOLÓGICO

As fêmeas foram alimentadas, desde o desmame até o dia do sacrifício, com as dietas experimentais. Os machos receberam dieta comercial (Ração para roedores - PURINA).

Durante todo o experimento, os animais receberam dieta e água *ad libitum* e foram mantidos em sala com temperatura entre 22°C e 26°C e fotoperíodo de 12 horas de luz / 12 horas de obscuridade.

Dividiu-se o ensaio biológico em 2 períodos distintos, descritos a seguir:

4.1. Período Pré-Puberal

As fêmeas (com 21 dias de idade) foram mantidas em gaiolas coletivas (5 fêmeas por gaiola) durante o período pré-puberal, formando os seguintes grupos experimentais:

- a) H - fêmeas desnutridas alimentadas com dieta hipoprotéica isenta da polpa de laranja;
- b) HF - fêmeas desnutridas alimentadas com dieta hipoprotéica contendo 20% da polpa de laranja;

Tabela 3. Composição das dietas utilizadas no ensaio biológico (g/100g).

COMPONENTES	DIETAS			
	N	NF	H	HF
Proteína	25	25	6	6
Óleo de milho	10	10	10	10
Mistura salina ¹	5	5	5	5
Mistura vitamínica ²	2	2	2	2
Cloridrato de colina	4	4	4	4
Polpa de laranja	-	20	-	20
Amido de milho (75%)				
Carboidratos			quantidade suficiente para	
Sacarose (25%)			completar 100g de ração	

¹ ROGERS & HARPER (1965).

² NBC (1977 e 1978).

Tabela 4. Teor de proteína¹ (%) das dietas utilizadas no ensaio biológico.

DIETAS	PROTEÍNA (%)
H	5,9
HF	8,9
N	24,4
NF	28,0

¹ Determinado na amostra seca segundo o Método Micro-Kjeldahl.

- c) N - fêmeas normais alimentadas com dieta normoprotéica isenta da polpa de laranja;
- d) NF - fêmeas normais alimentadas com dieta normoprotéica contendo 20% da polpa de laranja.

Durante o período pré-puberal, foram determinados o ganho de peso corporal, a idade de início da puberdade e do ciclo estral e a taxa de mortalidade.

4.2. Período Pós-Puberal

Após a constatação do início da puberdade através do diagnóstico do ciclo estral, todas as fêmeas foram mantidas em gaiolas coletivas (4 fêmeas e um macho - acasalamento poligâmico), segundo BAKER (1979), por um período de 48 horas.

Decorridas 2 noites, os machos foram retirados e as fêmeas transferidas para gaiolas metabólicas individuais onde permaneceram até o final do experimento. O dia de separação dos machos foi considerado o 1° dia de gestação.

Após o acasalamento, as fêmeas foram distribuídas nos seguintes grupos:

- a) H - fêmeas desnutridas não-grávidas alimentadas com dieta hipoprotéica isenta da polpa de laranja;
- b) HG - fêmeas desnutridas grávidas alimentadas com dieta hipoprotéica isenta da polpa de laranja;
- c) HF - fêmeas desnutridas não-grávidas alimentadas com dieta hipoprotéica contendo 20% da polpa de laranja;
- d) HFG - fêmeas desnutridas grávidas alimentadas com dieta hipoprotéica contendo 20% da polpa de laranja;
- e) N - fêmeas normais não-grávidas alimentadas com dieta normoprotéica isenta da polpa de laranja;
- f) NG - fêmeas normais grávidas alimentadas com dieta normoprotéica isenta da polpa de laranja;

- g) NF - fêmeas normais não-grávidas alimentadas com dieta normoprotéica contendo 20% da polpa de laranja;
- h) NFG - fêmeas normais grávidas alimentadas com dieta normoprotéica contendo 20% da polpa de laranja.

Durante o período pós-puberal, foram avaliados em todas as ratas o peso corporal, a ingestão alimentar e hídrica.

5. SACRIFÍCIO

Ao 19º dia de gestação todas as fêmeas foram sacrificadas por decapitação no estado alimentado no período da manhã.

O sangue foi coletado em tubos previamente heparinizados. O sangue foi então centrifugado e o plasma congelado para posterior determinação da glicose e do teor de proteínas totais plasmáticos.

Após a decapitação, foi feita a remoção cirúrgica dos seguintes órgãos : estômago+conteúdo gástrico e ceco+cólon (sem conteúdo), que foram imediatamente pesados.

Também foram determinados os pesos fetais, o tamanho das ninhadas e calculadas a incidência de gravidez e a taxa reabsorção fetal.

6. PARÂMETROS AVALIADOS

Os parâmetros relacionados foram determinados como segue:

6.1. Período Pré-Puberal

6.1.1. Ganho de Peso Corporal: a determinação foi realizada em balança para pesagem de animais, de 2 em 2 dias, sempre à mesma hora. O ganho de peso foi calculado como sendo a diferença entre o peso do animal no último dia do período e o peso do mesmo no último dia do período anterior.

6.1.2. Início da Puberdade e do Ciclo Estral: a partir dos 45 dias de idade, todas as fêmeas foram submetidas a análise diária de esfregaços do epitélio vaginal, para a determinação da idade de início da puberdade além do diagnóstico da fase do ciclo estral, conforme descrito por BAKER (1979). Para tanto, cada fêmea foi segura pelo dorso e introduzida na vagina solução salina 0,9% com o auxílio de uma pipeta. Foram então aspiradas algumas gotas desta solução e examinadas diretamente ao microscópio óptico com aumento de 40 x.

6.1.3. Taxa de Mortalidade: avaliou-se a percentagem de óbitos dos grupos desnutridos durante o período pré-puberal.

6.2. Período Pós-Puberal / Sacrifício

6.2.1. Parâmetros Bioquímicos

As seguintes determinações foram realizadas com os respectivos kits da CELM (Barueri, SP, Brasil) :

6.2.1.1. Glicose Plasmática: determinada segundo o método enzimático colorimétrico para determinação de glicose em sangue e outros líquidos biológicos descrito por TRINDER (1969);

6.2.1.2. Proteínas Totais Plasmáticas: determinadas segundo o método colorimétrico para determinação de proteínas totais em soro e outros líquidos biológicos segundo HENRY *et al.* (1957).

6.2.2. Parâmetros Nutricionais

6.2.2.1. Ganho de Peso Corporal: a determinação foi realizada em balança para pesagem de animais, de 2 em 2 dias, sempre à mesma hora. O ganho de peso foi calculado da mesma forma como no período pré-puberal. O peso corporal das

fêmeas grávidas foi determinado subtraindo-se os pesos dos fetos e placentas respectivos.

6.2.2.2. Ingestão Alimentar e Hídrica: após a distribuição das fêmeas nas gaiolas metabólicas, foram fornecidas dieta e água em quantidade e volume conhecidos. Após 48 horas, foram anotadas as sobras, calculando-se as quantidades ingeridas;

6.2.2.3. Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA): seu cálculo foi efetuado como sendo o quociente entre o ganho de peso total e a ingestão acumulativa de dieta (somatória Σ da dieta ingerida) durante a permanência das fêmeas nas gaiolas metabólicas, segundo a fórmula:

$$\text{CEA} = \frac{\text{GANHO DE PESO TOTAL (g)}}{\Sigma \text{ DIETA INGERIDA (g)}}$$

6.2.3. Pesos de Órgãos: após a remoção cirúrgica, foram determinados os pesos absoluto e relativo (gramas de tecido/100 gramas de peso corporal) dos seguintes órgãos: estômago+conteúdo gástrico e ceco+cólon (sem conteúdo).

6.2.4. Parâmetros Reprodutivos e Gestacionais

6.2.4.1. Incidência de Gravidez: foi calculada como a percentagem de gravidez apresentada pelos grupos experimentais.

6.2.4.2. Peso Fetal e Tamanho das Ninhadas: após o sacrifício, foi realizada a remoção dos fetos, que foram a seguir pesados e quantificados.

6.2.4.3. Taxa de Reabsorção Fetal: seu cálculo foi efetuado como sendo a percentagem de fetos reabsorvidos (quantificados através de observação visual) em relação ao número total de fetos vivos do grupo avaliado.

7. PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Foram utilizados Teste de Qui-Quadrado - χ^2 (SPIEGEL, 1984) e Análise de Variância - ANOVA (JOHNSON & WICHERN, 1988), para análise estatística dos resultados. Estabeleceu-se 5% ($p < 0,05$) como nível de significância. Além disso, foram considerados como “tendência não significativa”, apenas os resultados **significativos** a nível de 10% ($p < 0,10$).

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Período Pré-Puberal

1.1. Ganho de Peso Corporal

A Figura 1 apresenta os dados relativos ao ganho de peso corporal cumulativo dos grupos H, HF, N e NF do 21° ao 45° dias de idade. Essa Figura refere-se, assim, ao período compreendido entre o início do ensaio biológico (21° dia de idade, no desmame) e o início da puberdade das ratas normais (grupos N e NF), observado no 45° dia de idade. Verificou-se que as ratas desnutridas apresentaram ganho de peso significativamente menor, em relação às ratas normais (Figura 2). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos N e NF. Por outro lado, houve tendência de maior ganho de peso do grupo desnutrido alimentado com a polpa de laranja na dieta (grupo HF), quando comparado ao grupo H (Figuras 3 e 4, respectivamente).

Estudos envolvendo análises nutricionais, de modo geral, relatam alterações desenvolvimentais em animais desnutridos, como a diminuição do peso corporal, principalmente nas etapas iniciais da vida (ANTHONY & EDOZIEN, 1975; BELDA & ZUCAS, 1982).

Dessa forma, observa-se que o ganho de peso corporal apresenta-se reduzido em animais tratados com dietas contendo percentagens inferiores a 15% de proteína (HARPER & PETERS, 1989). TURNER (1973) verificou que ratas em crescimento, consumindo dieta hipoprotéica a partir de 23 dias de idade, demoraram seis meses para ganhar cerca de 150 g de peso, enquanto que ratas consumindo dieta normoprotéica, da mesma idade, atingiram o mesmo peso em quatro meses. Assim, as ratas que foram alimentadas com dieta deficiente em proteína (grupos H e HF), tiveram sua taxa de crescimento limitada por seu consumo protéico inadequado.

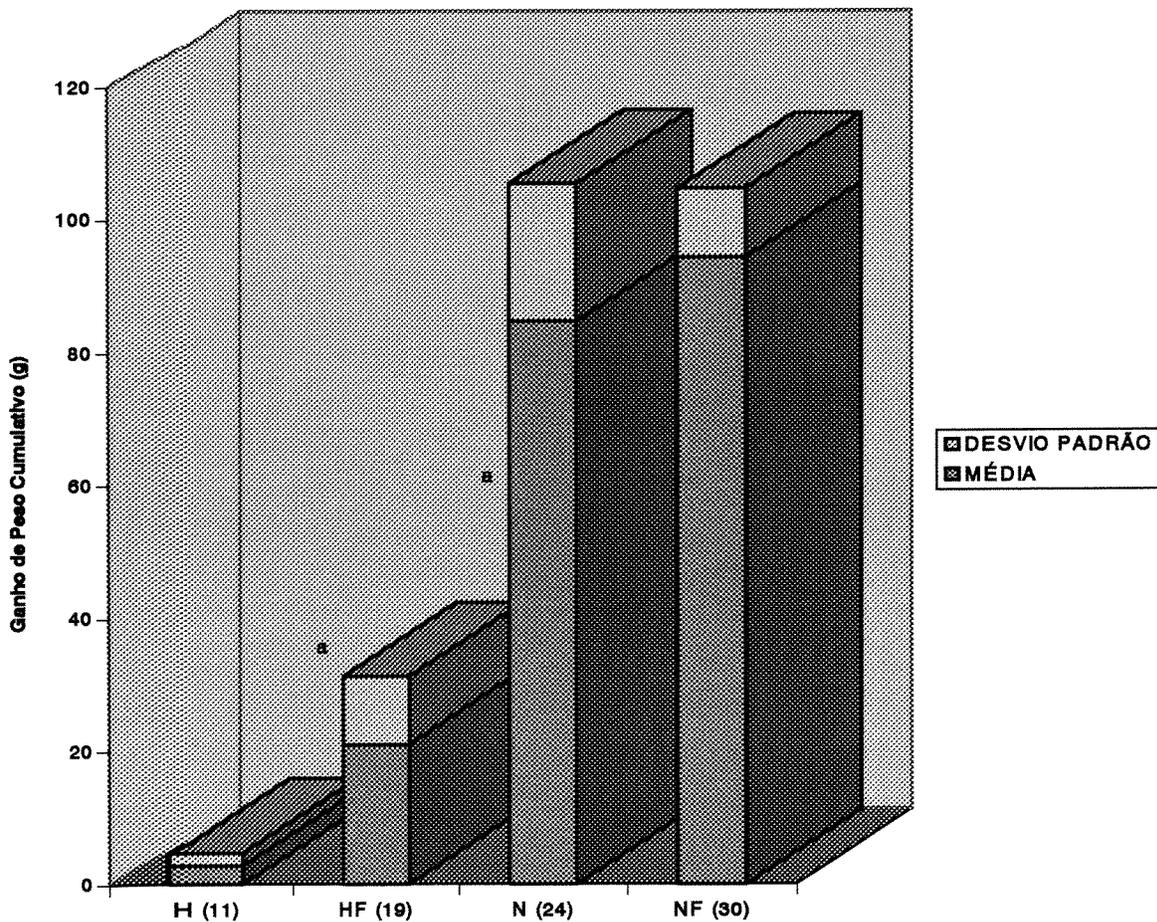


FIGURA 1. Ganho de peso cumulativo, em gramas (g), durante o período compreendido entre o 21° e o 45° dias de idade, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H e HF vs N e NF.



Figura 2. Fêmea do grupo N (peso: 151,6 g); fêmea do grupo HF (peso: 61,2 g); fêmea do grupo H (peso: 43,9 g). Idade média: 50 dias.



