

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**“ APROVEITAMENTO DO SABUGO DE MILHO NA ELABORAÇÃO DE UM
PRODUTO RICO EM FIBRA DA DIETA PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA.”**

Márcia da Silva Madeira
Nutricionista

Orientador
Dr. Armando U. O. Sabaa Srur

Tese apresentada à UFRRJ como
requisito parcial, para a obtenção do
grau de MESTRE em Ciência e
Tecnologia dos Alimentos.

1992

664.7204
M181 a
T

TÍTULO DA TESE

“Aproveitamento do sabugo de milho na elaboração de um produto rico em fibra da dieta para alimentação humana.”

AUTOR

Márcia da Silva Madeira

APROVADO EM: 31 de Julho de 1992.

Dr. Antonio Tavares da Silva

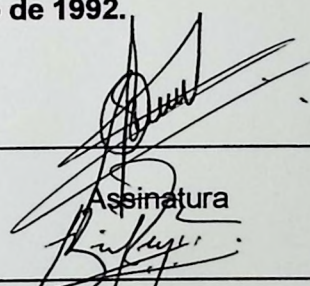
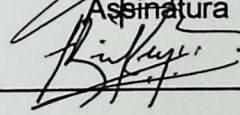
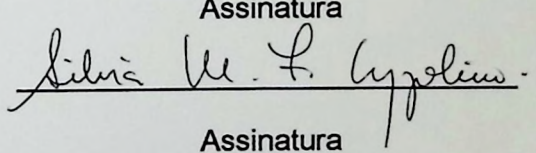
UFRRJ

Dr. Felix G. Reyes Reyes

UNICAMP

Dra. Silva Maria F. Cozzolino

USP


Assinatura
Assinatura
Assinatura

Uma coisa aprendi na minha longa vida: que toda a nossa ciência, contraposta à realidade, é primitiva e infantil. E, apesar disso, é a coisa mais preciosa que temos.

ALBERT EINSTEIN
1879 – 1955
Físico Alemão

- A minha mãe pelo profissionalismo que admirei e pela cumplicidade de idéias e atos durante toda a minha vida;

- A minha vó e ao meu pai pela experiência de vida;

- Ao Ricardo pelo seu amor, ajuda, compreensão e companheirismo dispensados em todos os meus empreendimentos.

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Armando U. O. Sabaa Srur, pelo carinho, pela amizade e orientação ao curso deste trabalho;
- Ao professor Antônio Tavares da Silva pelo apoio e orientação que permitiram a conclusão deste trabalho;
- Aos professores da UFRRJ, funcionários do Departamento de Tecnologia dos Alimentos e Colegas de turma pelo incentivo;
- A Universidade Gama Filho, aos colegas que incentivaram-me e , em especial, a professora Neuza Terezinha;
- Aos verdadeiros amigos do Instituto de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ – em especial a Ana Wandelli;
- Ao professor Gerson Cotta Pereira pela orientação na parte histológica;
- As professoras Regina Célia Della Modesta e Rosiris Deliza pela orientação na parte de análise sensorial, e a equipe de provadores pela colaboração;
- A professora Regina Serrão Lanzilloti pela orientação na parte estatística;
- A Universidade de São Paulo pela doação dos animais para o experimento;
- A Universidade Federal Fluminense, Departamento de Bromatologia pela orientação na parte de análise;
- A EMBRAPA/CTAA e seus funcionários pela colaboração na parte de processamento;
- A minha auxiliar de tese Silvanice Aparecida Gomes de Oliveira pela sua grande colaboração;
- Aos meus amigos em especial:
 - Antônio Gomes Soares;
 - Sidnéia Cordeiro de Freitas;
 - José Luis Viana de Carvalho e
 - Neyl Hamilton Martelotta Soares
- A Indústria JAMES – Produtos Alimentícios James LTDA.
- A Roche Produtos Químicos, na pessoa do Sr. José Ricardo Bessa de Carvalho.

INDICE GERAL

Página

RESUMO

ABSTRACT

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Comentários gerais.....	1
1.2 – Objetivos	3
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 – Histórico	4
2.2 – Composição da Fibra	4
2.3 – Principais métodos de determinação de “Fibra da Dieta”	6
2.4 – Fontes de fibra	7
2.5 – Ação fisiológica da fibra	9
3 – MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 – Obtenção da farinha do sabugo de milho	12
3.1.1- Matéria – prima	12
3.1.2 – Processamento do sabugo de milho	13
3.1.3 – Caracterização da farinha do sabugo de milho	15
3.1.3.1 – Proteína	15
3.1.3.2 – Lipídeos	15
3.1.3.3 – Carboidratos	15
3.1.3.4 – Cinzas	16
3.1.3.5 – Umidade	16
3.1.3.6 – Fibra Bruta	16
3.1.3.7 – Granulometria	16
3.1.3.8 – Fibra da dieta	17
3.2 – Ensaio Biológico	18
3.2.1 – Preparo das rações	18
3.2.2 – Animais utilizados	18
3.2.2.1 – Pesagem dos ratos e das dietas	23
3.2.2.2 – Coleta das fezes	23

3.2.3 – Coeficiente de eficácia protéica (PER)	24
3.2.4 – Coeficiente de eficácia alimentar (CEA)	24
3.2.5 – Coeficiente de digestibilidade aparente (Cda)	24
3.2.6 – Morte dos animais	25
3.2.7 – Avaliação morfológica	25
3.2.7.1 – Macroscopia	25
3.2.7.2 – Histologia	25
3.2.7.3 – Leitura das lâminas	26
3.3 - Preparo de biscoitos com alto teor de fibra da dieta	26
3.3.1 – Caracterização química das formulações A, B e C	26
3.3.2 – Avaliação sensorial	26
3.3.3 – Tratamento estatístico	33
 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	 34
4.1 – Composição química da farinha de sabugo de milho	34
4.2 – Análise das rações e Ensaio biológico	37
4.3 – Desenvolvimento de um produto rico em fibra da dieta	70
 5 – CONCLUSÃO	 74
 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 75

ÍNDICE DE TABELAS

Tab. 1 - Composição das dietas utilizadas no ensaio biológico	19
Tab. 2 - Composição de Mistura Salina (Produtos ROCHE)	20
Tab. 3 - Composição da Mistura Vitamínica (Produtos Roche – NUTRIX)	21
Tab. 4 - Ingredientes de biscoitos contendo farinha de sabugo de milho	28
Tab. 5 - Caracterização química (g / 100 g) da farinha de sabugo de milho	35
Tab. 6 - Principais componentes da fibra da dieta no sabugo de milho	36
Tab. 7 - Caracterização química (g / 100 g) das rações 0%, 20%, 30% e 40%	38
Tab. 8 - Ganho de peso dos ratos em gramas, durante o ensaio biológico	39
Tab. 9 - Resultado da ANOVA ONE WAY com quatro variáveis para o ganho de peso	41
Tab. 10 - Consumo acumulado de ração, durante o ensaio biológico	43
Tab. 11 – Resultado da ANOVA ONE – WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração	45
Tab. 12 – Resultado da ANOVA ONE –WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração	46
Tab. 13 - Resultado da ANOVA ONE – WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de Ração	49
Tab. 14 - Resultado da ANOVA ONE – WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de Ração	50

Tab. 15 - Resultado da ANOVA ONE – WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração	51
Tab. 16 - Resultado da ANOVA ONE – WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração	52
Tab. 17 - Resultado da ANOVA ONE – WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de Ração	53
Tab. 18 - Valores do coeficiente de eficácia protéica (PER)	55
Tab. 19 - Valores do coeficiente de eficácia alimentar (CEA)	56
Tab. 20 - Valores do coeficiente de digestibilidade aparente (Cda)	57
Tab. 21 – Caracterização química (g / 100 g) dos biscoitos nas formulações A (20%), B (30%), e C (40%)	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Etapas do processamento do sabugo de milho para obtenção da farinha	14
Fig. 2 - Rações obtidas no laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFRRJ.	22
Fig. 3 - Processamento dos biscoitos	30
Fig. 4 – Modelo de ficha para aplicação do teste Pareado bicaudal de diferença para textura e sabor	31
Fig. 5 - Média do ganho de peso por dia entre os grupos 0 %, 20%, 30%, e 40%	40
Fig. 6 - Média do consumo acumulado de ração por dia dos grupos 0%, 20%, 30%, e 40%	44
Fig. 7 - Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 0%, que representa um consumo de 10, 51% de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	59
Fig. 8 - Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 20%, que representa um consumo de 10, 51 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	60
Fig. 9 - Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 30%, que representa um consumo de 15, 30 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	61
Fig. 10 - Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 40%, que representa um consumo de 17, 33 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	62
Fig. 11 - Fotomicrografia do intestino grosso do grupo 0%, que representa um consumo de 0, 10 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	63
Fig. 12 - Fotomicrografia do intestino grosso do grupo 20%, que representa um consumo de 10, 51 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	64
Fig. 13 - Fotomicrografia do intestino grosso do grupo 30%, que representa um consumo de 15,30 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	65
Fig. 14 - Fotomicrografia do intestino grosso do grupo 40%, que representa um consumo de 17,33 % de fibra da dieta (H. E. – 100 X)	66
Fig. 15 – Observação macroscópica do aumento do volume do intestino grosso, nos ratos do grupo que ingeriram rações com 40% de farinha do sabugo de milho	68
Fig. 16 – Abertura abdominal e verificação macroscópica do aumento do volume intestinal, nos ratos do grupo que ingeriram rações com 40% de farinha do sabugo de milho	69
Fig. 17 – Biscoitos obtidos na indústria JAMES (Produtos Alimentícios James Ltda.)	73

RESUMO

O sabugo de milho (*Zea Mays*), cultivar Swan foi transformado em farinha e caracterizado quimicamente através da análises de umidade, proteína, cinzas, extrato etéreo, carboidratos e fibra total, para ser utilizado como fonte de fibra na alimentação humana.

O produto final obtido foi usado no preparo de biscoitos com alto teor de fibra, com a finalidade de destiná-los para deita de indivíduos com distúrbios no trato gastro – Intestinal. As formulações continham 20%, 30% e 40% de farinha de sabugo de milho, resultando em biscoitos com teor em fibra da dieta de 6,4%, 7,7% e 9,6% respectivamente.