Figura 3. Fêmea do grupo HF. Peso: 61,2 g.

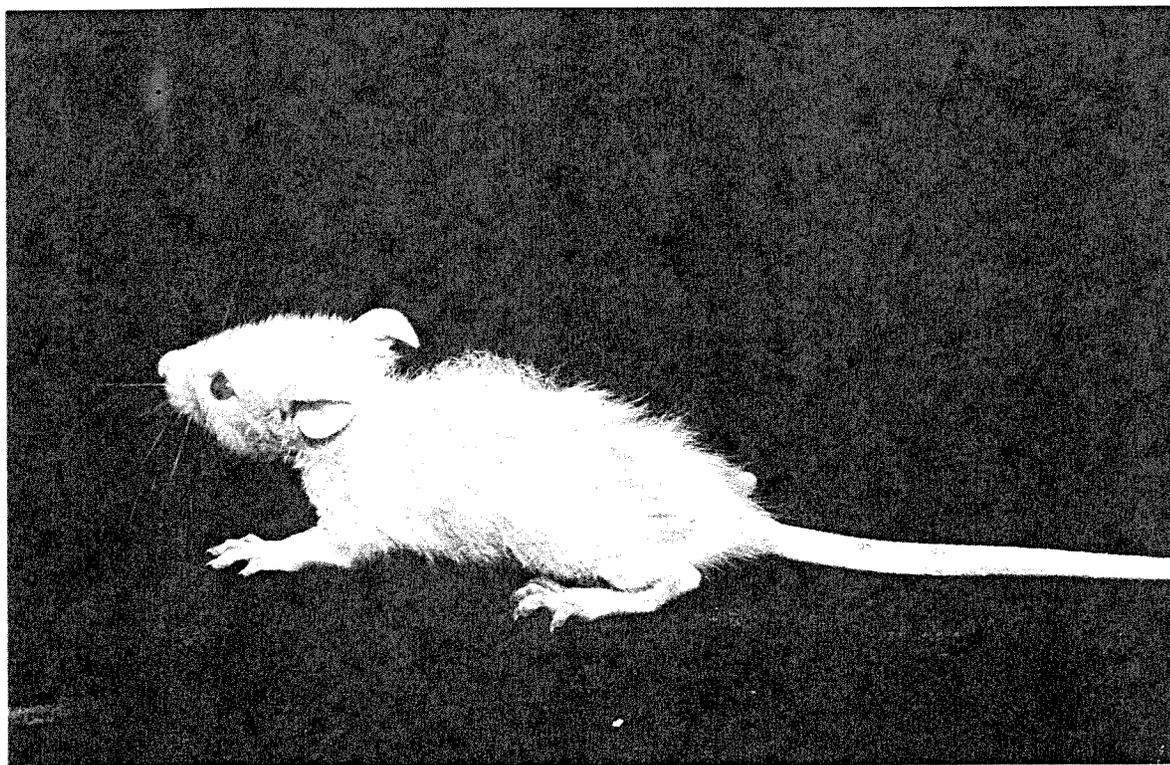


Figura 4. Fêmea do grupo H. Peso: 43,9 g.

A Figura 5 expressa o ganho de peso do 21º dia de idade (início do ensaio biológico), até o início da puberdade das ratas desnutridas, observado por volta do 85º e 75º dias de idade nos grupos H e HF, respectivamente. Os grupos N e NF não estão incluídos nessa figura, já que os mesmos tornaram-se púberes na idade de 4-5 dias, como referido acima. Observou-se que ainda persiste nessa fase, a tendência de maior ganho de peso do grupo HF em relação ao grupo H, verificada anteriormente (Figura 1).

A fonte de fibra utilizada em nosso estudo contém em sua composição química um teor de proteína de 10,7% (Tabela 1), que pode ter sido utilizado pelas ratas desnutridas durante o período de crescimento. De fato, a polpa de laranja proporcionou aumento do teor protéico da dieta HF (8,9%) em relação à dieta H (5,9%) (Tabela 4). A concentração protéica considerada como a mínima necessária para suportar o crescimento e a gestação em ratas Wistar, é de 12% (BAKER, 1979), tendo assim a dieta HF um teor protéico mais próximo do recomendado, do que a dieta H. Com isso, sugerimos que a ingestão da polpa de laranja foi benéfica para as ratas desnutridas, pois o aumento do teor protéico da dieta HF, pode ter proporcionado a tendência de maior ganho de peso corporal observada nesse grupo durante toda a fase pré-puberal. Por outro lado, a ingestão da polpa de laranja não alterou o ganho de peso das ratas normais (grupo NF em relação ao grupo N), nesse período.

1.2. Início da Puberdade e do Ciclo Estral

A Figura 6 apresenta os dados obtidos quanto a idade de início da puberdade e do ciclo estral dos grupos experimentais. Observou-se que houve atraso significativo no início da puberdade nos grupos desnutridos (H e HF) em relação aos grupos normais (N e NF), nos quais a puberdade iniciou-se aos 45 dias de idade. Porém, o grupo HF apresentou atraso significativamente menor no início da puberdade, quando comparado ao grupo H ($75,1 \pm 6,0$ e $84,6 \pm 5,4$ dias de idade, respectivamente).

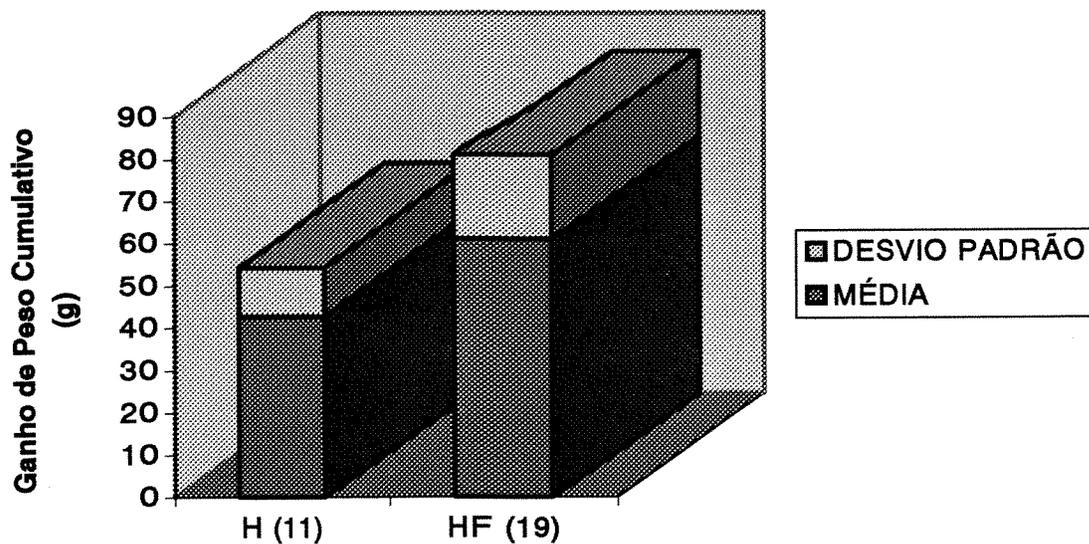


Figura 5. Ganho de peso cumulativo, em gramas (g), dos grupos desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, durante o período compreendido entre o 21º dia de idade e o início da puberdade (85º e 75º dias de idade, respectivamente).

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

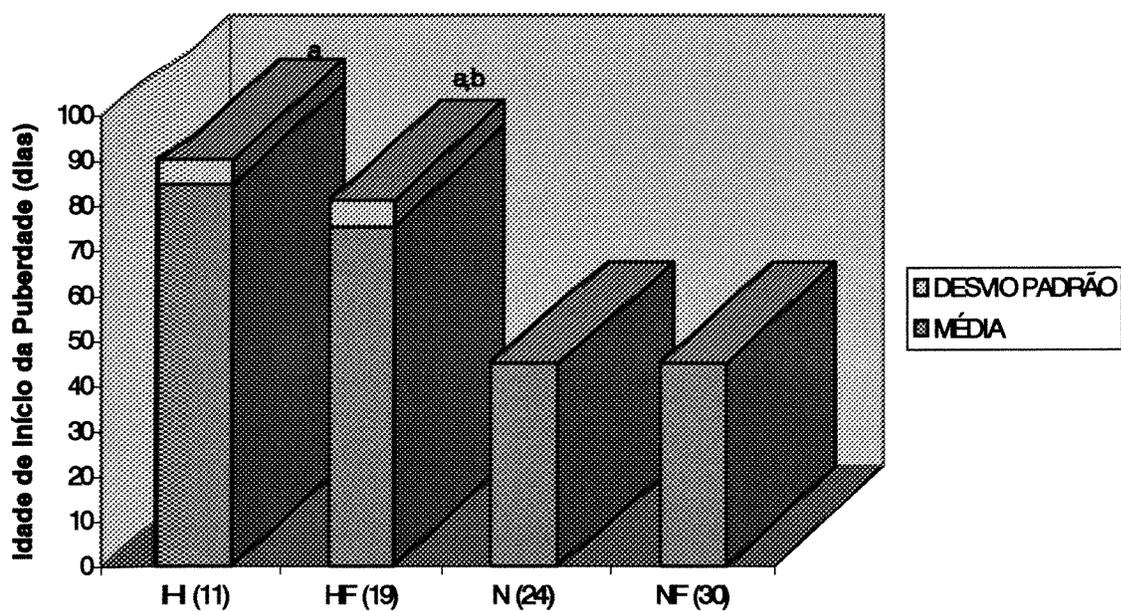


Figura 6. Idade de início da puberdade e do ciclo estral (dias) dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H e HF vs N e NF, b = H vs HF.

Na rata, a puberdade ocorre por volta dos 50-60 dias de idade; contudo, tem sido referido que um ciclo estral ovulatório pode iniciar-se aos 45 dias de idade (BAKER, 1979), tal como verificou-se nos grupos normais (N e NF). Tem sido sugerido também que a ingestão de dieta com alto teor de fibra alimentar, afeta o metabolismo de hormônios esteróides (ADLERCREUTZ *et al.*, 1987; GOLDIN *et al.*, 1982), podendo ter como conseqüência, diversas alterações verificadas em mulheres, tais como: retardo na maturidade física e/ou hormonal, amenorréia e outras alterações hormonais e no ciclo sexual (ADLERCREUTZ *et al.*, 1991; DE RIDDER *et al.*, 1991; GOLDIN *et al.*, 1982; PEDERSEN *et al.*, 1991). Contudo, nossos resultados indicam que a ingestão da polpa de laranja não alterou esse parâmetro no grupo NF em relação ao grupo N, pois ambos tornaram-se púberes na mesma idade (45 dias).

Por outro lado, observou-se que as ratas desnutridas tiveram atraso significativo no início da puberdade, quando comparadas às normais.

A natureza exata da interação entre o balanço energético e a reprodução é ainda pouco conhecida. A ovulação, em mamíferos, é dependente de um acúmulo de gordura corpórea. Assim, a fêmea jovem não pode ovular pela primeira vez até que tenha acumulado uma quantidade crítica de gordura em relação à sua massa corporal (FRISCH & McARTHUR, 1974). Dessa forma, o efeito inibitório de um consumo calórico reduzido sobre a função reprodutiva de ratas está bem estabelecido. Ratas submetidas à restrição alimentar (50% de restrição quantitativa), pararam de ciclar em três semanas (BECKER & PIACSEK, 1993). Observou-se também que a restrição alimentar diminuiu a liberação de LHRH, a concentração plasmática de LH e retardou o início da puberdade (PRASAD *et al.*, 1993).

Assim, um consumo energético restrito, retarda o início da puberdade em ratas. Esse resultado pode ser explicado pelo estresse ocasionado pela imposição da deficiência alimentar aos animais. Outra explicação possível, é a de que um consumo energético reduzido inibe a secreção de gonadotropina (ARTS *et al.*, 1992). Teoricamente, variáveis relacionadas ao estado nutricional devem

atingir o hipotálamo, alterando a produção do hormônio liberador de gonadotropina (LHRH), levando assim a alteração do hormônio luteinizante plasmático (LH) e com isso, afetar a atividade reprodutiva. Assim, a ovulação é o resultado final de uma soma de eventos ovarianos, pituitários e hipotalâmicos, a maioria dos quais são susceptíveis à regulação energética (BRONSON & MANNING, 1991).

Tais considerações podem, assim, explicar o atraso significativo observado no início da puberdade nas ratas desnutridas quando comparadas às normais. Por outro lado, a polpa de laranja, proporcionando aumento do teor protéico da dieta (Tabela 4), pode ter afetado o início da puberdade das ratas desnutridas, refletido no menor atraso observado no grupo HF, em relação ao grupo H.

1.3. Taxa de Mortalidade

A Figura 7 apresenta a taxa de mortalidade (% de óbitos) dos grupos desnutridos durante o período pré-puberal. Verificou-se que as ratas desnutridas que receberam com a polpa de laranja (grupo HF) apresentaram redução significativa (cerca de 50%) na taxa de mortalidade, em relação às ratas desnutridas que não receberam a polpa na dieta (grupo H).

Uma grande incidência de mortalidade está associada à desnutrição que, associada a outros fatores, como a imunodepressão, favorecem o desenvolvimento de doenças ocasionando a alta mortalidade geralmente observada em indivíduos desnutridos (GONZÁLEZ-COSSÍO & DELGADO, 1991).

Contudo, a alta taxa de mortalidade observada nas ratas desnutridas parece ter sido também afetada pelo consumo da polpa de laranja (grupo H em relação a HF, respectivamente). Com isso, a polpa de laranja, proporcionando aumento do teor protéico da dieta HF (Tabela 4), pode ter contribuído para minimizar a taxa de mortalidade no grupo desnutrido.

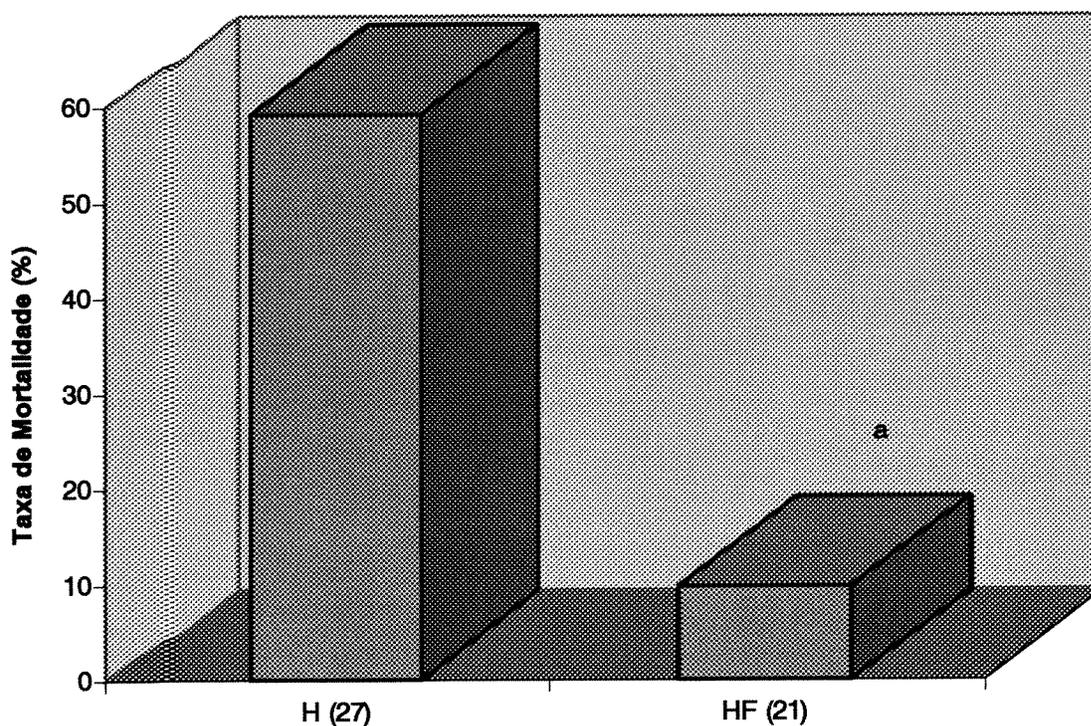


Figura 7. Taxa de mortalidade (% de óbitos) durante o período pré-puberal dos grupos desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.

Valores expressos em percentagem.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H vs HF.

Assim, avaliando-se todo o período pré-puberal, verificou-se que a ingestão da polpa de laranja não afetou os parâmetros estudados nas ratas normais (grupo NF). Por outro lado, sugerimos que sua ingestão foi benéfica para as ratas desnutridas (grupo HF), devido à tendência de maior ganho de peso, menor atraso no início da puberdade e menor taxa de mortalidade observados nessas ratas, em relação ao grupo H. O aumento do teor protéico da dieta HF (Tabela 4) proporcionado pela presença da polpa de laranja, foi provavelmente o fator principal que minimizou os efeitos deletérios que a dieta hipoprotéica acarretou durante a fase de crescimento nas ratas desnutridas (grupo H).

2. Período Pós-Puberal / Sacrifício

2.1. Parâmetros Bioquímicos

2.1.1. Glicose Plasmática

A Figura 8 apresenta os valores glicêmicos das ratas normais e desnutridas (grávidas e não grávidas), determinados após o sacrifício. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos estudados (H, HF, HFG, N, NG, NF e NFG).

Vários estudos relatam valores normais ou reduzidos de glicose plasmática na desnutrição, dependendo de seu tipo e intensidade (GOBATTO, 1993). Baixos índices circulantes de glicose em ratas jovens desnutridas, podem ocorrer devido à redução das reservas de glicogênio hepático nestas condições (FERRARI *et al.*, 1992). Além disso, MELLO *et al.* (1987), verificaram que ratas jovens grávidas submetidas à dieta contendo 6% de proteína durante a gestação, mostraram, após o parto, uma redução significativa nos níveis de glicose circulante, do que as ratas jovens controle, que consumiram dieta com 25% de proteína.

Contudo, nossos resultados mostraram que os grupos de ratas desnutridas grávidas e não grávidas (H, HF e HFG), apresentaram glicemia semelhante à dos grupos normais (N, NG, NF e NFG), o que sugere que nosso protocolo

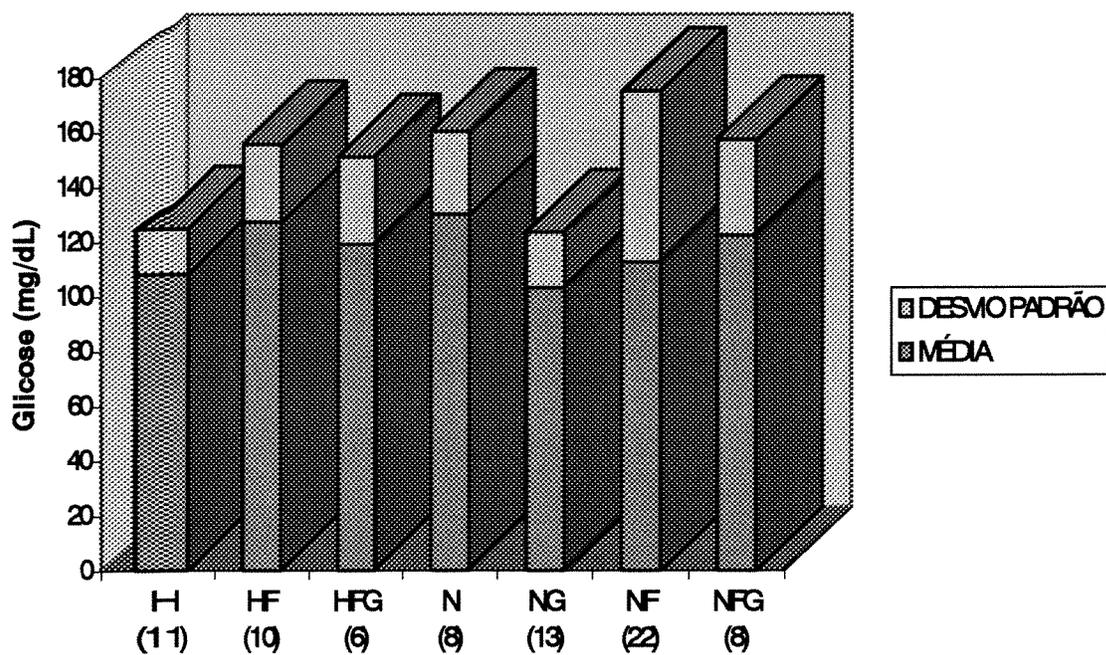


Figura 8. Valores plasmáticos de glicose, em mg/dL, ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

experimental, ou seja, o tipo e a intensidade de desnutrição estudados, não resultaram em alteração significativa da glicemia nas ratas jovens desnutridas.

Apesar de ser sugerido que a ingestão de dieta contendo fibras alimentares, através de diversos mecanismos propostos, possa alterar o metabolismo de glicose diminuindo tanto sua absorção no trato gastrointestinal quanto sua concentração plasmática (CHERBUT *et al.*, 1994; JEFFREYS, 1974; JENKINS *et al.*, 1977; JENKINS *et al.*, 1978; KHOKHAR, 1994; LECLÈRE *et al.*, 1994), os grupos desnutridos e normais que receberam a polpa de laranja na dieta (HF, HFG, NF e NFG), também apresentaram glicemia semelhante a dos demais grupos (H, N e NG), indicando que a inclusão da polpa de laranja, tanto em dieta normo como hipoprotéica, não alterou significativamente o teor de glicose plasmática dos animais, em nossas condições experimentais. Nossos resultados são semelhantes àqueles obtidos por AREAS (1994), que verificou que a administração da polpa de laranja a ratos adultos normais, não alterou a biodisponibilidade da glicose, resultando na manutenção dos níveis glicêmicos (como verificado comparando-se os grupos N e NF).

Além disso, nossos resultados também mostraram que as glicemias entre as ratas grávidas e não-grávidas desnutridas foi semelhante (grupos HF e HFG), indicando que a associação entre a desnutrição e a gestação nestes grupos, na presença de fibra, não levou à competição entre mãe e feto por este nutriente, como sugerido por FERRARI *et al.* (1992).

2.1.2. Proteínas Totais Plasmáticas

A Figura 9 apresenta os teores de proteínas totais plasmáticas das ratas normais e desnutridas (grávidas e não grávidas) no sacrifício. Observou-se que o teor de proteínas totais não foi diferente entre os grupos experimentais (H, HF, HFG, N, NG, NF e NFG). Porém, verificou-se uma tendência de diminuição das proteínas totais plasmáticas nos grupos desnutridos (H, HF e HFG) em relação aos grupos normais (N, NG, NF e NFG).

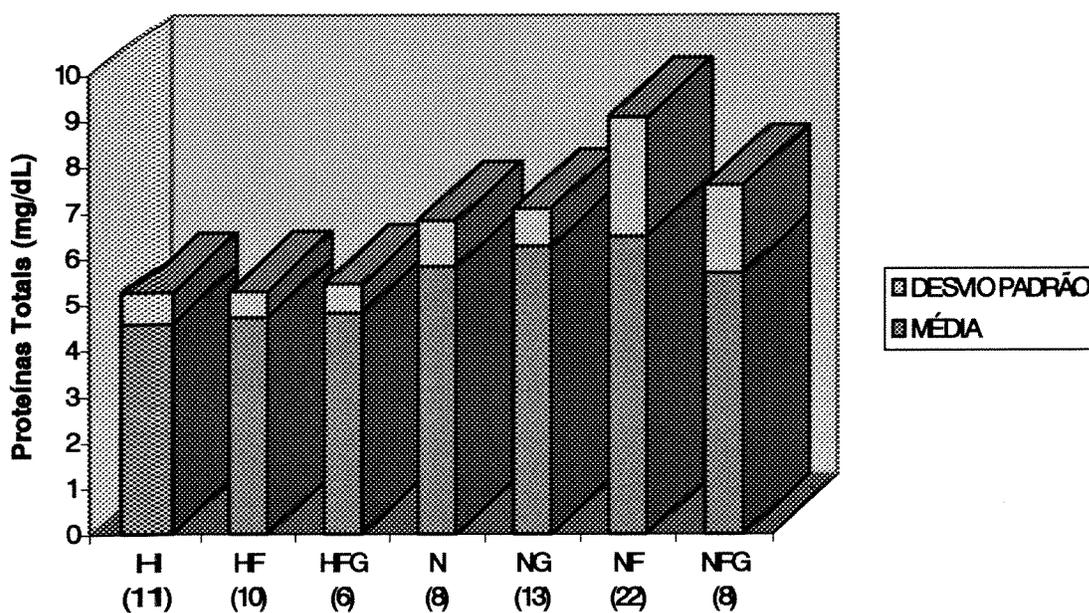


Figura 9. Valores plasmáticos de proteínas totais, em mg/dL, ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Resultados semelhantes foram obtidos por AREAS (1994) e REIS (1994), em ratos, utilizando a polpa de laranja como fonte de fibra alimentar, onde não foram observadas alterações no teor plasmático de proteínas totais. Pode-se, assim, inferir que a adição da polpa de laranja não afetou este parâmetro também em nosso estudo.

Por outro lado, segundo MITCHELL (1978), a determinação de proteína total é um dos parâmetros úteis na avaliação do estado nutricional; portanto, a desnutrição protéica acarretou uma tendência de diminuição neste parâmetro tanto nas ratas grávidas como nas não-grávidas (H, HF e HFG), independente da presença da polpa de laranja na dieta, caracterizando assim o estado desnutrido, pois para a avaliação bioquímica do estado nutricional, concentrações séricas reduzidas de proteínas totais, são indicativas de desnutrição (ANTHONY & ADOZIEN, 1975).

2.2. Parâmetros Nutricionais

2.2.1. Ganho de Peso Corporal

A Figura 10 mostra os ganhos de peso cumulativos de todas as ratas (grupos H, HF, HFG, N, NG, NF e NFG) durante o período em que foram mantidas em gaiolas metabólicas (período pós-puberal). Observou-se que as ratas desnutridas (grupos H, HF e HFG), apresentaram ganho de peso significativamente menor, quando comparadas às normais (grupos N, NG, NF e NFG), da mesma forma como ocorreu durante o período pré-puberal.

Nossos resultados estão de acordo com outros estudos, que verificaram que a deficiência alimentar protéica causa redução no ganho de peso corporal em ratas jovens grávidas e não-grávidas (CURY, 1983; MELLO, 1985; MELLO & CURY, 1989; TURNER, 1973).