Realizou-se ensaio biológico com ratos da linhagem Wistar (*Rattus Norvegicus*; var. Albinus; Rodentia MAMMALIA), onde obteve-se coeficiente de eficácia protéica (PER) 1,34, 0,57, 0,40, e 0,95; coeficiente de eficácia alimentar (CEA) 0,14, 0,60, 0,40, e 0,10; e coeficiente de digestibilidade aparente (Cda) 99,23%, 98,10%, 99,76% e 99,48%, para as dietas que continham 0,10%, 10,51%, 15,30% e 17,33% de fibra da dieta respectivamente.

Foi efetuado o estudo histopatológico do intestino grosso e delgado dos ratos, para comparação com os valores da literatura sobre alterações teciduais a nível de vilosidade intestinal.

Foi concluído que a farinha de sabugo de milho, pode ser utilizada com bons resultados sobre o produto final, de acordo com a quantidade utilizada.

O produto final de melhor aceitação foi o que continha 20% da farinha de sabugo de milho com relação a farinha de complementação que foi a farinha de milho.

Os biscoitos foram testados sensorialmente, primeiro, com o objetivo de obter-se atributos e, segundo, para se verificar qual das três formulações feitas teriam uma melhor aceitação.

O ensaio biológico apresentou um resultado indicando aumento de vilosidade, além de ser comprovado o aumento do bolo fecal de acordo com o aumento de fibra da dieta.

ABSTRACT

Corncob (*Zea mays*), variety Swan was ground and transformed in a that might be used as source of dietary fiber for human consumption. Chemical composition was obtained through the following analysis: moisture, proteins, ash, lipids, carbohydrates and total dietary fiber.

The flour was then added to other food ingredients to prepare biscuits with high dietary fiber contents, to be consumed by people affected by gastrointestinal disturbs.

The formulations contained 20%, 30% and 40% of the corncob flour, resulting in the biscuits with 6,40%, 7,70% and 9,60% of dietary fiber respectively.

A comparative study was conducted through sensorial tests to verify the acceptability of the formulated biscuits.

It was also performed a biological assay with Wistar rats (*Rattus norvegicus*; var. *Albinus*; Rodentia (MAMMALIA) with the main objective of determining protein efficiency ratio (PER), alimentary efficiency coefficient (CEA) and apparent digestibility coefficient (Cda). Histopathologic observations of the rats large and small intestines were conducted to compare the results obtained in this research for villosity to literature values.

It was concluded that the corncob, in appropriated quantities, may be utilized to obtain food products. The biscuits with the better acceptance was the one containing 20% of corncob flour.

The results of the biological assay presented no increase in villosity; besides; it was verified sediments increases for higher dietary fiber contents.

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Comentários gerais

As fibras atravessam o trato digestivo intactas e são eliminadas através do bolo fecal durante os movimentos do aparelho digestivo. Por esta razão, pouca importância era dada às fibras na alimentação (BINGHAM, 1987).

Atualmente, se conhece a importância destas, para permitir que todas as substâncias como nutrientes, vitaminas e minerais movam-se através do trato gastro - intestinal, dentro de seu ritmo normal, conhecido como movimento peristáltico. A carência de fibra pode vir a ocasionar doenças da nova civilização, tais como: constipação intestinal, doença diverticular do cólon, apendicite, câncer de cólon e outras (ZEITUNE, 1987).

Estes fatos incentivaram a pesquisa sobre fibra, promovendo o aumento de seu consumo e o desenvolvimento

De novos produtos com seu alto teor.

A fonte de fibra mais utilizada no mundo é o farelo de trigo, porém, na América do Norte, atualmente, existem produtos formulados com alto teor de fibra de fontes variadas, como: fibra de cevada, arroz, milho, etc (HURT & CROCCO, 1986).

No Brasil começa a parecer no mercado produtos elaborados com maior concentração de fibra da dieta, predominando o farelo de trigo como matéria prima principal. O modo pelo qual estas fibras são obtidas, a partir de diferentes produtos de origem vegetal, é variável e determinam os componentes que caracterizam a fibra da dieta.

A produção nacional de milho 90/91 obteve 23.309.751 toneladas (de grãos), porém, somente 2.050.000 de tons destinaram-se à alimentação humana e 3.555.000 ton foram processados pela indústria de alimentos, para obtenção de produtos tais como: amido de milho, enlatados, óleos, etc. O restante foi principalmente utilizado para ração avícola (FGV- Fundação Getúlio Vargas – Boletim, 1991).

Assim, considerando-se 16% o rendimento médio em sabugo com relação a quantidade de grãos produzidos, estima-se que no Brasil, disponha-se de cerca de 3.729.560 toneladas desse resíduo anualmente (FGB – Fundação Getúlio Vargas – Boletim, 1991).

Embora, o sabugo de milho não seja aproveitado na alimentação humana, sua composição química demonstra na alimentação que seu alto teor em celulose e hemicelulose, aproximadamente, 41,2% e 36,0% respectivamente, o tornam excelentes fonte da dieta (SILVA, 1987).

1.2 – Objetivos

Tendo como base as informações descritas anteriormente, este trabalho teve os seguintes objetivos:

- a) Desenvolver um produto alimentício, utilizando o sabugo de milho como fonte de fibra;
- b) Estudar os efeitos do produto rico em fibra, com diferentes concentrações, no bolo fecal e na morfologia histológica do trato gastrointestinal.

2 – REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 – Histórico

Muitas definições foram utilizadas para fibra bruta e fibra dietética, havendo muita controvérsia quanto a nomenclatura.

SPILLER & AMEN (1975) recomendaram o termo “Plantix”- um dos mais antigos – porém, o referido nome não foi bem aceito principalmente por TROWELLE, 1976.

TROWELL (1974) utilizou o termo fibra dietética, definindo-a como o resíduo da parede celular da planta resistente à hidrólise pelas enzimas digestivas do homem.

Em 1806, a terminologia fibra bruta foi utilizada como sendo o resíduo de vegetais comestíveis, que após a extração da gordura, mostrava-se resistente as ações sucessivas de ácidos a álcalis (TROWELL, 1978).

Atualmente, já configurado o termo fibra da dieta, esta é definida como lignina mais os polissacarídios que não podem ser digeridos pelas enzimas endógenas monogástricas (MARLETT, 1989).

2.2 – Composição da fibra

Fibra da dieta é um conjunto de polissacarídios, onde os compostos principais são:

Celulose: é um material estrutural básico das paredes celulares dos tecidos vegetais. A celulose da polpa das células vegetais possui pouco caráter fibroso. A celulose encontra-se amebida em um gel amorfo, composto principalmente por hemicelulose e substâncias pépticas, junto com pequenas quantidades de proteínas.

Esta é um polímero linear formado por unidades de D-glicopirranose, unidas por ligação B (1-4) (FENNEMA, 1985).

Hemicelulose: são constituídas por vários polissacarídios derivados de pentoses e hexoses, sendo que os principais monossacarídios que participam de sua estrutura são: xilose, arabinose, manose, glicose, ramnose e ácido urônico. São componentes estruturais e aparecem intimamente associados à celulose (ANDERSON E CHEN, 1979).

Lignina: é um polímero, não-carboidrato, formado por unidades moleculares derivadas de fenil-propano, possuindo estrutura tridimensional altamente complexa (SOUTHGATE, 1976).

Substâncias Pépticas: são plímeros de ácidos D-galacturônico ligados em a(1-4) e cujos grupos carboxílicos podem estar parcialmente metoxilados ou totalmente neutralizados por bases (SELVENDRAN, 1984).

Gomas: são heteropolissacarídios ramificados, derivados de exudados de plantas (SOUTHGATE, 1976).

2.3 – Principais métodos de determinação de “Fibra da Dieta”

As várias metodologias propostas para a determinação de fibra da dieta, encontram dificuldades devido a complexidade de seus componentes e a presença de compostos digeríveis, como glicoproteínas associadas à estrutura da parede celular e o amido retido na fração (MARLETT, 1989).

Os métodos para a determinação do resíduo indigerível dos alimentos, foram desenvolvidos na Alemanha, na segunda metade do século XIX (OLIVEIRA, 1988).

VAN SOEST (1965) desenvolveu-se um método utilizando uma solução de detergente aniônica em meio ácido para a digestão da amostra, onde a fração dosada corresponde ao teor da celulose lignina, e é determinada fibra detergente ácida (VAN SOEST & WINE, 1968).

Métodos baseados em resíduos após a extração com detergente, utilizam detergentes neutros e ácidos para solubilização de gorduras, componentes nitrogenados, açúcares e alguns amidos.

SRILLER (1980) chamou a atenção para o fato de que valores encontrados para a fração de NDF – fibra detergente neutro – podem apresentar erros, devido a presença de amido que pode ficar retido na fração.

MARLLET e LEE (1980) propuseram algumas modificações, como utilização das enzimas como amilases e pancreatina.

O primeiro método recomendado pela AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC), baseado na decomposição química, envolveu o tratamento da amostra com álcalis e ácidos fortes, produzindo a hidrólise da maioria dos constituintes dos alimentos. A fração residual não digerida é determinada gravimetricamente, sendo conhecida como fibra bruta (AOAC, 1984).

Atualmente, a determinação da fibra da dieta através do resíduo após digestão enzimática, é o método que mais se aproxima do processo digestivo humano, porém, ainda há interferentes quanto a ação enzimática (MARLETT, 1986).

Até o presente momento, nenhum estudo determinou ou selecionou o melhor método de referência para o uso em laboratório de controle de qualidade de alimentos, sendo os mesmos escolhidos ou determinados de acordo com os objetivos e características de cada produto (SABIONI, 1989).

2.4 – Fontes de fibra

Numerosas pesquisas científicas para futuras fontes alimentícias e, cuja finalidade é especialmente melhorar a alimentação de uma população, foram e estão sendo realizados em diversas partes do mundo.

Apesar de os estudos sobre a adição de fibra em uma dieta datarem desde 400 A.C., quando Hipócrates caracterizou o farelo como laxativo, passando a usar, como precaução, um maior conteúdo de fibra na dieta (COLMEY, 1978; EASTWOOD, 1978; TROWELL, 1978 E BAIMA, 1980), só apenas neste século, surgiu o interesse em melhorar a utilização da fibra da dieta para a alimentação humana (SOEST, 1973).

Com o crescente interesse em pesquisas sobre fibra nos Estados Unidos, a National Academy of Science preconizou a necessidade de padronizar uma fonte de fibra, dessem ser comparados, então, os pesquisadores passaram a procurar outras fontes como aveia, palha de trigo, farelo, milho, farinha integral, frutas, vegetais, etc (KELSAY, 1978).

Em termos de disponibilidade quantitativa, até mesmo em países onde existe abundância de dados estatísticos sobre os mais variados aspectos da industrialização de matérias-primas agropecuárias, desconhece-se inteiramente a quantidade exata da produção de sabugo de milho (FGV – Fundação Getúlio Vargas, 1991).