Por outro lado, as ratas normais grávidas e não-grávidas que receberam a polpa de laranja (grupos NF e NFG), tiveram ganho de peso significativamente menor, neste período, quando comparadas às ratas dos grupos normais sem a

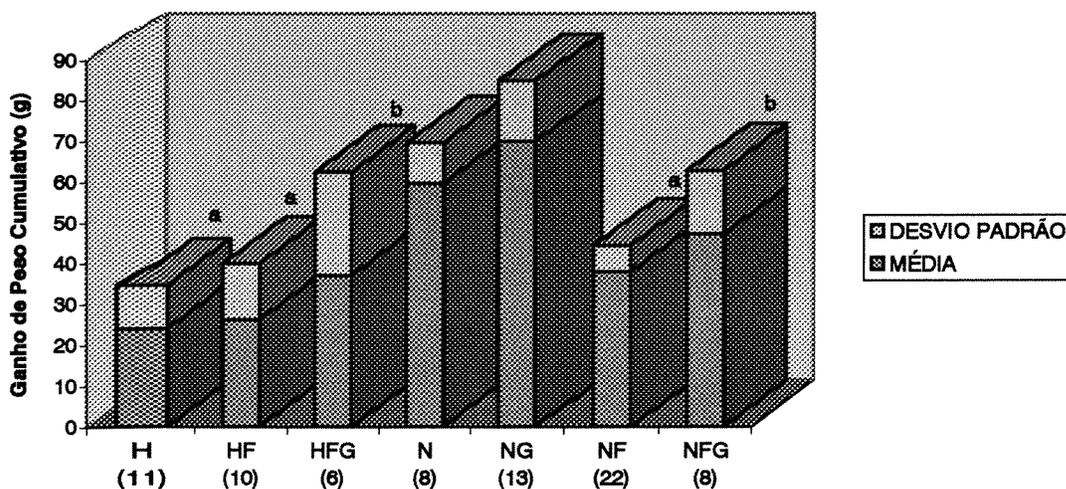


Figura 10. Ganho de peso cumulativo, em gramas (g), durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H, HF e NF vs N, b = HFG e NFG vs NG.

polpa (N e NG, respectivamente). Analisando-se as fêmeas dos grupos NF e NFG, nossos resultados não estão de acordo com outros autores, que verificaram que quando o consumo protéico é adequado e a fonte protéica de boa qualidade, a presença de alto teor de fibra alimentar na dieta não possui efeito deletério (SCHNEEMAN, 1990; SCHWEIZER & WÜRSH, 1991). Assim, acreditamos que a inclusão da polpa de laranja na dieta normal, foi prejudicial aos grupos NF e NFG, provavelmente interferindo na biodisponibilidade e utilização dos nutrientes da dieta por essas ratas que estão, ainda, em fase de crescimento.

Nesse sentido, diversos autores verificaram que a inclusão de determinadas fontes de fibra na dieta de humanos ou de ratos, reduziu a utilização da proteína da dieta, resultando, geralmente, em diminuição do ganho de peso corporal (AREAS, 1994; ARTS & THIJSEN, 1992; DONNANGELO & EGGUM, 1985; MIYOSHI *et al.*, 1986; STEVENS, 1988). Além disso, o consumo de fibra alimentar durante a gestação tem sido associado a um menor ganho de peso corporal (ANDERSON & LEAN, 1986; OLEJEME *et al.*, 1992).

Dessa forma, sugerimos que a polpa de laranja pode ter comprometido a utilização dos nutrientes da dieta nas ratas normais (grupos NF e NFG). Provavelmente, o menor ganho de peso observado nesses grupos, pode estar refletindo uma redução na biodisponibilidade de nutrientes da dieta ocasionada pela ingestão da polpa de laranja. Além disso, nossos resultados também sugerem que a ingestão da polpa de laranja, pelas ratas normais, possui um componente temporal para tornar-se deletéria, já que durante o período pré-puberal, não afetou os parâmetros estudados no grupo NF, tendo esse efeito apenas após cerca de 40 dias do consumo dessa fonte de fibra. Com isso, supomos também que a ingestão da polpa de laranja pelas ratas normais, após esse período, pode ter induzido a alterações adaptativas nas funções do trato gastrointestinal, afetando a biodisponibilidade e a utilização dos nutrientes da dieta normal.

Por outro lado, tal efeito deletério não foi verificado nas ratas desnutridas apesar de, no período pós-puberal, o ganho de peso corporal não ter sido diferente entre os grupos H e HF. É importante salientar, também, que as ratas

desnutridas, por apresentarem retardo no início da puberdade, ingeriram a polpa de laranja por mais tempo que as ratas normais (durante cerca de 70 dias). Mesmo assim, os prováveis efeitos adversos do consumo da polpa de laranja sobre a digestão e a absorção dos nutrientes da dieta, tal como sugerido para as ratas normais, parecem não ter sido prejudiciais para as ratas desnutridas, sendo, provavelmente, mais importante o aumento o teor protéico da dieta proporcionado pela polpa (Tabela 4). É provável que, dadas as diferenças observadas entre as ratas normais e desnutridas, o consumo dessa fonte de fibra atue de maneira diferente sobre o ganho de peso corporal conforme diversos fatores, tais como a idade, o tempo de experimentação e o estado nutricional dos animais em estudo.

2.2.2. Ingestão Alimentar

A Figura 11 apresenta a ingestão alimentar diária dos grupos normais e desnutridos (grávidas e não grávidas) durante o período pós-puberal em que as fêmeas foram mantidas em gaiolas metabólicas. Observou-se que as fêmeas desnutridas (grupos H, HF e HFG) apresentaram ingestão alimentar significativamente menor, quando comparadas às normais (grupos N, NG, NF e NFG).

A ingestão alimentar reduzida em animais submetidos à dietas hipoprotéicas, é freqüentemente observada. A ingestão alimentar pode ser deprimida se o conteúdo protéico da dieta for menor que a taxa limite de normalidade (HARPER & PETERS, 1989; TURNER, 1973). FERRARI *et al.* (1992), também observaram menor ingestão alimentar em ratas jovens desnutridas grávidas e não-grávidas.

Assim, TACKMAN *et al.* (1990) sugerem que a ingestão alimentar depende da concentração de aminoácidos séricos e cerebrais. Em condições de dieta hipoprotéica, estas concentrações encontram-se reduzidas, o que levaria conseqüentemente à redução na ingestão alimentar, como observada em nosso estudo.

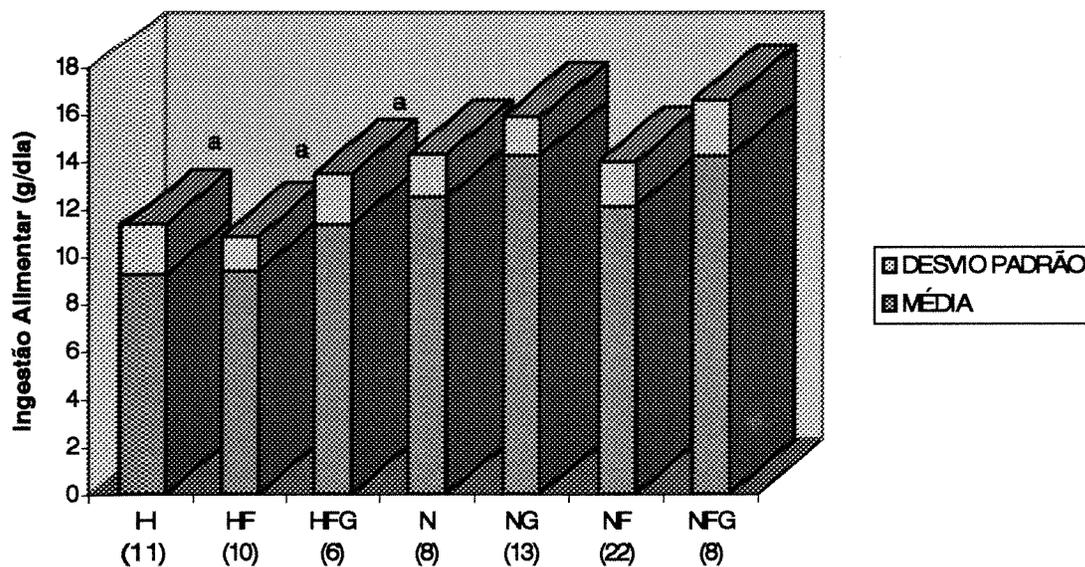


Figura 11. Ingestão alimentar, em g/dia, durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H, HF e HFG vs N, NG, NF e NFG.

Por outro lado, a polpa de laranja não afetou a ingestão alimentar nos grupos estudados.

2.2.3. Ingestão Hídrica

A Figura 12 expressa os dados referentes à ingestão hídrica diária dos grupos experimentais normais e desnutridos (grávidas e não grávidas) durante sua manutenção em gaiolas metabólicas. Verificou-se que a ingestão de água foi significativamente menor nos grupos de ratas desnutridas (H, HF e HFG), quando comparadas às ratas normais (N, NG, NF e NFG).

Por outro lado, a polpa de laranja não afetou a ingestão hídrica nos grupos estudados. Nossos resultados são corroborados por aqueles obtidos por AREAS (1994) que, utilizando a polpa de laranja em ratos, não observou diferenças significativas entre os animais em relação a esse parâmetro.

2.2.4. Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA)

A Figura 13 exprime os resultados referentes ao coeficiente de eficiência alimentar (CEA) das fêmeas normais e desnutridas (grávidas e não grávidas) durante o período pós-puberal em que permaneceram em gaiolas metabólicas. Observou-se que o CEA foi significativamente menor nas ratas desnutridas (grupos H, HF e HFG), quando comparado ao das ratas normais que não receberam a polpa de laranja na dieta (grupos N e NG); porém, apresentou-se semelhante ao CEA das fêmeas normais que receberam essa fonte de fibra (grupos NF e NFG).

FERRARI *et al.* (1992), também verificaram, em ratas jovens desnutridas, redução do CEA, característica comumente observada em humanos e animais desnutridos.

Por outro lado, a adição da polpa de laranja na dieta dos animais normais - provavelmente interferindo na biodisponibilidade e utilização dos nutrientes da dieta NF e proporcionando menor ganho de peso corporal, e na dieta dos

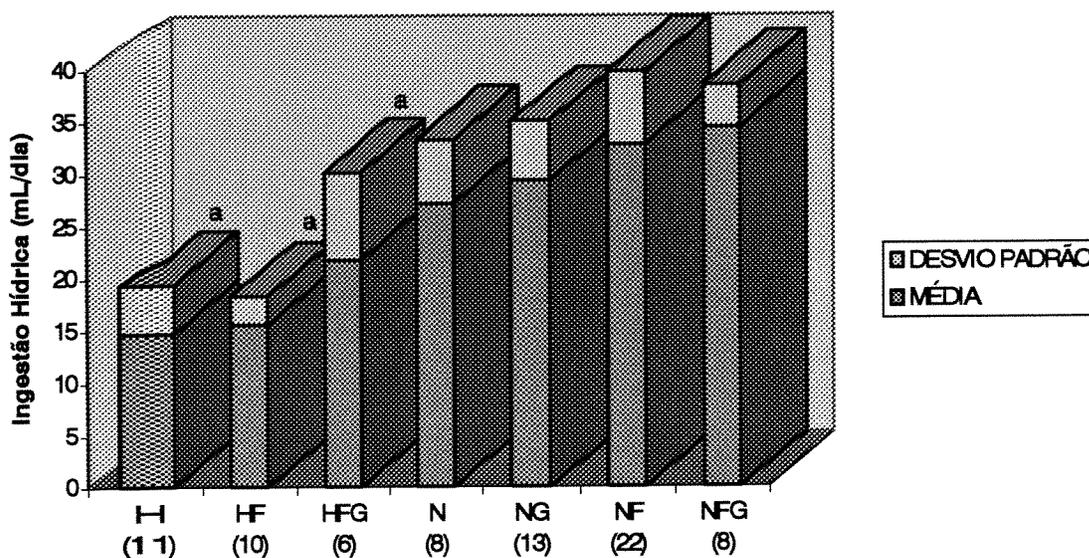


Figura 12. Ingestão hídrica, em mL/dia, durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H, HF e HFG vs N, NG, NF e NFG.

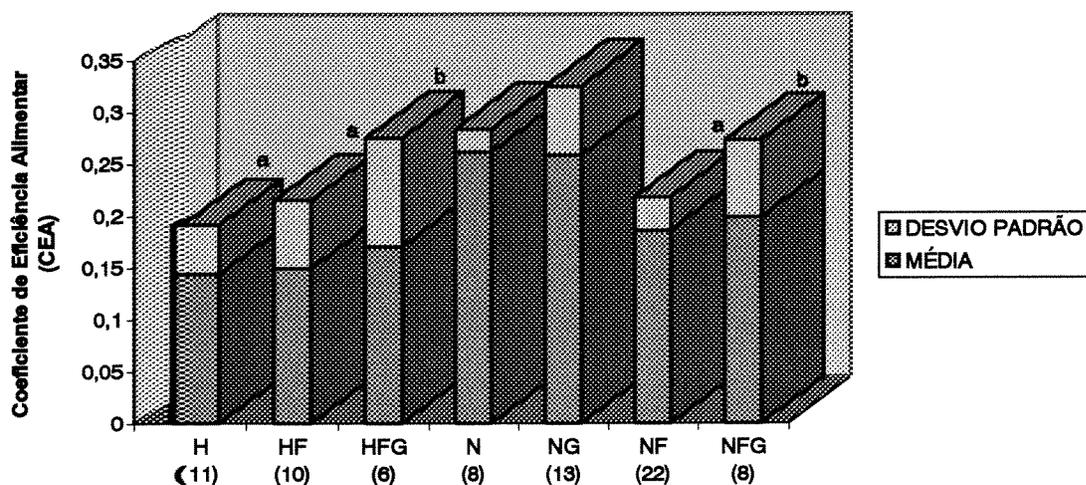


Figura 13. Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA), durante o período pós-puberal, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H, HF e NF vs N; b = HFG e NFG vs NG.

animais desnutridos - proporcionando aumento do teor protéico da dieta HF (Tabela 4), possibilitou valores semelhantes de CEA nos grupos HF, HFG, NF e NFG.

2.3. Peso de Órgãos

A Figura 14 apresenta o peso relativo do estômago+conteúdo gástrico. Verificou-se que as ratas que ingeriram a polpa de laranja na dieta (grupos HF, HFG, NF e NFG), tiveram peso relativo do estômago+conteúdo gástrico significativamente maior do que aquelas que não receberam a polpa (grupos H, N e NG).