No Brasil, isso não é diferente; o que se afirma, é que este resíduo é 95% utilizado para reação animal (FGV – Fundação Getúlio Vargas, 1991).

FOLEY E HOOVEN (1981) apresentaram uma composição química do sabugo de milho, onde destacou-se os valores de 36% para hemicelulose e 41,2% para celulose, além de 6,1% para lignina e 3,1% para pectina, o que demonstra importância quantitativa para as frações da dieta, além de seu percentual em amido ser de 0,014%, o que facilitaria os métodos de análise.

Poucos artigos tratam da composição química do sabugo de milho, já que seu interesse pela indústria é para outros tipos de produto. Observa-se que amostras de sabugo de milho, analisadas, podem apresentar valores diferentes para fibra total e seus componentes. Provavelmente, isto se deve às diferenças nos processos de obtenção da farinha ou de métodos diferentes de análises (SILVA, 1987; BAIMA, 1980).

2.5 – Ação fisiológica da fibra

É indiscutível que a fibra vegetal tem ação fisiológica no intestino grosso, todavia, sua relação com o desenvolvimento de doenças aí localizadas ainda não está esclarecida. Nas ações já estabelecidas entre fibra vegetal e atividade fisiológica no tubo digestivo, com repercussões para outras vísceras, destaca-se:

- incremento do volume fecal;
- aumento do número de evacuações;
- diminuição do tempo de trânsito do bolo fecal no intestino grosso;
- estimulação do crescimento bacteriano no cólon; (ZEITUNE, 1987).

Considerando os efeitos citados, ainda tem se a prevenção à constipação intestinal primária, doença diverticular do cólon, câncer do intestino grosso, apendicite, hemorróida e hérnia de hiato (ZEITUNE, 1987).

Sua ação mais evidente é representada pela diminuição do tempo de trânsito no intestino grosso e pelo aumento de bolo fecal (BURKITT e col., 1973).

A forma física a qual os alimentos são ingeridos e as propriedades físicas do quimo intestinal produzido, podem determinar uma taxa de digestão intestinal, absorção e trânsito (ARMSTRONG, 1990).

A relação proteína e fibra na dieta tem sido pouco abordado, apesar de ser fato conhecido que altos teores de fibra da dieta limitam o aproveitamento da proteína (GAGNE, 1983).

O nitrogênio nas fezes foi, primeiramente, associado com a massa de bactérias e células descarnadas, entretanto, evidências experimentais sugerem que em dietas ricas em fibras, a origem deste nitrogênio pode ser endógeno ou dietético (ACTON, 1982).

Recentes estudos tem demonstrados que certas fibras da dieta alteram a morfologia da mucosa do intestino delgado, ao contrário de outros relatos que indicam não haver efeito no crescimento do intestino delgado (BOND, 1978).

A investigação ultra estrutural tem demonstrado, que fibras dietéticas com farelo, celulose, pectina e alfafa produzem alterações topográficas muitas das quais são coincidentes com o aumento de descamação demonstrado por pectina produzida nas criptas jejunais profundas (BOND, 1971).

Enquanto SCHWAARTZ e LEVINE (1980) observaram uma variação através dos vilos pequenos, ESENHANS et al (1981) demonstraram que a goma guar quando comparadas com outras gomas, produz grande aumento na massa da mucosa do intestino delgado (CUMMING, 1986).

Entretanto, nenhum desses estudos examinou os efeitos da fibra da dieta na citocinética intestinal (EASTWOOD, 1986).

Quando se fala em intestino grosso as mesmas alterações podem ser observadas, porém, o que se destaca é a fermentação, considerada a principal função do mesmo (CUMMING et al, 1986).

A mucosa do intestino delgado é um sistema dinâmico. Ela responde rapidamente às mudanças fisiológica, modificando o tamanho dos vilos e turnover celular (CREAMER, 1974).

JACOBS (1983), observou que a pectina diminui o peso da vilosidade intestinal e que o farelo de aveia e a goma guar não efeito. Ratos alimentados com farelo de trigo, não tiveram aumento do peso de vilo mas, aumentaram a taxa global de células em células epeteliais no duodeno (SCHENEEMAN ET AL. , 1982).

CASSIDY et al. (1981), alimentaram ratos com vários tipos de fibra da dieta por seis semanas e estudaram sua influência na topografia do intestino delgado através de varredura por microscópio eletrônico.

Como a unidade absorptiva do intestino delgado é o vilo, um dedo laminar de projeção das células que servem para aumentar a área de superfície luminal. Rato alimentados com dieta contendo pectina e celulose aumentaram o peso do vilos em um determinado estudo (SIGLEO et al. , 1981), mas, não em outro estudo (SCHWARTZ & LEVINE, 1980).

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Obtenção da farinha do sabugo de milho.

3.1.1 – Matéria - Prima

O sabugo (espiga de milho) foi fornecido pelo Departamento de Engenharia Agrícola do Instituto de Tecnologia da UFRRJ, oriundo de um estudo que visou mostrar a influência da irrigação na composição centesimal de espiga.

Devido a Isto, recebeu-se vinte e uma amostras que foram identificadas com os seguintes códigos:

P1 06-24-43 (T1)	P1 13-42-44 (T2)	P1 35-52-60 (T3)	P1 14-17-25 (T4)
P2 07-39-59 (T1)	P1 05-21-41 (T2)	P1 29-53-57 (T3)	P1 08-36-58 (T4)
P3 31-32-43 (T1)	P1 02-11-61 (T2)	P1 01-23-40 (T3)	P1 10-15-28 (T4)
P4 19-22-43 (T1)	P1 04-16-18 (T2)	P1 09-30-63 (T3)	P1 26-34-47 (T4)
P5 33-37-43 (T1)	P1 20-27-55 (T2)	P1 03-49-54 (T3)	P1 46-50-51 (T4)

Testemunha 12-56-62

Onde:

T1 – Irrigação por 24 horas ;
T2 – Irrigação por 48 horas ;
T3 – Irrigação por 76 horas ;
T4 – Irrigação por 96 horas ;

No estudo foi interessante usar essas amostras, para que também se pudesse, a partir das análises físicas e químicas, verificar se haveria diferença muito marcante ou não entre sua composição centesimal. Após análise dos resultados, misturou-se todos os sabugos dos diferentes tratamentos para a obtenção da farinha conforme descrito abaixo.

3.1.2 - Processamento do sabugo de milho

Após o recebimento da espiga, procedeu-se a debulhagem sendo o sabugo processamento conforme especificado na figura 1.

SABUGO DE MILHO

SECAGEM: 55 °C - 60 °C



SUBDIVISÃO DO SABUGO EM 2 OU 3 PARTES



***1º MOAGEM
EM MOINHO DE MARTELO***



***2º MOAGEM
EM MOINHO DE ROLO***



***FARINHA
(PRODUTO FINAL)***

Figura 1 – Etapas do processamento do sabugo de milho para obtenção da farinha.

3.1.3 – Caracterização da farinha do sabugo de milho

A farinha do sabugo de milho foi caracterizada quimicamente segundo metodologia recomendada pela A. O . A . C. (1984), Através as seguintes análises:

3.1.3.1 - Proteínas

O teor em nitrogênio foi determinado pelo método de Micro – Kjeldahl, baseado na destruição da matéria orgânica por meio de ácido concentrado, seguido de destilação. O Nitrogênio contido foi então dosado por volumetria.

3.1.3.2 – Lipídios

O processo utilizado foi o gravimétrico que basea-se na extração do produto por meio de um solvente específico, no caso éter etílico, com auxílio de um extrator contínuo de Soxhlet.

3.1.3.3 – Carboidratos

O teor de glicídios totais foi determinado pelo método de Fehling, baseado na deposição de óxido cuproso (Ocu_2), após titulação.

3.1.3.4 – Cinzas

O teor de cinza foi determinado por processo gravimétrico após a incineração do material em mufla a 550°C até peso constante.

3.1.3.5 – Umidade

Determinada por processo gravimétrico com emprego do calor. O material foi dessecado em estufa regulada a 105°C até obtenção de peso constante.

3.1.3.6 – Fibra Bruta

Inicialmente submeteu-se o material a uma digestão ácida seguida de uma digestão alcalina. Em seguida o material é lavado com água, álcool e éter, é dessecado em estufa regulada a 105°C até peso constante. O resíduo obtido representa a fibra total.

3.1.3.7 – Granulometria

A granulometria do resíduo fibroso foi medida através de peneiragem, usando-se um agitador Produtest nas seguintes condições de operação:

- peneiras de 08, 14 e 20 mesh;
- quantidade de amostra 150g e
- tempo 10 minutos.

3.1.3.8 – Fibra da Dieta

A fibra detergente neutra (NDF) foi determinada pelo método proposto por MENDEZ et alii (1985), que consiste na prévia extração e hidrólise do amido com solução de amiloglicosidade* 2,5% em tampão acetato 0,2 M pH 4,8 e posterior determinação da fração com solução detergente neutro. O resíduo obtido foi lavado com água quente e acetona, seco a 105 ° e determinado por gravimetria. A fração mineral retida foi determinada por incineração.

A fibra detergente ácido (ADF) foi determinada pelo método proposto por VAN SOEST (1963), usando solução detergente ácido. O resíduo obtido foi lavado com água quente e acetona, seco a 105 °C e determinado gravimetricamente.

a) Lignina.

A lignina foi separada do resíduo de ADF, por meio de ácido sulfúrico 72% e determinada gravimetricamente.

b) Celulose.

A celulose foi calculada por diferença entre valores obtidos para o resíduo de ADF e lignina.

c) Hemicelulose.

Calculada por diferenças entre os valores obtidos para fibra detergente ácido e fibra detergente neutro.

3.2 – Ensaio Biológico

3.2.1 – Preparo das rações

As rações foram preparadas variando-se apenas o teor de farinha do sabugo de milho e, conseqüentemente, o percentual de fibra da dieta. A composição das dietas utilizadas encontra-se na Tabela 1, enquanto que as Tabelas 2 e 3 apresentam as composições das misturas salina e vitamínica acrescentadas às dietas.

As dietas foram divididas em quatro grupos:

0% - as que não continham farinha do sabugo de milho;

20% - as que continham 20% de farinha do sabugo de milho;

30% - as que continham 30% de farinha do sabugo de milho;

40% - as que continham 40% de farinha do sabugo de milho.