Fontes de fibra alimentar, especialmente solúveis, devido a sua alta capacidade de hidratação, tendem a formar uma matriz de gel no interior do tubo digestivo, aumentando a viscosidade do conteúdo gastrointestinal e, dessa forma, retardam o esvaziamento gástrico (SCHNEEMAN, 1987a; SCHNEEMAN, 1989). Assim, a polpa de laranja, devido à suas características físico-químicas, retarda o esvaziamento gástrico e, por isso, o estômago + conteúdo gástrico apresentam-se maiores e com maior peso relativo em animais alimentados com essa fonte de fibra (AREAS, 1994), tal como verificamos em nosso estudo.

A Figura 15 apresenta o peso relativo do ceco+cólon. Observou-se também que as ratas que ingeriram a polpa de laranja, tiveram maior peso relativo desses órgãos (grupos HF, HFG, NF e NFG) em relação àquelas que não receberam a polpa de laranja na dieta (grupos H, N e NG).

Em ratos, polissacarídeos que induzem viscosidade aumentam o peso intestinal (BROWN *et al.*, 1979; JACOBS, 1983), porém, fibras insolúveis têm pequeno efeito sobre o mesmo (FISHER, 1957; JACOBS & WHITE, 1983).

Dessa forma, JOHNSON & GEE (1986), MONGEAU *et al.* (1991) e TAKAHASHI *et al.* (1994) encontraram aumento do peso cecal e do intestino grosso, em ratos em crescimento suplementados com fibra solúvel. Um provável mecanismo para explicar esse resultado, seria que os compostos resultantes da fermentação da fibra, os ácidos graxos de cadeia curta, atuariam como fatores

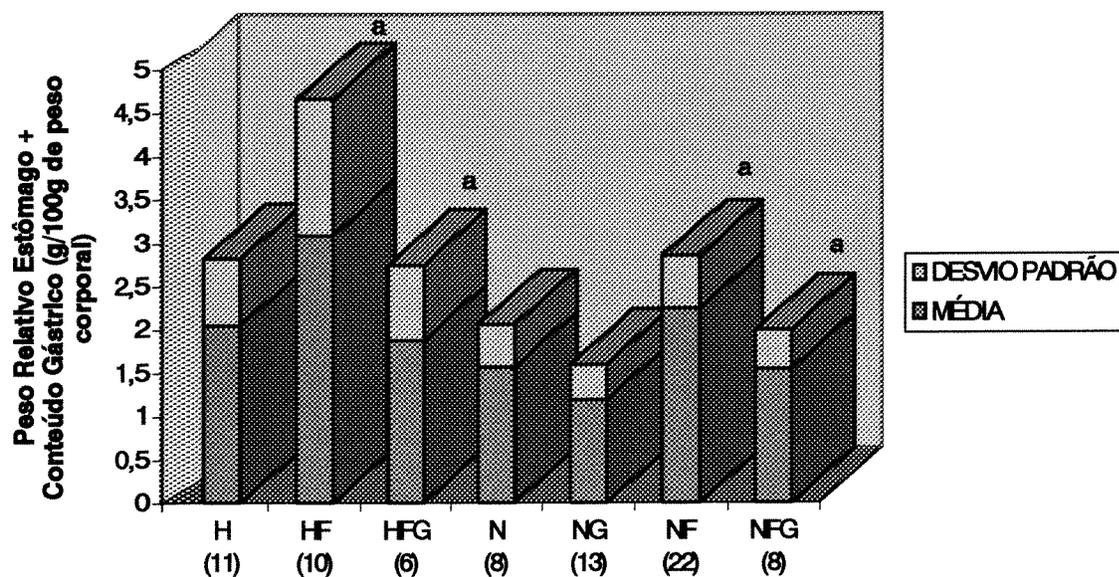


Figura 14. **Peso** relativo do estômago+conteúdo gástrico (g/100g de peso corporal) ao **final** do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H, N e NG vs HF, HFG, NF e NFG.

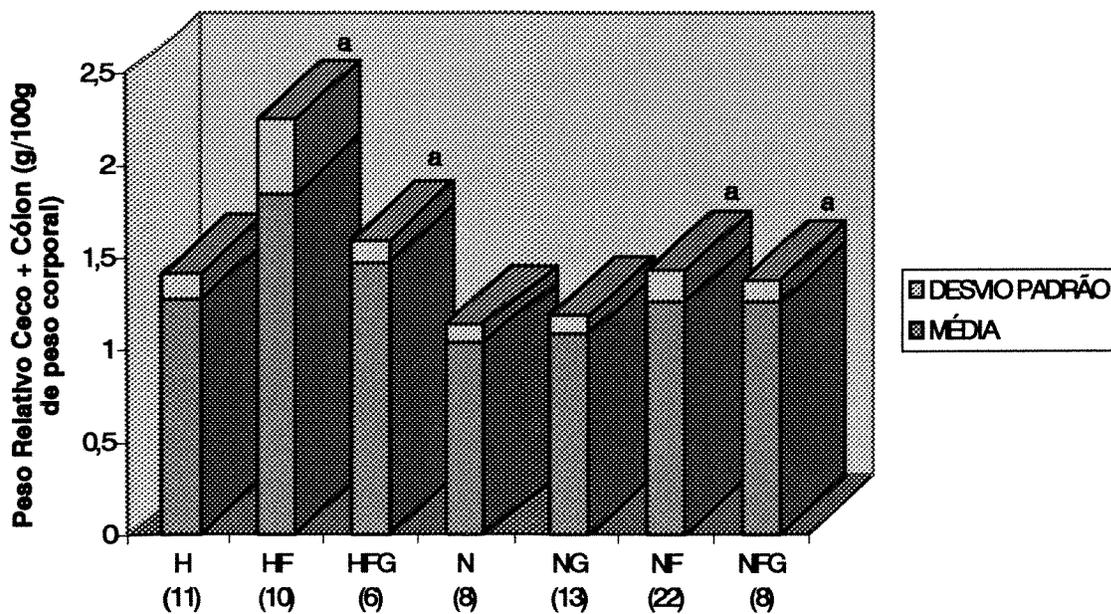


Figura 15. Peso relativo do ceco+cólon (g/100g de peso corporal) ao final do ensaio biológico, dos grupos normais (N e NF) e desnutridos (H e HF) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente. Os grupos G representam as ratas grávidas.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = H, N e NG vs HF, HFG, NF e NFG.

tróficos na mucosa cecal, estimulando o seu crescimento.

2.4. Parâmetros Reprodutivos e Gestacionais

2.4.1. Incidência de Gravidez

A Figura 16 apresenta a incidência de gravidez das ratas normais (grupos NG e NFG) e desnutridas (grupos HG e HFG). Observou-se que não houve gravidez no grupo HG (0%), enquanto que o grupo HFG apresentou incidência de gravidez de 44,4%, semelhante à do grupo NG. Por outro lado, o grupo NFG apresentou incidência de gravidez significativamente menor que o grupo NG (26,7% e 62,5%, respectivamente).

A deficiência protéica resulta em irregularidades no ciclo estral de ratas e acarreta problemas na reprodução. Nesse sentido, TURNER (1973) verificou que filhotes viáveis foram produzidos por 78% de ratas acasaladas que receberam dieta normoprotéica, enquanto que apenas 33% de fêmeas desnutridas, apresentaram gestação. Dessa forma, a desnutrição parece ter comprometido as funções reprodutivas, impedindo, assim, a ocorrência de gravidez no grupo HG.

Com relação a menor incidência de gravidez no grupo NFG, em relação ao grupo NG, nossos resultados são confirmados por aqueles obtidos por HINSULL & FRANKLIN (1987), que também observaram menor incidência de gravidez em ratas suplementadas com fontes de fibra durante a gestação. Diversos autores sugerem que o consumo de alto teor de fibra alimentar, pode ser prejudicial durante as fases de crescimento e gestação, por diminuir o valor nutricional da dieta ingerida e dificultando a satisfação das necessidades nutricionais (ACEVEDO & BRESSANI, 1989; CARRAZA, 1988; EGGUM, 1992; LAJOLO *et al.*, 1988; ROSADO *et al.*, 1992). Dessa forma, a concentração da polpa de laranja utilizada na dieta normal pode ter sido prejudicial às ratas dos grupos NF e NFG. Assim, a menor incidência de gravidez no grupo NFG, pode ser atribuída a uma provável interferência da ingestão da polpa de laranja, sobre a biodisponibilidade e a utilização dos nutrientes da dieta desses animais.

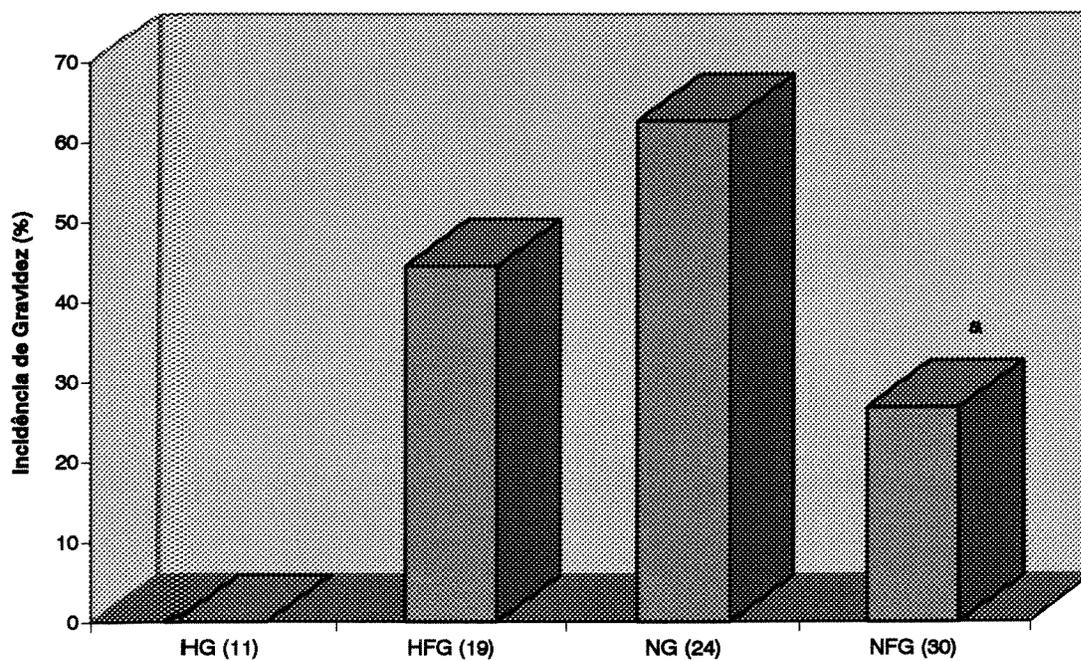


Figura 16. Incidência de gravidez (%) dos grupos normais (NG e NFG) e desnutridos (HG e HFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente.

Valores expressos em percentagem.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = NG vs NFG.

Por outro lado, a ingestão da polpa de laranja pelas ratas desnutridas, pode ter sido o fator que possibilitou a presença de gravidez no grupo HFG, provavelmente devido ao aumento do teor protéico da dieta HF (Tabela 4). Com isso, sugerimos que a polpa de laranja foi benéfica para o grupo HFG, o que não foi verificado com relação ao grupo NFG, demonstrando que o efeito do consumo dessa fonte de fibra foi diferente entre ratas desnutridas e normais, com relação à incidência de gravidez.

2.4.2. Peso Fetal, Tamanho das Ninhadas e Taxa de Reabsorção Fetal

A Figura 17 apresenta o peso fetal individual ao 19º dia de gestação dos grupos experimentais normais e desnutrido (grupos NG, NFG e HFG, respectivamente). Não foram observadas diferenças significativas entre os pesos fetais dos referidos grupos.

Durante a reprodução, a fêmea necessita de energia extra dos alimentos para suportar várias mudanças fisiológicas, tais como as demandas induzidas pela síntese de tecidos maternos e fetais, produção de leite e aumento do metabolismo energético. Mulheres, assim como ratas, são capazes de produzir fetos viáveis apesar de um consumo energético restrito, apesar de, em ratas, os filhotes possam ser menores e com baixo peso ao nascer (YOUNG & RASMUSSEN, 1985; SADURSKIS *et al.*, 1991).

Por outro lado, segundo hipótese proposta por HAMMOND (1944), o feto representaria um parasita, capaz de receber mais nutrientes por unidade de peso corporal, do que os tecidos maternos e poderá, mesmo se o consumo alimentar da mãe estiver restrito, manter crescimento normal enquanto a mãe poderá tornar-se cada vez mais depletada. Somente quando os estoques maternos estiverem totalmente depletados é que o crescimento fetal poderá ser afetado.

Nesse sentido, diversos estudos reportam que em situações de estarvação ou sob dietas restritas, os fetos em desenvolvimento recebem prioridade sobre a mãe pelos nutrientes disponíveis (HERRERA *et al.*, 1969; MAYEL-AFSHAR & GRIMBLE, 1983). Este fato é descrito como sendo um mecanismo protetor ao

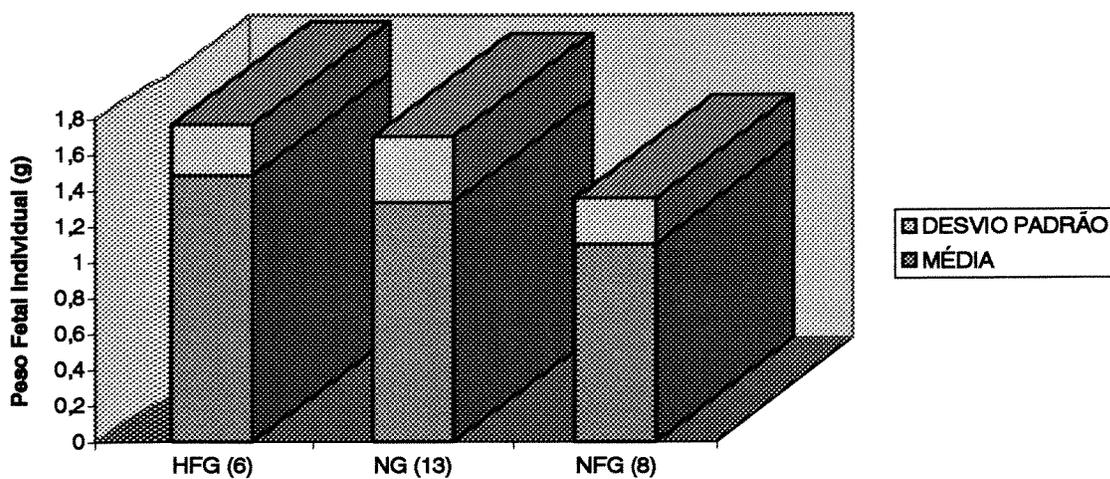


Figura 17. Peso fetal individual, em g, ao 19° dia de gestação dos grupos normais (NG e NFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, e do grupo desnutrido (HFG) que consumiu 20% da polpa de laranja na dieta.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

feto.