Modo de preparo: os ingredientes foram incorporados ao amido de milho após gelatinização, e misturado manualmente até obtenção de uma massa homogênea, transformada em granulados, seco à temperatura de 55 °C – 60 °C em estufa ventilada (ração peletizada).

Tabela 1 – Composição das dietas utilizadas no ensaio biológico.

INGREDIENTES	DIETAS			
	0% (controle)	20%	30%	40%
Proteína 10%	362,0g	362,0g	362,0g	362,0g
Sacarose 10%	300,0g	300,0g	300,0g	300,0g
Óleo de milho 8%	240,0ml	240,0ml	240,0ml	240,0ml
Mistura salina 4%	120,0g	120,0g	120,0g	120,0g
Mistura vitamínica 1%	30,0g	30,0g	30,0g	30,0g
Benzoato de sódio 0,1%	3,0g	3,0g	3,0g	3,0g
Fibra (farinha de sabugo de milho)	0,0g	600,0g	900,0g	1.200,0g
Amido (q. s. p.)	1.945,0g	1.345,0g	1.045,0g	745,0g
Total	3.000,0g	3.000,0g	3.000,0g	3.000,0g

* - A proteína utilizada foi a caseína, analisada pelo método de micro-kjeldahl apresentando 83,3 g de proteína em 100,0 g de caseína.

Tabela 2 – Composição da mistura salina (Produtos ROCHE).

COMPONENTES	QUANTIDADE (em g/Kg)
Fosfato da Ca dibásico	500,0
Cloreto de sódio	74,00
Citrado de potássio monohidratado	220,00
Sulfato de potássio	52,00
Óxido de magnésio	24,00
Carbonato manganoso (43% - 48% de manganês)	3,50
Citrato férrico (16% - 17% de ferro)	6,00
Carbonato de zinco (70% de óxido de zinco)	1,60
Carbonato de cobre (53% - 55% de cobre)	0,30
Iodato de potássio	0,01
Selenito de sódio (pentahidratado)	0,01
Sulfato de potássio crômico (dodecahidratado)	0,55
Açúcar finamente pulverizado	118,03
Fosfato tribásico	350,00

Tabela 3 – Composição da mistura vitamínica (Produtos ROCHE – NUTRIX).

COMPONENTES	QUANTIDADE (em g/Kg)
Vitamina A	2.000 UI
Vitamina D	400 UI
Vitamina E	10,00 mg
Vitamina K	-
D-L-Metionina	180,00 mg
Vitamina B1	0,50 mg
Vitamina B2	0,80 mg
Vitamina B6	0,50 mg
Vitamina B12	3,00 mg
Vitamina H – Biotina	0,04 mg
Nicotinamida	4,00 mg
Acido Fólico	0,20 mg
Pantot. de Cálcio	4,00 mg
Menadiona	0,50 mg
Cloreto de Colina 50% SD	400,00 mg
Ácido paraminobenzóico	10,00 mg
Inositol	10,0 mg
Veículo: Açúcar	



Figura 2 – Rações obtidas no laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos

3.2.2 – Animais utilizados

Para a realização do ensaio biológico, foram utilizados vinte e quatro ratos Wistar (*Rattus norvegicus*; var. *Albinus*; Rodentia MAMMALIA), machos, recém – desmamados, com idade de aproximadamente vinte e um dias. Os animais foram distribuídos em quatro grupos, identificados e colocados em gaiolas metabólicas, onde permaneceram por um período de vinte e quatro dias consumindo água e dieta ad libitum.

3.2.2.1 – Pesagem dos ratos e das dietas

O ganho de peso dos ratos e a quantidade de ração consumida por eles, foram verificados a cada dois dias durante os vinte e seis dias do ensaio.

3.2.2.2 – Coleta das fezes

As fezes de cada grupo foram coletadas a cada dois dias, até o vigésimo terceiro dia, onde observou-se o aumento do bolo fecal. Após a coleta, as fezes foram secas por vinte e quatro horas em estufa a 55 °C.

Ao término do experimento foi feito um “pool” das fezes de cada animal e determinado o nitrogênio pelo método do micro – Kjeldahl.

3.2.3 – Coeficiente de eficácia protéica (PER)

O coeficiente de eficácia protéica é o índice de valor biológico mais utilizado em ensaios com animais neste método, embora atualmente existam algumas modificações neste método, permitindo avaliações mais rápidas. Foi calculado pelo aumento de peso do animal por grama de proteína ingerida (COZZOLINO, 1982).

$$\text{PER} = \frac{\text{GANHO DO PESO (g)}}{\text{PROTEÍNA CONSUMIDA (g)}}$$

3.2.4 – Coeficiente de eficácia alimentar (CEA)

As diferenças de peso corporal dos animais podem estar relacionadas à quantidade de ração ingerida, portanto, foi controlado o ganho do peso dos animais e o consumo de ração, para se poder determinar o coeficiente de eficácia alimentar, que representa o aumento de peso do animal por grama de ração ingerida (COZZOLINO, 1982).

$$\text{CEA} = \frac{\text{GANHO DE PESO (g)}}{\text{INGESTA DE RAÇÃO ACUMULADA (g)}}$$

3.2.5 – Coeficiente de digestibilidade aparente (Cda)

Este coeficiente foi determinado através do balanço entre as quantidades de nitrogênio ingerido e a excretada pelas fezes, onde obteve o nitrogênio absorvido, cuja a porcentagem em relação ao ingerido dará o coeficiente de digestibilidade aparente (COZZOLINO, 1982).

$$Cda = \frac{N(\text{ingerido}) - N(\text{excretado nas fezes}) \times 100}{N(\text{ingerido})}$$

3.2.6 – Morte dos animais

Os animais foram mortos no vigésimo sexto dia, sendo colocados em câmpanula fechada, onde inalaram éter etílico até a parada dos sinais vitais.

3.2.7 – Avaliação morfológica

3.2.7.1- Macroscopia

Após a abertura abdominal dos ratos para a retirada do intestino grosso e delgado, foi observado o volume intestinal.

3.2.7.2 – Histologia

O intestino grosso e delgado, retirado de cada animal, foi fixado em formol a 10%. Após a fixação, fez-se o procedimento de lâminas, seguindo-se a seguinte sequência:

- a) Desidratação em alcoóis seriados crescentes;
- b) Clarificação em xilol;
- c) Impregnação na parafina;
- d) Inclusão em blocos;
- e) Cortes no micrótomo (Spencer – Mod. 820), na espessura de 5 um;
- f) Secagem em estufa a 60 C, durante duas horas;
- g) Deparafinização em xilol;
- h) Coloração pelos métodos na HEMATOXILINA – EOSINA (HE).

3.2.7.3 – Leitura das lâminas

Fez-se a leitura das lâminas em microscópio óptico (Wild – Leitz) com aumento de 100 vezes. Esta leitura teve como objetivo avaliar diferenças morfológicas.

3.3 – Preparo de biscoitos com alto teor de fibra da dieta

Partindo-se de uma formulação básica de biscoitos, procurou-se testar formulações em que esse chegasse a uma qualidade tecnológica e uma quantidade de fibra que competisse com o mercado interno.

Foram feitas três formulações, variando o percentual de ferinha do sabugo de milho. As formulações denominadas A, B e C continham 20%, 30% e 40% de farinha do sabugo de milho respectivamente (Tabela 4).

Adotou-se o mesmo modo de preparo para todas as formulações. Inicialmente, foram misturados a gordura vegetal hidrogenada, os ovos, a farinha de sabugo de milho, deixando-se bater até massa homogênea em batedeira industrial. Depois, adicionou-se o leite, bicarbonato de sódio, bicarbonato de amônia e ácido láctico, deixando-se na batedeira por mais vinte minutos e, por fim, acrescentando-se o açúcar. Os biscoitos foram assados aproximadamente a 180°C em forno de padaria.

Tabela 4 – Ingredientes de biscoitos contendo farinha de sabugo de milho.

INGREDIENTES	% EM RELAÇÃO AO PESO TOTAL DAS FARINHAS		
	A	B	C
Farinha de sabugo de milho	40,00	30,00	20,00
Farinha de milho	60,00	70,00	80,00
Gordura hidrogenada vegetal	60,00	60,00	60,00
Açúcar	80,00	80,00	80,00
Leite	20,00	15,00	10,00
Sal	00,40	00,40	00,40
Ovos	20,00	20,00	20,00
Bicarbonato de sódio	00,25	00,25	00,25
Bicarbonato de amônia	00,50	00,50	00,50
Ácido láctico	00,40	00,40	00,40

Essas formulações foram testadas na Indústria JAMES (Produtos Alimentícios James LTDA), porém, foi desenvolvida em escala semi-indústria, pois, para fabricar-se em escala indústria, necessitar-se-ia de no mínimo cinquenta quilos de massa, o que acarretaria uma necessidade de trinta quilos de farinha de sabugo de milho e não havia tal quantidade da mesma amostra inicial usada para todos os experimentos deste trabalho. O processo utilizado está na Figura 3.

3.3.1 – Caracterização química das formulações A, B e C

Foram realizadas as dosagens proteína bruta, lipídios, glicídios totais, cinzas, umidade e fibra bruta, pelos métodos descritos no item 1.3, para todas as formulações.

3.3.2 – Avaliação sensorial

Foram selecionados e treinados dez provadores para avaliar textura e sabor através do teste pareado de diferença (bicaudal) entre as diferentes formulações. O modelo de ficha utilizado, encontra-se na Figura 4.

MISTURA DOS INGREDIENTES

- LEITE
- AÇUCAR
- FARINHA DE TRIGO
- GORDURA HIDROGENADA VEGETAL
- SAL
- BICABORNATO DE SÓDIO
- BICABORNATO DE AMÔNIA
- ÁCIDO LÁCTICO
- FARINHA DE SABUGO DE MILHO

BATER DURANTE 30 MINUTOS



COCCÃO A 180°C



RESFRIAMENTO



EMPACOTAMENTO

ANÁLISES



- ANALISE SENSORIAL
- PROTEÍNA
- CARBOIDRATOS
- FIBRA TOTAL

- CINZAS
- LIPÍDIOS
- UMIDADE

Figura 3 – Processamento dos biscoitos.

Figura 4 – Modelo de fibra para aplicação do teste Pareado Bicaudal de diferença para textura e sabor.

a) Ficha controle

Data:

Estudo:

Amostra:

Tipo de testes:

PROVADORES

TEXTURA
AxB

SABOR
AxC

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

** Sempre foram feitas as repetições AxB, AxC, BxC e também, na ordem inversa.

b) Ficha do teste pareado direcional bicaudal

Nome: _____

Entre as amostras, passe um círculo na amostra melhor quanto a sabor.

PAR

1 – _____

Comentários: _____

3.3.3 – Tratamento estatístico

Para análise estatística dos dados obtidos na avaliação sensorial para diferença de textura e sabor entre as diferentes formulações, utilizando-se a tabela recomendada por ROESSLER et alii, 1978 ($P < 0,05$).

Para os quatros grupos que continham 0,10% (A), 10,51% (B), 15,30% (C) e 17,33% (D) de fibra da dieta na ração, utilizou-se ANOVA ONE – WAY para ganho de peso e para o consumo acumulado de ração, tomadas observações diárias. Também, usou-se o mesmo tratamento para a interação entre os grupos AxB, AxC, AxD, BxC, BxD e CxD, avaliando a significância das diferenças entre as médias dos grupos (GILL, 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme verificou-se na literatura, inúmeros trabalhos foram realizados utilizando diferentes fontes de fibra e, na sua maioria, procurando evidenciar o seu teor na ração e nos efeitos por ela causados.

Procurou-se, então, aproveitar o sabugo de milho, uma vez que os mesmos são somente aproveitados após o beneficiamento do milho em rações experimentais, no desenvolvimento de um produto como fonte de fibra, observando-se, principalmente, consumo de ração, ganho de peso, coeficientes de eficácia protéica, alimentar e digestibilidade aparente, além de alguns fatores da morfologia intestinal.

Composição química da farinha de sabugo de milho

Conforme verificou-se na Tabela, o sabugo de milho apresenta um teor em fibra bruta de cerca de 40% e, na Tabela, sua composição em celulose e hemicelulose, 36% e 42% respectivamente, e que acompanha os dados da literatura segundo PENTEADO et alii (1973) e SILVA (1987), tornando-o uma grande fonte de fibra da dieta.

O material estudado apresentou baixo teor de lipídios e proteína, o que coincide com os estudos de OLIVEIRA (1988), e alto teor de cinzas, com os trabalhos de SILVA (1987).

Tabela 5 – Caracterização química (g/ 100g) da Farinha de Sabugo de Milho.

FARINHA	UMIDADE	PROTEÍNA	LIPÍDIOS	CINZAS	FIBRA TOTAL	CARBOI DRATOS
P1 062443	8,02	2,47	0,38	2,98	41,00	45,05
P2 073959	6,10	2,55	0,51	3,10	39,54	48,38
P3 313245	5,12	2,16	0,38	3,42	42,08	46,72
P4 192238	5,55	2,04	0,39	3,58	42,00	47,52
P5 333748	5,45	2,60	0,86	3,23	39,87	47,99
P1 134244	7,08	2,16	0,35	2,97	39,54	47,98
P2 052141	5,17	2,57	0,29	3,60	42,88	45,72
P3 021161	4,91	2,24	0,25	3,73	41,05	47,98
P4 041618	5,61	2,56	0,27	3,72	42,23	45,79
P5 202755	5,90	2,63	0,16	3,79	39,72	47,82
P1 355260	6,85	3,45	0,21	3,24	39,99	46,32
P2 295357	6,92	2,65	0,07	3,15	41,43	45,79
P3 012340	6,08	2,58	0,28	3,30	40,48	47,40
P4 093063	6,34	2,60	0,31	3,43	40,67	46,65
P5 034954	6,36	2,21	0,31	3,20	40,04	47,56
P1 141725	6,70	2,54	0,30	3,17	40,50	46,85
P2 083658	7,77	2,53	0,43	3,22	40,46	45,59
P3 101528	4,81	2,51	0,43	3,89	40,06	48,32
P4 263447	5,25	2,53	0,38	3,17	40,16	48,51
P5 465051	6,41	1,98	0,43	3,10	39,16	48,75
TESTE	5,35	4,30	0,23	2,95	40,03	47,44

Tabela 6 – Principais componentes da fibra da dieta no sabugo de milho.

COMPONENTES	%
Hemicelulose	42
Celulose	36
Lignina	07

OBS: Média de três determinações.

A partir dos valores encontrados para as frações fibra da dieta, 42% de hemicelulose, 36% de celulose e 7% de lignina, pode-se verificar que o principal componente encontrado no sabugo de milho foi a hemicelulose e o menor foi a lignina. Estes dados assemelham-se aos valores reportados por MONGEAU e BRASSARD, 1982; OLIVEIRA, 1988 e SILVA, 1987.

4.2 – Análise das rações e Ensaio biológico

As rações oferecidas apresentaram diferenças mínimas de proteína, umidade, lipídios e cinzas, promovendo uma variação apenas no teor de fibra e carboidratos. Esta composição que pode ser vista na Tabela 7, contribui para a verificação dos diferentes efeitos para as diferentes porcentagens de fibra da dieta e sua influência nos coeficientes de eficácia protéica, alimentar e de digestibilidade aparente.

Primeiramente, pode-se verificar na Tabela 8 o ganho de peso dos ratos durante o ensaio biológico, este foi maior a medida que o percentual de fibra da dieta era maior. No gráfico do ganho de peso, observou-se que esta diferença aumenta com o tempo, tornando-o um fator importante no estudo (Figura 5). Esta diferença não é significativa (Tabela 9), porém, pode fortalecer a teoria de alguns autores sobre o aproveitamento dos ácidos graxos voláteis pelo sistema porta, aumentando o aporte energético (HELLENDORF, 1978).

Tabela 7 – Caracterização química (g/100g) das rações) 0%, 20%, 30% e 40%.

FARINHA (%)	UMIDADE (natura)	PROTEÍNA	LIPÍDIOS	CINZAS	FIBRA TOTAL	CARBOI DRATOS
00	8,54	10,87	7,13	2,95	0,10	71,25
20	8,54	12,03	6,73	3,16	10,51	58,31
30	9,80	11,65	6,51	3,16	15,30	52,78
40	8,97	11,29	6,41	3,27	17,33	46,90

OBS: Média de três determinações.

Tabela 8 – Ganho de peso dos ratos em grama, durante o ensaio biológico.

Dias	Ganho de Peso Grupo 0%	Ganho de Peso Grupo 20%	Ganho de Peso Grupo 30%	Ganho de Peso Grupo 40%
1	41,8 (n=6)	51,3 (n=6)	60,2(n=6)	55,9(n=6)
2	39,0 (n=6)	54,2 (n=6)	67,0(n=6)	61,2(n=6)
4	55,2 (n=6)	61,4 (n=6)	71,3(n=6)	65,4(n=6)
6	62,5 (n=6)	67,5 (n=6)	81,0(n=6)	76,3(n=6)
8	67,7 (n=6)	74,5 (n=6)	88,3(n=6)	75,8(n=6)
10	71,4 (n=6)	78,5 (n=6)	90,2(n=6)	79,0(n=6)
12	75,3 (n=6)	71,8 (n=6)	83,8(n=6)	82,0(n=6)
14	80,6 (n=6)	81,5 (n=6)	86,8(n=5)	84,3(n=6)
16	83,0 (n=6)	81,2 (n=6)	79,1(n=5)	90,9(n=6)
18	81,8 (n=6)	79,0 (n=6)	86,8(n=5)	87,0(n=6)
20	89,1 (n=6)	88,1 (n=6)	87,1(n=5)	106,2(n=6)
22	87,2 (n=6)	81,5 (n=6)	88,2(n=5)	102,1(n=6)
24	88,8 (n=5)	77,5 (n=5)	75,4(n=5)	107,5(n=6)

Os valores dispostos nas linhas 1 a 24, correspondem ao ganho de peso observado a cada dois dias. Os grupos 0%, 20%, 30% e 40% representam os animais que consumiram 0,10% , 10,51% , 15,30% e 17,30% de fibra da dieta respectivamente.

FIGURE 3-10



FIGURE 3-10: Relationship between the number of people and the number of people.

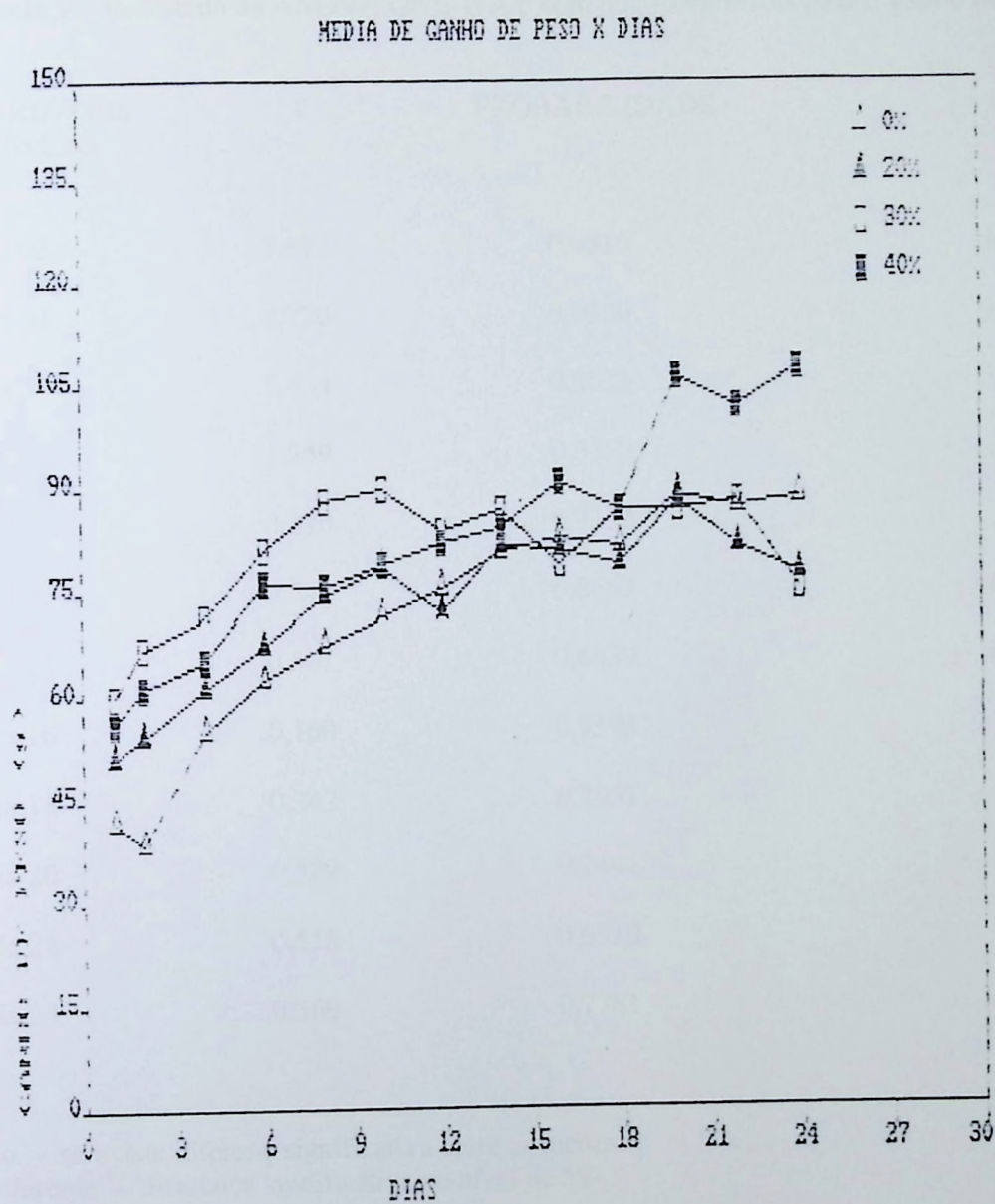


FIGURA 5 – Média do ganho de peso por dia entre os grupos 0%, 20%, 30% e 40%.