Por outro lado, outros autores sugerem que a mãe é capaz de proteger seus próprios estoques às expensas do feto em crescimento (LEDERMAN & ROSSO, 1981; SADURSKIS *et al.*, 1991). Assim, tem sido verificado, tanto em mulheres como em ratas, que a desnutrição materna é acompanhada por retardo no desenvolvimento fetal, evidenciado pelo baixo peso ao nascer (CURY *et al.*, 1983; MELLO, 1985; MELLO *et al.*, 1987; MELLO & CURY, 1989; SIQUEIRA *et al.*, 1986), o mesmo ocorrendo quando há sobreposição de gravidez num organismo ainda em fase de crescimento, ou seja, em fêmeas adolescentes, podendo haver retardo no crescimento fetal, provavelmente devido à competição pelos nutrientes (NAEYE, 1981).

Aparentemente, prioridades entre as necessidades energéticas maternas e fetais são feitas pelo organismo grávido durante a fase carencial. Pouco é conhecido sobre como tais prioridades afetam a fisiologia materna e o crescimento fetal; mas parece que a composição corpórea e o metabolismo maternos poderão ser afetados, possivelmente influenciando a saúde da mãe e do feto (SOHLSTRÖM *et al.*, 1994).

Nossos resultados mostraram que o peso fetal, nas ratas desnutridas, foi preservado e apresentou-se semelhante ao dos fetos das ratas normais, estando associado à maior taxa de reabsorção fetal observada no grupo HFG, como discutiremos posteriormente.

Nossos resultados mostraram, também, menor ganho de peso durante a gestação no grupo NFG, quando comparado ao grupo NG; contudo, essas ratas apresentaram fetos com peso semelhante, indicando que apesar do provável efeito deletério da ingestão da polpa de laranja sobre o ganho de peso das ratas do grupo NFG, o crescimento fetal não foi aparentemente afetado pelo consumo dessa fonte de fibra.

A Figura 18 expressa os tamanhos das ninhadas dos mesmos grupos (NG, NFG e HFG). A ingestão da polpa de laranja pode ter sido deletéria para o grupo NFG, que apresentou tamanho das ninhadas significativamente menor do que o grupo NG, devido à provável diminuição na biodisponibilidade e na utilização

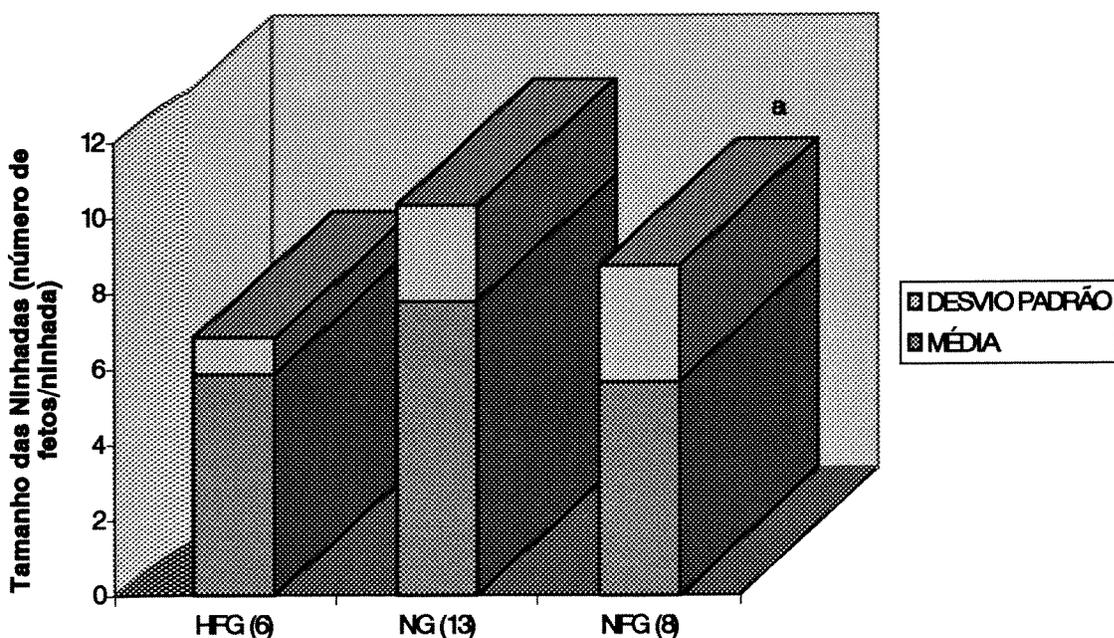


Figura 18. Tamanho das ninhadas (número de fetos/ninhada) ao 19º dia de gestação dos grupos normais (NG e NFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, e do grupo desnutrido (HFG) que consumiu 20% da polpa de laranja na dieta.

Valores expressos como média + desvio padrão.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = NG vs NFG.

dos nutrientes da dieta ocasionada por seu consumo. Por outro lado, o tamanho das ninhadas do grupo HFG foi similar ao grupo NG.

Permanece controverso se a desnutrição acarreta diminuição do tamanho da ninhada em ratas, tendo sido referidos resultados conflitantes a esse respeito por diversos autores (BAKER, 1979; MELLO & CURY, 1989; FERRARI *et al.*, 1992; SADURSKIS *et al.*, 1991; YOUNG & RASMUSSEN, 1985). Em nossas condições experimentais, não verificamos diminuição do tamanho da prole no grupo de ratas desnutridas (HFG), em relação às ratas normais (grupo NG).

Por outro lado, com relação ao menor tamanho da ninhada observado no grupo NFG, nossos resultados corroboram aqueles obtidos por OLEJEME *et al.* (1992) e HINSULL & FRANKLIN (1987), os quais verificaram que um alto teor de fibra alimentar na dieta de ratas gestantes, diminuiu o valor nutritivo da dieta materna e, como conseqüência, reduziu o tamanho das ninhadas.

A Figura 19 apresenta a taxa de reabsorção fetal dos grupos HFG, NG e NFG. Observou-se que o grupo HFG apresentou percentagem de fetos reabsorvidos significativamente maior que o grupo NG. O grupo NFG não apresentou nenhum feto reabsorvido.

Nossos resultados estão de acordo com NAEYE (1981), pois verificamos que uma importante conseqüência da gravidez em ratas jovens desnutridas, parece ser um aumento na taxa de reabsorção fetal, preservando o peso fetal, tal como foi verificado no grupo HFG. TURNER (1972), também não observou diferenças no peso corporal entre fetos de mães desnutridas e fetos controle, cujas mães foram alimentadas com dieta normoprotéica. O autor combate a idéia de que o feto é um parasita, ou que tem prioridade sobre os nutrientes, pois os resultados mostraram que uma deficiência protéica que foi adequada para suportar o crescimento materno, foi inadequada para produzir filhotes viáveis, verificando alta taxa de reabsorção fetal no grupo de ratas desnutridas.

Tal relação entre peso fetal e número de fetos vivos também foi encontrada por outros autores em condições de restrições alimentares severas (BERG, 1965; YOUNG & RASMUSSEN, 1985). Além disso, o fator idade materna, também parece ser importante para esse efeito. Nesse sentido,

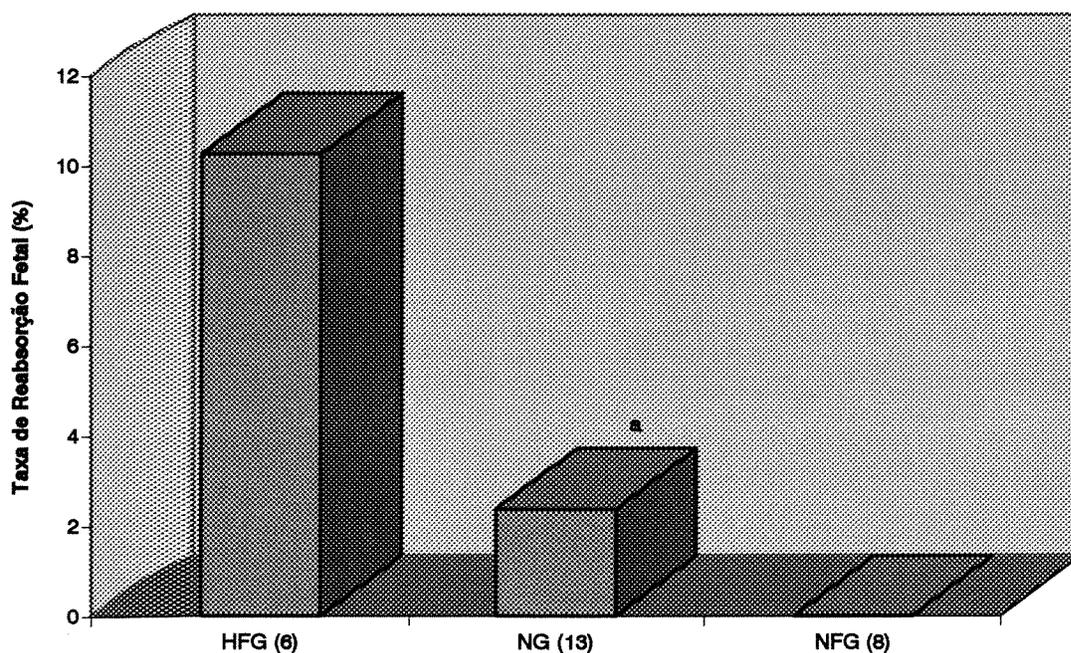


Figura 19. Taxa de reabsorção fetal (% de fetos reabsorvidos) ao 19° dia de gestação dos grupos normais (NG e NFG) que consumiram 0% e 20% da polpa de laranja na dieta, respectivamente, e do grupo desnutrido (HFG) que consumiu 20% da polpa de laranja na dieta.

Valores expressos em percentagem.

() número de animais.

Diferença significativa ($p < 0,05$) para: a = NG vs HFG.

HASHIZUME *et al.* (1991) observaram retardo no desenvolvimento fetal durante a gestação em ratas jovens, que pôde ser em parte resolvido através da redução do número de fetos vivos nas mães adolescentes.

Assim, apesar da ocorrência de gravidez no grupo HF, numa taxa semelhante a do grupo NG, as ratas desnutridas apresentaram maior reabsorção fetal que as normais, provavelmente devido à sobreposição de desnutrição e gestação num organismo jovem ainda em fase de crescimento. Dessa forma, a ingestão da polpa de laranja, proporcionando aumento do teor protéico da dieta HF (Tabela 4), provavelmente favoreceu a ocorrência de gravidez verificada nesse grupo, a qual desenvolveu-se normalmente, porém, apresentando maior reabsorção fetal, devido a deficiência protéica dessa dieta quando comparada à normal. Contudo, a maior taxa de reabsorção fetal pode ter sido um fator importante para a preservação do peso fetal no grupo HFG, a despeito da sobreposição de desnutrição e gestação precoce nesses animais.

Avaliando-se, conjuntamente, os períodos pré- e pós-puberais, os parâmetros analisados permitem sugerir que a ingestão da polpa de laranja teve um efeito benéfico sobre o crescimento e a gestação nas ratas desnutridas, o mesmo não ocorrendo nas ratas normais, havendo indicações de um efeito deletério de seu consumo sobre as mesmas. Esses efeitos sobre as ratas desnutridas e normais são indícios ainda preliminares de uma provável rede de interrelações, envolvendo o crescimento, a gestação precoce, a desnutrição e o consumo de alto teor de fibra alimentar evidenciando, assim, uma ampla linha de pesquisa.

V. CONCLUSÕES

Este estudo nos permitiu concluir que:

1. A polpa de laranja, durante o período pré-puberal (21° dia de idade até o início da puberdade), proporcionou:

1.1. tendência de maior ganho de peso corporal, menor atraso na idade de início da puberdade e do ciclo estral e menor taxa de mortalidade nas ratas desnutridas;

2. Após o início da puberdade e durante a gestação, a polpa de laranja proporcionou:

2.1. menor ganho de peso corporal e menor coeficiente de eficiência alimentar nas ratas normais grávidas e não-grávidas;

2.2. ocorrência de gravidez nas ratas desnutridas;

2.3. diminuição da incidência de gravidez e do tamanho das ninhadas nas ratas normais.

Sugerimos, assim, que a polpa de laranja, devido a sua composição química, proporcionando aumento do teor protéico da dieta, pode ter possibilitado, nas ratas desnutridas, tendência de maior ganho de peso corporal no período pré-puberal, menor atraso no início da puberdade, menor taxa de mortalidade e presença de gravidez.

Por outro lado, a polpa de laranja, pode ter comprometido a biodisponibilidade e a utilização dos nutrientes da dieta nas ratas normais, face às reduções do ganho de peso no período pós-puberal, do coeficiente de eficiência alimentar, da incidência de gravidez e do tamanho das ninhadas, observadas nesses animais.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

ACEVEDO, E. & BRESSANI, R. Ingestion de fibra dietética en los países del istmo centroamericano: implicaciones nutricionales. **Archivos Latino-americanos de Nutrición**, 39: 392-404, 1989.