Tabela 9 – Resultado da ANOVA ONE-WAY com quatro variáveis para o ganho de peso.

VARIÁVEIS AxBxCxD	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	3,617	0,0310	igual
Dia 04	4,720	0,0120	igual
Dia 06	1,434	0,2625	igual
Dia 08	1,259	0,3150	igual
Dia 10	0,370	0,7752	igual
Dia 12	0,242	0,8659	igual
Dia 14	0,501	0,6859	igual
Dia 16	0,100	0,9593	igual
Dia 18	0,342	0,7951	igual
Dia 20	0,529	0,9441	igual
Dia 22	0,555	0,6510	igual
Dia 24	0,369	0,7761	igual

Ho - se existe diferenç significativa entre as rações.

Diferente - diferença significativa ao nível de 5%.

Igual - não significativo.

f = 3,10

A (0%) - ração contendo 0,10% de fibra da dieta.

B (20%) - ração contendo 10,51% de fibra da dieta.

C (30%) - ração contendo 15,30% de fibra da dieta.

D (40%) - ração contendo 17,33% da fibra da dieta.

Na tabela 10, pode-se observar o consumo acumulado de ração durante o ensaio biológico. Embora a literatura fale sobre o poder de saciedade da fibra com o aumento do percentual de fibra de dieta, obteve-se, também, um aumento do consumo de ração. Pode-se observar na Figura 6 a homogeneidade dos resultados desde o início do experimento, aumento com o tempo a diferença do consumo de ração para o grupo que ingeria a maior concentração de fibra da dieta. Esta diferença foi significativa entre os grupos 0% e 40%, o que representa um consumo de 0,10% e 17,30% de fibra da dieta respectivamente (Tabela 11). Esta diferença se mantém significativa quando se compara os quatros grupos, porém, quando se faz o pareado 1 a 1, a diferença não se mantém para todos os pareados. Além disto foi possível verificar a interferência do fator tempo no experimento, porque se fez um tramento estatístico para cada dia. Devido a isto, quando se comparou os grupos 0% e 40%, obteve-se uma diferença significativa independente do tempo. Este dado é sugestivo de uma indicação aproximada para uma recomendação diária de fibra da dieta. É possível que uma quantidade ligeiramente maior, não interferirá de forma acentuada quanto à ação fisiológica (Tabela 11).

Continuando a análise dos resultados, ao se estudar a diferença entre os grupos 0% e 20%, o que representa um consumo de fibra de 0,10% e 10,51% de fibra respectivamente (Tabela 12), aparece uma diferença inicial, contudo, ao passar do tempo, isto se torna igual.

Tabela 10 - Consumo acumulado de ração, durante o ensaio biológico.

Dias	Ganho de Peso Grupo 0%	Ganho de Peso Grupo 20%	Ganho de Peso Grupo 30%	Ganho de Peso Grupo 40%
2	22,7 (n=6)	32,4 (n=6)	38,0 (n=6)	35,1 (n=6)
4	49,7 (n=6)	72,4 (n=6)	78,2 (n=6)	78,3 (n=6)
6	80,7 (n=6)	106,1 (n=6)	116,9 (n=6)	136,3 (n=6)
8	105,4 (n=6)	139,0 (n=6)	150,6 (n=6)	164,4 (n=6)
10	132,5 (n=6)	173,5 (n=6)	185,5 (n=6)	207,6 (n=6)
12	166,4 (n=6)	211,1 (n=6)	222,3 (n=6)	257,5 (n=6)
14	194,9 (n=6)	238,4 (n=6)	214,3 (n=5)	260,8 (n=6)
16	266,5 (n=6)	275,3 (n=6)	231,0 (n=5)	327,5 (n=6)
18	261,0 (n=6)	311,3 (n=6)	259,6 (n=5)	367,5 (n=6)
20	291,0 (n=6)	353,3 (n=6)	271,8 (n=5)	407,5 (n=6)
22	327,5 (n=6)	363,0 (n=6)	305,1 (n=5)	457,5 (n=6)
24	322,4 (n=5)	381,0 (n=5)	323,0 (n=5)	476,3 (n=6)

Os valores dispostos nas linhas de 2 a 24, correspondem ao consumo de ração acumulado registrado a cada dois dias. Os grupos 0%, 20%, 30% e 40% representam os animais que consumiram 0,10%, 10,51%, 15,30% e 17,30% de fibra da dieta respectivamente.

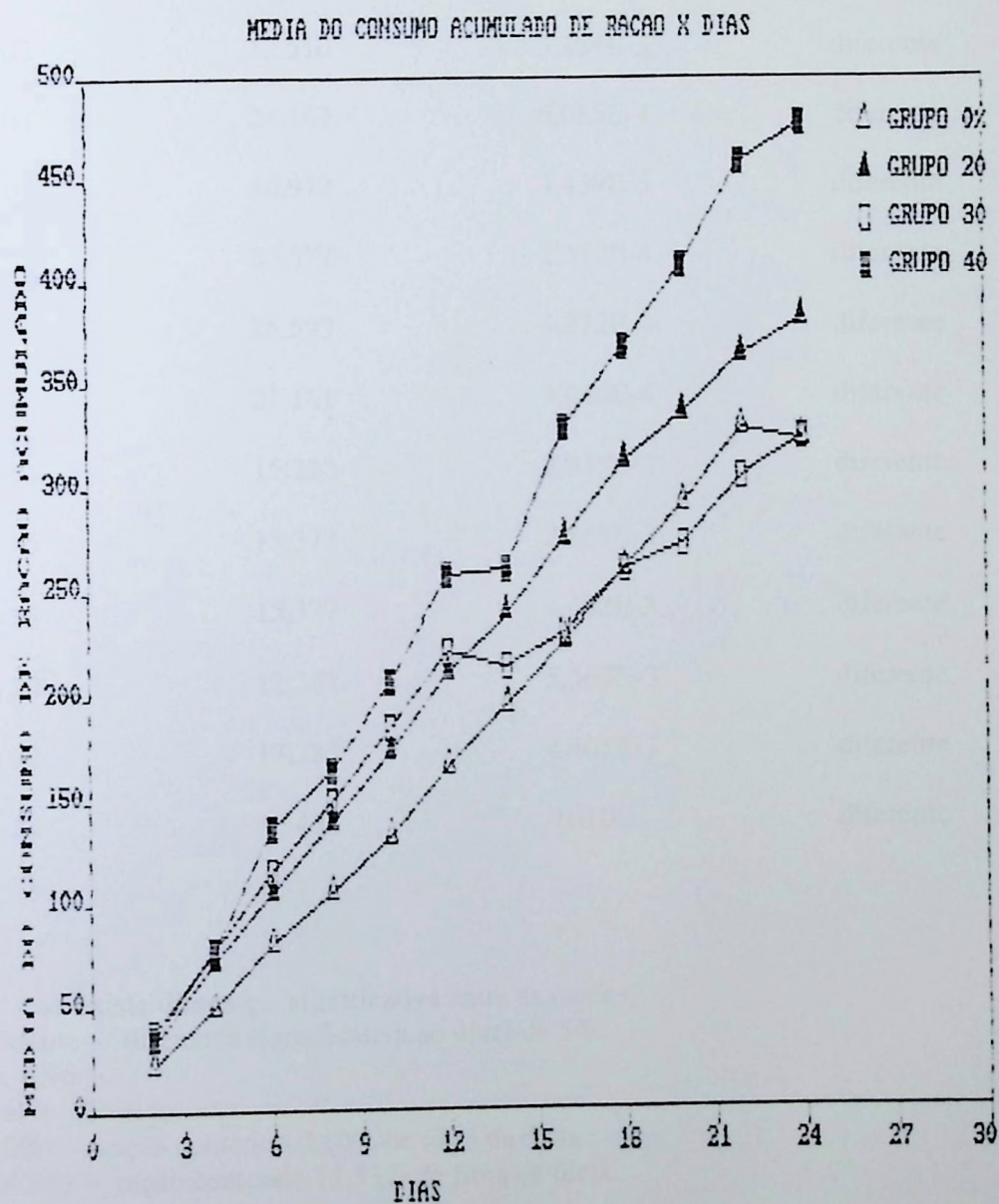


Figura 6 - Média do consumo acumulado de ração por dia dos grupos 0%, 20%, 30% e 40%.

TABELA 11 - Resultado da ANOVA ONE-WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS AxBxCxD	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	12,510	5,384E-3	diferente
Dia 04	24,167	6,085E-4	diferente
Dia 06	46,972	4,439E-5	diferente
Dia 08	30,577	2,512E-4	diferente
Dia 10	26,593	4,272E-4	diferente
Dia 12	27,161	3,946E-4	diferente
Dia 14	15,223	2,935E-3	diferente
Dia 16	15,372	2,863E-3	diferente
Dia 18	15,377	4,408E-3	diferente
Dia 20	12,367	5,569E-3	diferente
Dia 22	13,383	4,401E-3	diferente
Dia 24	10,478	0,0102	diferente

Ho - se existe diferença significativa entre as rações.

Diferente - diferença significativa ao nível de 5%.

f = 4,96

Igual - não significativo.

A (0%) - ração contendo 0,10% de fibra da dieta.

D (40%) - ração contendo 17,33% de fibra da dieta.

Tabela 12 - Resultado da ANOVA ONE-WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS AxBxCxD	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	6,503	0,0289	diferente
Dia 04	10,585	8,686E-3	diferente
Dia 06	5,807	0,0367	diferente
Dia 08	7,149	0,0233	diferente
Dia 10	6,968	0,0247	diferente
Dia 12	5,410	0,0423	diferente
Dia 14	3,155	0,1061	igual
Dia 16	2,657	0,1342	igual
Dia 18	2,138	0,1744	igual
Dia 20	1,192	0,3005	igual
Dia 22	0,707	0,4202	igual
Dia 24	0,022	0,8841	igual

Ho - se existe diferenç significativa entre as rações.

Diferente - diferença sigmificativa ao nível de 5%.

f = 4,96

Igual - não significativo.

A (0%) - ração contendo 0,10% de fibra da dieta

B (20%) - ração contendo 10,51% da fibra da dieta.

Ao se comparar os grupos 0% e 30%, o que representa 0,10% e 15,30% de fibra respectivamente (Tabela 13), houve uma semelhança com os resultados da comparação entre os grupos 0% e 20%, porém, a diferença de f é muito maior em relação ao presente caso.

Verificou-se também, que os grupos de 20% e 30%, o que representa um consumo de 10,51% e 15,30% de fibra respectivamente (Tabela 14), não apresentaram uma diferença significativa, independente do tempo, o que é explicado pela pequena diferença no percentual de fibra da dieta.

Todavia, os resultados entre os grupos de 30% e 40%, o que representa um consumo de 15,30% e 17,33% de fibra respectivamente (Tabela 15), não foram satisfatórios a medida em que se apresentam, inicialmente, com uma igualdade estatística e, no final, com uma diferença. Talvez com um percentual alto de fibra da dieta, tenha-se novos interferentes.

Finalmente, quando se estudou o resultado estatístico entre os quatro grupos e as diferentes rações (Tabela 16), observou-se uma diferença significativa, independente do tempo.

Confirmando esses dados, tem-se os resultados dos grupos 20% e 40%, o que representa um consumo de 10,51% e 17,33% de fibra respectivamente (Tabela 17), o que é perfeitamente justificado pelo aumento da diferença de fibra da dieta na ração de 40%.

Avaliando todas as comparações feita para o consumo acumulado de ração, deve-se prestar atenção quanto ao ganho de peso dos animais, o que pode sugerir uma eficácia quanto ao aproveitamento de nutrientes, fortalecendo a necessidade de fibra da dieta na alimentação.

Tabela 13 – Resultado da ANOVA ONE-WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS A x C	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	21,811	8,805E-4	diferente
Dia 04	23,144	7,120E-4	diferente
Dia 06	22,913	7,383E-4	diferente
Dia 08	17,089	2,032E-4	diferente
Dia 10	10,252	9,462E-3	diferente
Dia 12	8,612	0,0149	diferente
Dia 14	6,146	0,0350	diferente
Dia 16	2,868	0,1246	igual
Dia 18	2,324	0,1617	igual
Dia 20	0,878	0,3732	igual
Dia 22	0,928	0,3605	igual
Dia 24	6,4032E-4	0,9804	igual

Ho – se existe diferença significativa entre as rações.

Diferente – diferença significativa ao nível de 5%.

Igual – não significativo.

f = 4,96

A (0%) – ração contendo 0,10% de fibra da dieta

C (30%) – ração contendo 15,30% da fibra da dieta.

Tabela 14 – Resultado da ANOVA ONE-WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS B x C	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	5,462	8,805E-4	diferente
Dia 04	1,665	7,120E-4	igual
Dia 06	1,899	7,383E-4	igual
Dia 08	1,471	2,032E-4	igual
Dia 10	0,697	9,462E-3	igual
Dia 12	0,531	0,0149	igual
Dia 14	0,868	0,0350	igual
Dia 16	0,9040E-3	0,1246	igual
Dia 18	0,1663E-4	0,1617	igual
Dia 20	0,096	0,3732	igual
Dia 22	0,012	0,3605	igual
Dia 24	0,045	0,9804	igual

Ho – se existe diferença significativa entre as rações.

Diferente – diferença significativa ao nível de 5%.

Igual – não significativo.

f = 4,96

B (20%) – ração contendo 10,51% de fibra da dieta

C (30%) – ração contendo 15,30% da fibra da dieta.

Tabela 15 – Resultado da ANOVA ONE-WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS C x D	f	Probabilidade	Ho
Dia 02	2,193	0,1695	igual
Dia 04	0,244	0,6321	igual
Dia 06	24,479	5,806E-4	diferente
Dia 08	2,956	0,1163	igual
Dia 10	2,825	0,1238	igual
Dia 12	7,272	0,0224	diferente
Dia 14	1,865	0,2053	igual
Dia 16	11,448	8,082E-3	diferente
Dia 18	15,560	3,382e-3	diferente
Dia 20	32,612	2,904-E4	diferente
Dia 22	41,128	1,234E-4	diferente
Dia 24	37,452	1,750E-4	diferente

Ho – se existe diferença significativa entre as rações.

Diferente – diferença significativa ao nível de 5%.

Igual – não significativo.

f = 4,96

C (30%) – ração contendo 15,30% de fibra da dieta

D (40%) – ração contendo 17,33% da fibra da dieta.

Tabela 16 – Resultado da ANOVA ONE-WAY com quatro variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS A x B x C x D	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	9,942	3,601E-4	diferente
Dia 04	14,385	3,168E-5	diferente
Dia 06	16,967	1,018E-5	diferente
Dia 08	11,769	1,159E-4	diferente
Dia 10	9,564	4,002E-4	diferente
Dia 12	10,449	4,002E-4	diferente
Dia 14	5,973	4,796E-3	diferente
Dia 16	6,000	4,699E-3	diferente
Dia 18	5,338	7,739E-3	diferente
Dia 20	4,994	0,0101	diferente
Dia 22	6,003	4,691E-3	diferente
Dia 24	5,088	0,0100	diferente

Ho – se existe diferença significativa entre as rações.

Diferente – diferença significativa ao nível de 5%.

Igual – não significativo.

f = 3,10

A (0%) – ração contendo 00,10% de fibra da dieta

B (20%) – ração contendo 10,51% de fibra da dieta

C (30%) – ração contendo 15,30% de fibra da dieta

D (40%) – ração contendo 17,33% da fibra da dieta.

Tabela 17 – Resultado da ANOVA ONE-WAY com duas variáveis para o consumo acumulado de ração.

VARIÁVEIS B x D	f	PROBABILIDADE	Ho
Dia 02	1,026	0,3349	igual
Dia 04	2,098	0,1781	igual
Dia 06	13,083	4,712E-3	diferente
Dia 08	7,031	0,0242	diferente
Dia 10	8,169	0,0170	diferente
Dia 12	12,120	5,908e-3	diferente
Dia 14	5,781	0,0370	diferente
Dia 16	7,898	0,0185	diferente
Dia 18	7,058	0,0240	diferente
Dia 20	7,907	0,0184	diferente
Dia 22	14,253	3,629E-3	diferente
Dia 24	11,767	6,436E-3	diferente

Ho – se existe diferença significativa entre as rações.

Diferente – diferença significativa ao nível de 5%.

Igual – não significativo.

f = 4,96

B (20%) – ração contendo 10,51% de fibra da dieta

D (40%) – ração contendo 17,33% da fibra da dieta.

Nos resultados obtidos para o PER (Tabela 18), verificou-se que houve uma variação percentual. Estes valores apresentaram uma queda à medida que aumentava-se as concentrações de fibra da dieta nas rações, porém, quando o aumento de fibra se tornou expressivo, observou-se um novo crescimento do valor do PER. BAIMA (1980) que trabalhou com sabugo de milho, encontrou um PER semelhante para uma concentração de 8% de fibra.

Os resultados obtidos para o CEA (Tabela 19) se apresentaram com um comportamento semelhante ao do PER quando se menciona de uma queda de valores percentuais, quando maior a concentração de fibra nas rações. Entretanto, houve uma recuperação do grupo que apresentava um percentual de 17,30% de fibra da dieta. Estes dados apresentam semelhanças quando aos baixos valores do CEA, perante aos altos percentuais de fibra com os dados de OLIVEIRA (1980)

Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente, Cda. (Tabela 20) não apresentaram diferenças marcantes, indicando que o aumento da fibra da dieta não estariam interferindo na digestibilidade aparente.

Esses parâmetros para avaliação biológica são atualmente muito discutidos por falha em interferência que possam ocorrer (COZZOLINO, 1982).

Tabela 18 – Valores do coeficiente de eficácia protéica (PER).;

GRUPOS	PER
0%	1,34
20%	0,57
30%	0,40
40%	0,95

Os grupos 0%, 20%, 30% e 40 % representam os animais que consumiram 0,10%, 10,51%, 15,30% e 17,30% de fibra da dieta respectivamente.

Tabela 19 – Valores do coeficiente de eficácia alimentar (CEA).

GRUPOS	PER
0%	0,14
20%	0,06
30%	0,04
40%	0,10

Os grupos 0%, 20%, 30% e 40 % representam os animais que consumiram 0,10%, 10,51%, 15,30% e 17,30% de fibra da dieta respectivamente.

4.2.1 – Morfologia

O grupo 0%, que representa um consumo de 0,10% de fibra da dieta, serviu como padrão histológico para se poder observar as variações no intestino delgado e grosso. A princípio, como o estudo histológico é difícil conclusão, as observações feitas devem ser analisadas como uma indicação coerente com os poucos dados encontrados na literatura. Na figura 7, observa-se o intestino delgado do grupo controle que comparado com as Figuras 8, 9 e 10 que representam os grupos 20%, 30% e 40% respectivamente, apresenta uma discreta diminuição em termos de vilosidade.

Os estudos têm direcionado sua atenção para estabelecer um mecanismo de efeito da fibra da dieta na absorção de nutrientes. BROW et al. (1979), encontraram aumento no peso da mucosa de ratos com alimentação rica em pectina.

Na figura 11, observa-se o intestino grosso do grupo de controle que comparado com as Figura 12, 13 e 14 que representam os grupos 20%, 30% e 40% respectivamente, apresentaram uma diferença marcante quanto a vilosidade, implicando em um aumento discreto para os grupos com o consumo aumentado de fibra da dieta. Como na técnica de prepara das lâminas, os intestinos não foram lavados, encontraram-se resto de bolo fecal que pode ter interferido na configuração morfológica, mascarando o resultado. A interpretação destes resultados não é clara, mas, parece que há desenvolvimento de vilosidade quanto a área de absorção.