ACTON, J. C.; BREYER, L.; SATTERLEE, L. D. Effect of dietary fiber constituents on the *in vitro* digestibility of casein. **J. Food Sci.**, 47: 556-560, 1982.

ADLERCREUTZ, H.; HÖCKERSTEDT, K.; BANNWART, C.; BLOIGU, S.; HÄMÄLÄINEN, E.; FOTSIS, T.; OLLUS, A. Effect of dietary components, including lignans and phytoestrogens, on enterohepatic circulation and liver metabolism of estrogens and on sex hormone binding globulin (SHBG). **J. Steroid Biochem.**, 27: 1135-1144, 1987.

_____ ; MOUSAVI, Y.; LOUKOVAARA, M.; HÄMÄLÄINEN, E. Lignans, isoflavones, sex hormone metabolism and breast cancer. In: HOCHBERG, R. B. & NAFTOLIN, F. ed. **The new biology of steroid hormones**. New York: Raven Press, 1991. p.145-154.

ALEGRIA, F. V. L.; SCHOR, N.; SIQUEIRA, A. A. F. Gravidez na adolescência: estudo comparativo. **Rev. saúde Públ.**, São Paulo, 23: 473-477, 1989.

¹ De acordo com:

NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÕES E TESES - BIREME - SÃO PAULO, 1990. 45p.

ANDERSON, A. S. & LEAN, M. E. J. Dietary intake in pregnancy. A comparison between 49 Cambridgeshire(UK) women and current recommended intake. **Human Nutr. Appl. Nutr.**, 40: 40-48, 1986.

ANTHONY, L. E. & EDOZIEN, J. C. Experimental protein and energy deficiencies in the rat. **J. Nutr.**, 105: 631-648, 1975.

AREAS, M.A. **Estudo dos efeitos da polpa de laranja sobre parâmetros fisiológicos, nutricionais, bioquímicos e morfológicos em ratos normais e diabéticos.** Campinas, 1994. Tese (Doutorado), Fac. Eng. Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. 158 p.

ARTS, C. J. M.; GOUERS, C. A. R. L.; van den BERG, H. & THIJSEN, J. H. H. Effects of wheat bran and energy restriction on onset of puberty, cell proliferation and development of mammary tissue in female rats. **Acta Endocrinol.**, 126: 451-459, 1992.

_____ & THIJSEN, J. H. H. Effects of wheat bran on blood and tissue hormone levels in adult female rats. **Acta Endocrinol.**, 127: 271-278, 1992.

BACH - KNUDSEN, K. E.; JENSEN, B. B.; HANSEN, I. Digestion of polyssacharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in β -D-glucan. **Br. J. Nutr.**, 70: 537-556, 1993.

BAKER, D. E. J. Reproduction and Breeding. In: BAKER, H. J.; LINDSEY, J. R., WEISBROTH, S. H. ed. **The Laboratory Rat.** Vol I. New York, Academic Press, 1979. p.154-166.

BARBOSA, C. F. & JOKL, L. Efeito da formulação de duas dietas de ratos, tendo farelo de trigo como fonte de fibra dietária, sobre alguns parâmetros bioquímicos e nutricionais. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 37: 36-45, 1987.

BECKER, G. M. & PIACSEK, B. E. Role of progesterone in diet - induced suppression of LH secretion in adult female rats. **Biol. Reprod.**, 48: 154, 1993.

BEHALL, K. M.; SCHOLFIELD, D. J.; McIVOR, M. E.; VAN DUYN, M. S.; LEO, T. A.; MICHNOWSKI, J. E.; CUMMINGS, C. C.; MENDELOFF, A. I. Effect of guar gum on mineral balances in NIDDM adults. **Diabetes Care**, 12: 357-364, 1989.

BELDA, M. C. R. & ZUCAS, S. M. Some effects of the quantity of protein, food restriction and physical exercise on liver development: hepatic total lipids. In: International Symposium on the Biochemistry of Exercise, 5^o, Boston, 1982. **Proceedings**. Champaign, I 11, Human Kinetics Publ., 1983. p.487-496.

BERG, B. N. Dietary restriction and reproduction in the rat. **J. Nutr.**, 87: 344-348, 1965.

BRONSON, F. H. & MANNING, J. M. The energetic regulation of ovulation : a realistic role for body fat. **Biol. Reprod.**, 44: 945-950, 1991.

BROWN, N. C.; KELLEHER, J.; LOSOWSKY, M. S. The effect of pectin on the structure and function of the rat small intestine. **Br. J. Nutr.**, 42: 357-365, 1979.

BRUNE, M.; ROSSANDER - HULTÉN, L.; HALLBERG, L.; GLEERUP, A.; SANDBERG, A-N. Iron absorption from bread in humans:inhibiting effects of cereal fiber, phytate and inositol phosphates with different numbers of phosphate groups. **J. Nutr.**, 122: 442-449, 1992.

CABALLERO, B. Interacciones entre los componentes de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 38: 656-683, 1988.

CARRAZZA, F. R. Minerais em dietas latinoamericanas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 38: 599-621, 1988.

CAVALCANTI, M. L. F. Fibras alimentares. **R. Nutr. PUCCAMP**, Campinas, 2: 88-97, 1989.

CHERBUT, C.; DES VARANNES, S. B.; SCHNEE, M.; RIVAL, M.; GALMICHE, J-P.; DELORT-LAVAL, J. Involvement of small intestinal motility in blood glucose response to dietary fibre in man. **Br. J. Nutr.**, 71: 675-685, 1994.

CULLEN, R. W. & OACE, S. M. Cellulose and pectin enhance vitamin B12 depletion in rats. **Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.**, 36: 1119, 1977.

CUMMINGS, J. H. Dietary fibre. **Br. Med. Bull.**, 37: 65-70, 1981.

CURY, L.; PISOEIRO, E. G.; GACEK, F. Effects of protein-calorie malnutrition on the body growth and blood chemistry of the young pregnant rat and the neonate. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, 16: 530, 1983.

DA SILVA, A. A. M.; GOMES, U. A.; BETTIOL, H.; DAL BO, C. M. R.; MUCILLO, G.; BARBIERI, M. A. Associação entre idade, classe social e hábito de fumar maternos com peso ao nascer. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 26: 150-154, 1992.

- DE RIDDER, C. M.; TJISSEN, J. H. H.; VEER, P. V.; VAN DUUREN, R.; BRUNING, P. F.; ZONDERLAND, M. L.; ERICH, B. W. M. Dietary habits, sexual maturation, and plasma hormones in pubertal girls: a longitudinal study. **Am. J. Clin. Nutr.**, 54: 805-813, 1991.
- DONANGELO, C. M. & EGGUM, B. O. Comparative effects of wheat bran and barley husk on nutrient utilization in rats. 1. Protein and energy. **Br. J. Nutr.**, 54: 741-751, 1985.
- EASTWOOD, M. A. The physiological effect of dietary fiber: an update. **Ann. Rev. Nutr.**, 12: 19-35, 1992.
- EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization. In: SCHWEIZER, T. F. & EDWARDS, C. A. ed. **Dietary Fibre - A Component of Food. Nutritional Function in Health and Disease.** London, Springer-Verlag, 1992. p.153-161.
- FERRARI, F.; GABRIELLI, P. R. M.; MELLO, M. A. R. Restrição alimentar durante a gestação e suas implicações sobre o binômio mãe / feto. Um modelo experimental utilizando ratas jovens e adultas. **Alim. Nutr.**, São Paulo, 4: 45-56, 1992.
- FIGUEROA, M. L.; LLOSA, L.; ALVAREZ, J. O. La situación nutricional y la salud de la mujer latino - americana. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 38: 705-722, 1988.
- FISHER, J. E. Effects of feeding diets containing lactose, agar, cellulose, raw potato starch, or arabinose on the dry weight of cleaned gastrointestinal tract organs in the rat. **Am. J. Physiol.**, 188: 550-555, 1957.

FLEMING, S. E.; CHOI, S. Y.; FITCH, M. D. Absorption of short - chain fatty acids from the rat cecum *in vivo*. **J. Nutr.**, 121: 1787-1797, 1991.

FREITAS, M. C. S. Fome endêmica: prognóstico. **Rev Nutr. PUCCAMP, Campinas**, 6: 52-76, 1993.

FRISCH, R. E. & McARTHUR, J. W. Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight necessary for their maintenance or onset. **Science**, 185: 949-951, 1974.

GOBATTO, C. A. **Alterações metabólicas decorrentes do treinamento físico em ratos previamente desnutridos e recuperados**. Campinas, 1993. Tese (Mestrado), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 132 p.

GOLDIN, B. R.; ADLERCREUTZ, H.; GORBACH, S. L.; WARRAM, J. H.; DWYER, J. T.; SWENSON, L.; WOODS, M. N. Estrogen excretion patterns and plasma levels in vegetarian and omnivorous women. **New Engl. J. Med.**, 307: 1542-1547, 1982.

GONZÁLEZ-COSSÍO, T. & DELGADO, H. Functional consequences of maternal malnutrition. **World Rev. Nutr. Diet.**, 64: 139-173, 1991.

GÖRANZON, H. & FORSUM, E. Metabolizable energy in humans in two diets containing different sources of dietary fiber. Calculations and Analysis. **J. Nutr.**, 117: 267-273, 1987.

GORDON, D. T. Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. **Cereal Foods World**, 34: 517-525, 1989.

GULLIFORD, M. C.; POVER, G. G.; BICKNELL, E. J.; SCARPELLO, J. H. Guar delays intestinal calcium absorption in man. **Eur. J. Clin. Nutr.**, 42:451-454, 1988.

HAMMOND, J. Physiological factors affecting birth weight. **Proc. Nutr. Soc.**, 2: 8-13, 1944.

HARLAND, B. F.; O'DELL, R. G.; STONE, C. L.; PROSKY, L. Metabolic aspects of altering fiber, pyhtate and zinc in wheat bran fed to rats. **Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.**, 36: 1119, 1977.

HARPER, A. E. & PETERS, J. C. Protein intake, brain amino acid and serotonin concentrations and protein self-selection. **J. Nutr.**, 119: 677-689, 1989.

HASHIZUME, K.; OHASHI, K.; HAMAKIMA, F. Adolescent pregnancy and growth of progeny in rats. **Physiol. Behav.**, 49: 367-371, 1991.

HENNENBERG, W. & STOHMANN, F. Uber die bedeutung der celulose-garung fur die ernahrung der thiere. **Z. Biol.**, 21: 613 - 624, 1885. In: POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos. **Alim. Nutr.**, São Paulo, 2: 53-63, 1990.

HENRY, R. J.; SOBEL, C.; BERKMAN, S. Interference with biuret methods for serum proteins. **Anal. Chem.**, 29: 1491-1495, 1957.

HERRERA, E.; KNOPP, R. H.; FREINKEL, N. Carbohydrate metabolism in pregnancy. IV. Plasma fuels, insulin, liver composition, gluconeogenesis, and nitrogen metabolism during late gestation in the fed and fasted rat. **J. Clin. Invest.**, 48: 2260-2272, 1969.

HINSSULL, S. M. & FRANKLIN, A. The effect of dietary fiber on reproductive performance in laboratory rats. **Nutr. Res.**, 7: 975-980, 1987.

HIPSLEY, E. H. Dietary "fibre" and pregnancy toxemia. **Br. Med. J.**, 22: 420-422, 1953.

JACOBS, L. R. Effects of dietary fiber on mucosal growth and cell proliferation in the small intestine of the rat: A comparison of oat bran, pectin and guar with total fiber deprivation. **Am. J. Clin. Nutr.**, 37: 954-960, 1983.

_____ & WHITE, F. A. Modulation of mucosal cell proliferation in the intestine of rats fed a wheat bran diet. **Am. J. Clin. Nutr.**, 37: 945-953, 1983.

JEFFREYS, D. B. The effect of dietary fiber on the response to orally administered glucose. **Proc. Nutr. Soc.**, 33: 11A-12A, 1974.

JENKINS, D. J. A.; LEEDS, A. R.; GASSUL, M. A.; COCHET, B.; ALBERTI, G. M. M. Decreased in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. **Ann. Int. Med.**, 86: 20-23, 1977.

_____ ; WOLEVER, T. M. S.; LEEDS, A. R.; GASSUL, M. A.; HAISMAN, P.; DILAWARI, J.; GOFF, D. V.; METZ, G. L.; ALBERTI, K. G. M. M. Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. **Br. Med. J.**, 1: 1392-1394, 1978.

JOHNSON, I. T. & GEE, J. M. Gastrointestinal adaptation in response to soluble non-available polysaccharides in the rat. **Br. J. Nutr.**, 55: 497-505, 1986.

JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis.** 3 ed. Prentice-Hall International, Inc, 1988. p.219-284.

JOHNSTON, E. M. Weight changes during pregnancy and the postpartum period. **Prog. Food Nutr. Sci.**, 15: 117-157, 1991.

KHOKHAR, S. Dietary fibers: their effects on intestinal digestive enzymes activities. **J. Nutr. Biochem.**, 5: 176-180, 1994.

KRITCHEVSKY, D. Physiological and metabolical effects of dietary fiber. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, 180: 407-498, 1985.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W.; FILISETTI - COZZI, T. M. C. C. Considerações sobre carboidratos e fibra. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 38: 519-542, 1988.

LAURENTI, R. & BUCHALLA, C. M. Estudo da morbidade e da mortalidade perinatal em maternidades. II - Mortalidade perinatal segundo peso ao nascer, idade materna, assistência pré-natal e hábito de fumar da mãe. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 19: 225-232, 1985.

LECHTIG, A.; DELGADO, H.; LASKY, R. E.; KLEIN, R. E.; ENGLE, P. L.; YARBROUGH, C.; HABICHT, J.-P. Maternal nutrition and fetal growth in developing societies. Socioeconomic factors. **Am. J. Dis. Child.**, 129: 434-437, 1975.

LECLÈRE, C. J.; CHAMP, M.; BOILLOT, J.; GUILLE, G.; LECANNU, G.; MOLIS, C.; BORNET, F.; KREMPF, M.; DELORT-LAVAL, J.; GALMICHE, J.-P. Role of viscous guar gums in lowering the glycemic response after a solid meal. **Am. J. Clin. Nutr.**, 59: 914-921, 1994.

LEDERMAN, S. A. & ROSSO, P. Effects of obesity, food restriction and pregnancy on fetal and maternal weight and body composition in rats. **J. Nutr.**, 111: 2162-2171, 1981.

LIPPI, U. G.; ANDRADE, A. S.; BERTAGNON, J. R. D.; MELO, E. Fatores obstétricos associados ao baixo peso ao nascer. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 23: 382-387, 1989.

LIU, Z. Q.; CHAO, C. S.; WU, H. W. Investigation of the effect of a diet with wheat bran on the metabolic balances of Zn, Cu, Ca and Mg in diabetics. **Chung Hua Nei Ko Tsa Chih**, 28: 741-744, 1989.

MARLETT, J. A. Analysis of dietary fiber in human foods. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C.; ANDERSON, J. W. ed. **Dietary Fiber - Chemistry, Physiology and Health Effects**. New York and London: Plenum Press, 1990. p.157-166.

_____ Content and composition of dietary fiber in 117 frequently consumed foods. **J. Am. Diet. Assoc.**, 92: 175-186, 1992.

MAYEL-AFSHAR, S. & GRIMBLE, R. F. Changes in protein turnover during gestation in the fetuses, placentas, liver, muscle and whole body of rats given a low-protein diet. **Biochem. Biophys. Acta**, 756: 182-190, 1983.

McBURNEY, M. I. & SAUER, W. C. Fiber and large bowel energy absorption: validation of the integrated ileostomy - fermentation model using pigs. **J. Nutr.**, 123: 721-727, 1993.

MELLO, M. A. R. **Desnutrição protéico-calórica, gravidez e desenvolvimento materno. Estudo comparativo de alterações corporais e metabólicas entre ratas jovens e adultas**. São Paulo, 1985. Tese (Doutorado). Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo. 125p.

- _____ ; CURY, L.; VALLE, L. B. S.; OLIVEIRA-FILHO, R. M. Protein - calorie malnutrition in the young pregnant rat: factors involved in fetal growth impairment. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, 20: 575-577, 1987.
- _____ & CURY, L. Influence of protein - calorie malnutrition on reproductive performance of young and mature rats. **Growth, Development & Aging**, 53: 141-144, 1989.
- MÉNDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N.; FERNANDES, M. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Insoluble dietary fiber of grain food legumes and protein digestibility. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, 43: 66-72, 1993.
- MITCHELL, H. S. Utilização de Nutrientes: Digestão, Absorção e Metabolismo. In: MITCHELL, H. J.; ANDERSON, L.; DIBBLE, M. V. ed. **Nutrição**. 16. ed., Rio de Janeiro, Interamericana, 1978. p.123-155.
- MIYOSHI, H.; OKUDA, T.; OI, Y.; KOISHI, H. Effects of rice fiber on fecal weight, apparent digestibility of energy, nitrogen and fat, and degradation of neutral detergent fiber in young men. **J. Nutr. Sci. Vitaminol.**, 32: 581-589, 1986.
- MONGEAU, R.; BRASSARD, R.; MALCOLM, S.; SHAH, B. G. Effect of dietary cereal brans on body weight and blood lipids in a long - term rat experiment. **Cereal Chem.**, 68: 448-453, 1991.
- MONTEIRO, C. A. O problema da desnutrição no Estado de São Paulo (Brasil). Informações disponíveis, lacunas no conhecimento e linhas de pesquisa prioritárias. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 19: 183-189, 1985.

- MOURA, E. C.; ROSSI, A. V. T. SANCHES, A. L.; VENDRAMINI, C. M.; FRANÇOSO, T. A. Perfil nutricional de gestantes atendidas no Centro de Saúde Escola Jardim Novo Campos Elísios da PUCCAMP. **R. Nutr. PUCCAMP, Campinas**, 3: 113-126, 1990.
- NAEYE, R. L. Teenaged and pre-teenaged pregnancies: consequences of the fetal-maternal competition for nutrients. **Pediatrics**, 67: 146-150, 1981.
- NBC - Nutritional Biochemicals Corporations diet 1977 e 1978. **Catalog of ICN**. Cleveland, Ohio, EUA. p.24.
- OLEJEME, U.; KNIGHT, E. M.; JOHNSON, A. A.; ADKINS, J. S. Effect of different types and levels of dietary fiber on fetal development of rats. **FASEB J.**, 6: A 1941, 1992.
- PARROT, M. E. & THRALL, B. E. Functional properties of various fibers: physical properties. **J. Food Sci.**, 43: 759-766, 1978.
- PAUL, A. A.; MULLER, E. M.; WHITEHEAD, R. G. The quantitative effects of maternal dietary energy intake on pregnancy and lactation in rural Gambian women. **Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg.**, 73: 686-692, 1979.
- PEDERSEN, A. B.; BARTHOLOMEW, M. J.; DOLENCE, L. A.; ALJADIR, L. P.; NETTEBURG, K. L.; LLOYD, T. Menstrual differences due to vegetarian and nonvegetarian diets. **Am. J. Clin. Nutr.**, 53: 879-885, 1991.
- PILCH, S. M. **Physiological Effects and Health Consequences of Dietary Fiber**. Bethesda, Md: Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology, 1987. p.149-157.

POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos.
Alim. Nutr., São Paulo, 2: 53-63, 1990.

PRASAD, B. M.; CONOVER, C. D.; SARKAR, D. K.; RABII, J.; ADVIS, J-P. Feed restriction in prepubertal lambs: effects on puberty onset and on *in vivo* release of luteinizing-hormone-releasing hormone, neuropeptide y and beta - endorphin from the posterior - lateral median eminence.
Neuroendocrinol., 57: 1171-1181, 1993.

RAKOWSKA, M.; KUPIEC, R.; RYBKA, K. Studies on the antinutritive components in rye grain VI. Effect of dietary fiber fraction on protein digestibility in rats.
Pol. J. Food Sci., 1/42: 103-107, 1992a.

_____ ; RACZYNSKA - BOJANOWSKA, K.; KUPIEC, R. Studies on antinutritive components of rye grain V. Effect of polysaccharide complexes on protein digestibility and feed utilization. **Pol. J. Food Sci.**, 1/42: 95-102, 1992b.

REIS, M. A. B. **Efeito da polpa de laranja em parâmetros fisiológicos, nutricionais e bioquímicos, utilizando ratos alimentados com dieta hiperlipídica.** Campinas, 1994. Tese (Mestrado), Instituto de Biologia, Univ. Estadual de Campinas.

ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin, and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, 33: 103-148, 1993.

ROEHRIG, K. L. The physiological effects of dietary fiber - a review. **Food Hydrocolloids**, 2: 1-18, 1988.

ROGERS, Q. R. & HARPER, H. E. Amino acids and maximal growth in the rat. **J. Nutr.**, 87: 267-273, 1965.

ROSADO, J. L.; LOPEZ, P.; MORALES, M.; MUÑOZ, E.; ALLEN, L. Bioavailability of energy, nitrogen, fat, zinc, iron and calcium from rural and urban Mexican diets. **Br. J. Nutr.**, 68: 45-58, 1992.

SADURSKIS, A.; SOHLSTRÖM, A.; KABIR, N.; FORSUM, E. Energy restriction and the partitioning of energy between the costs of reproduction in rats in relation to growth of progeny. **J. Nutr.**, 121: 1798-1810, 1991.

SALVADOR, V.; CHERBUT, C.; BARRY, J-L.; BERTRAND, D.; BONNET, C.; DELORT-LAVAL, J. Sugar composition of dietary fibre and short-chain fatty acid production during *in vitro* fermentation by human bacteria. **Br. J. Nutr.**, 70: 189-197, 1993.

SANDSTEAD, H.; KLEVAY, L.; MUNOZ, J.; JACOB, R.; RECK, S. TUCKER, D.; LOGAN, G.; EELKEMA, L.; INGLETT, G.; DINTZIS, F.; SHUEY, W. Zinc and copper balances in humans fed fiber. **Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.**, 36: 1119, 1977.

SCHNEEMAN, B. O. Dietary fiber: Physical and chemical properties, methods of analysis, and physiological effects. **Food Tech.**, February: 104-109, 1986.

_____ Soluble vs insoluble fiber - different physiological responses. **Food Technol.**, February: 81-82, 1987a.

_____ Dietary fiber: Comments on interpreting recent research. **J. Am. Diet. Assoc.**, 87: 1163, 1987b.

_____ Dietary Fiber. A Scientific Status Summary by the Institute of Food Technologists' Expert Panel on Food Safety & Nutrition. **Food Tech.**, October: 133-139, 1989.

- _____ Macronutrient absorption. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C.; ANDERSON, J. W. ed. **Dietary Fiber. Chemistry, Physiology and Health Effects**. New York and London, Plenum Press, 1990. p.157-166.
- _____ & GALLAHER, D. Effects of dietary fiber on digestive enzyme activity and bile acids in the small intestine. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, 180: 409-414, 1985.
- SCHWEIZER, T. F. & WÜRSH, P. The physiological and nutritional importance of dietary fiber. **Experientia**, 47: 181-186, 1991.
- SINISTERRA R., O. T.; SZARFARC, S. C.; BENICIO, M. H. A. Anemia e desnutrição maternas e sua relação com o peso ao nascer. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 25: 193-197, 1991.
- SIQUEIRA, A. A. F.; SANTOS, J. L. F.; SAQUETTO, C. G.; LUZ, E. T.; ARAÚJO, M. C. A. Estado nutricional e hábito de fumar maternos, crescimento intra-uterino e pós-natal. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 19: 37-50, 1985.
- _____ ; SANTOS, J. L. F.; SILVA, J. F. Relação entre estado nutricional da gestante, fumo durante a gravidez, crescimento fetal e no primeiro ano de vida. **Rev. Saúde públ., São Paulo**, 20: 421-434, 1986.
- SLAVIN, J. L. Dietary fiber: Classification, chemical analysis, and food sources. **J. Am. Diet. Assoc.**, 87: 1164-1171, 1987.
- SOHLSTRÖM, A.; KABIR, N.; SADURKIS, A.; FORSUM, E. Body composition and fat distribution during the first 2 weeks of gestation in *ad lib.*-fed and energy-restricted rats. **Br. J. Nutr.**, 71: 317-333, 1994.

- SOUTHGATE, D. A. T. The Dietary Fibre Hypothesis: A Historical Perspective. In: SCHWEIZER, T. F. & EDWARDS, C. A. ed. **Dietary Fibre - A Component of Food**. London, Springer-Verlag, 1992. p.3-19.
- SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 2. ed. São Paulo, McGraw-Hill, 1984. p.249-271.
- STEVENS, J. Does dietary fiber affect food intake and body weight? **Am. J. Diet. Assoc.**, 88: 939-945, 1988.
- TACKMAN, J. M.; TEWS, J. K.; HARPER, A. E. Dietary disproportions of amino acids in the rat: effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. **J. Nutr.**, 120: 521-533, 1990.
- TAKAHASHI, H.; YANG, S. I.; KIM, M.; YAMAMOTO, T. Protein and energy utilization of growing rat fed on diets containing intact or partially hydrolysed guar gum. **Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol.**, 107: 255-260, 1994.
- TAPER, L. J.; MILAN, R. S.; McCALLISTER, M. S.; BOWEN, P. E.; THYE, F. W. Mineral retention in young men consuming soy-fiber-augmented liquid-formula diets. **Am. J. Clin. Nutr.**, 48: 305-311, 1988.
- THEANDER, O.; WESTERLUND, E.; AMAN, P. Structure and components of dietary fiber. **Cereal Foods World**, 38: 135-141, 1993.
- TRINDER, P. Determination of blood glucose using an oxidase - peroxidase system with a non - carcinogenic chromogen. **J. Clin. Pathol.**, 22: 158-161, 1969.
- TROWELL, H. C. Definition of dietary fiber and hypothesis is a protective factor in certain diseases. **Am. J. Clin. Nutr.**, 29: 417-427, 1976.

TRUSWELL, A. S. Dietary fiber and health. **World Rev. Nutr. Diet.**, 72: 148-164, 1993.

TURNER, M. R. The effect of mild protein deficiency on fertility in rats. **Nutr. Rep. Int.**, 5: 1-7, 1972.

_____ Perinatal mortality, growth and survival to weaning in offspring of rats reared on diets moderately deficient in protein. **Br. J. Nutr.**, 29: 139-147, 1973.

VAHOUNY, G. V. Dietary fiber, lipid metabolism, and atherosclerosis. **Fed. Proc.**, 41: 2801-2806, 1982.

WISKER, E. & FELDHEIM, W. Metabolizable energy of diets low or high in dietary fiber from fruits and vegetables when consumed by humans. **J. Nutr.**, 120: 1331-1337, 1990.

WORTHINGTON - ROBERTS, B. & ENDRES, J. Position of the American Dietetic Association: Nutrition management of adolescent pregnancy. **J. Am. Diet. Assoc.**, 89: 104-109, 1989.

YOUNG, M. C. & RASMUSSEN, K. M. Effects of varying degrees of chronic dietary restriction in rat dams on reproductive and lactational performance and body composition in dams and their pups. **Am. J. Clin. Nutr.**, 41: 979-987, 1985.

ZUCKERMAN, B.; ALPERT, J. J.; DOOLING, E.; HINGSON, R.; KAYNE, H.; MORELOCK, S.; OPPENHEIMER, E. Neonatal outcome: Is adolescent pregnancy a risk factor? **Pediatrics**, 71: 489-493, 1983.