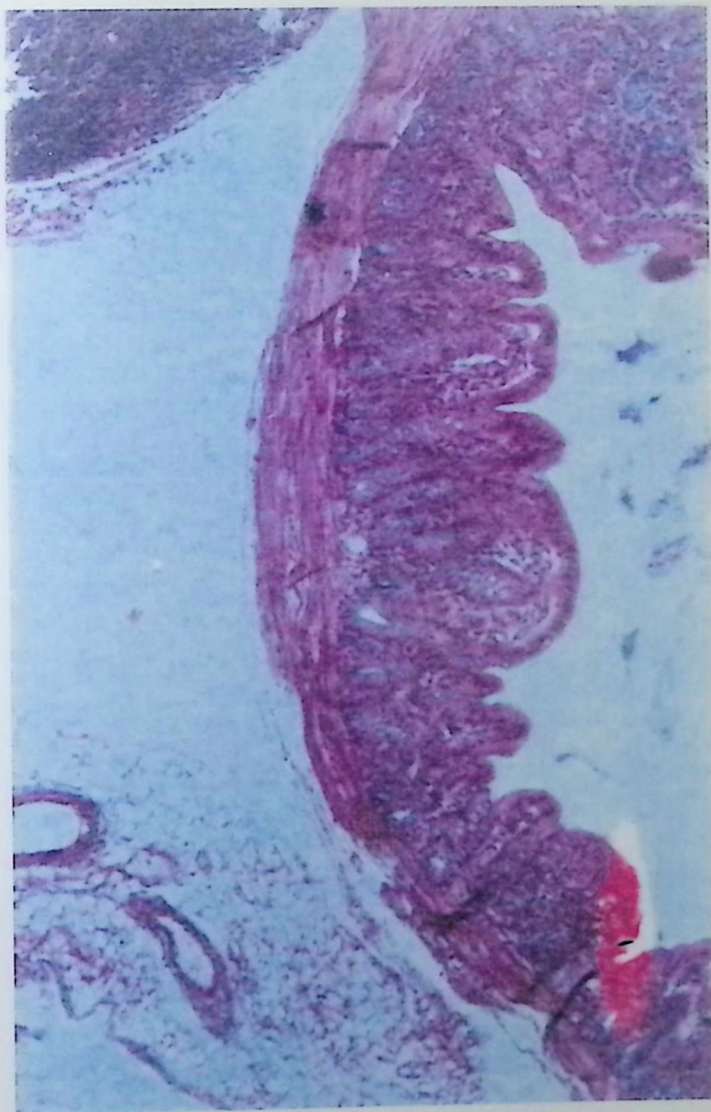


Figura 7 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 0%, que representa um consumo de 0,10% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).



Figura 8 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 20%, que representa um consumo de 10,51% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

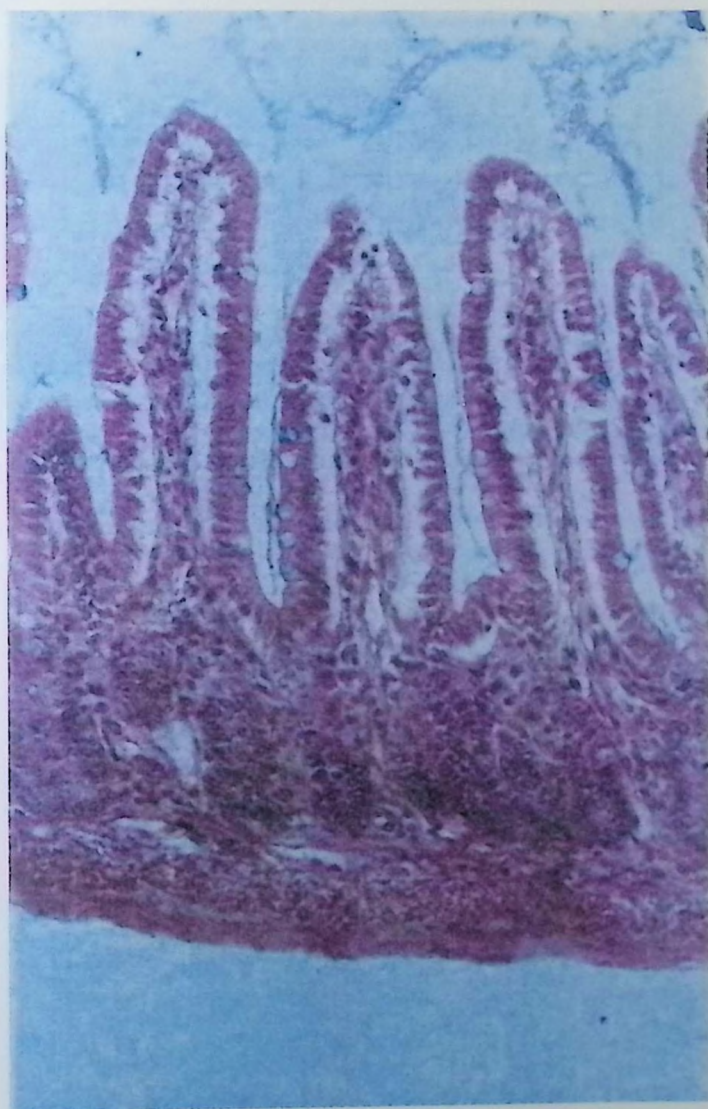


Figura 9 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 30%, que representa um consumo de 15,30% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

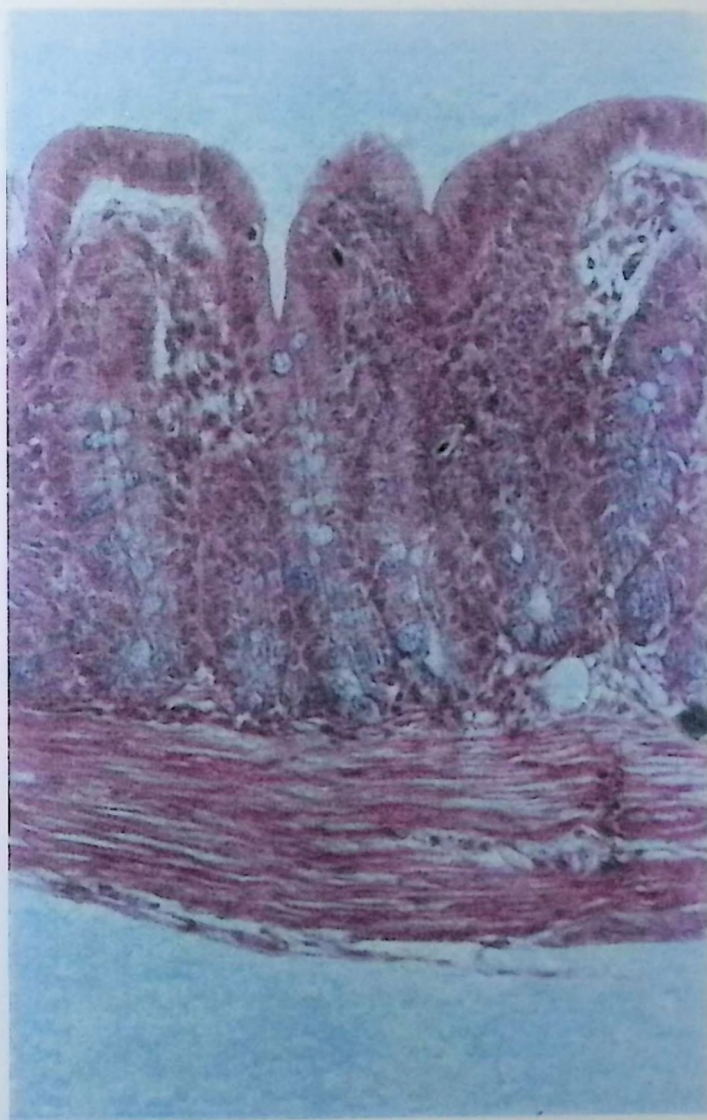


Figura 10 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 40%, que representa um consumo de 17,33% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

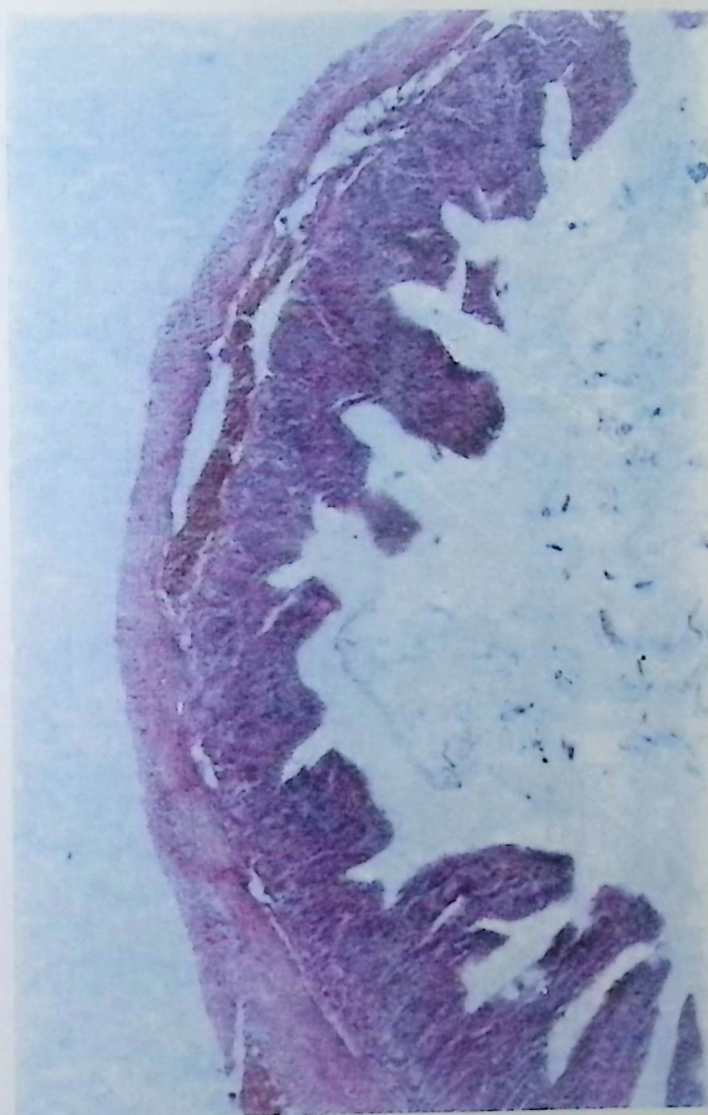


Figura 11 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 0%, que representa um consumo de 0,10% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

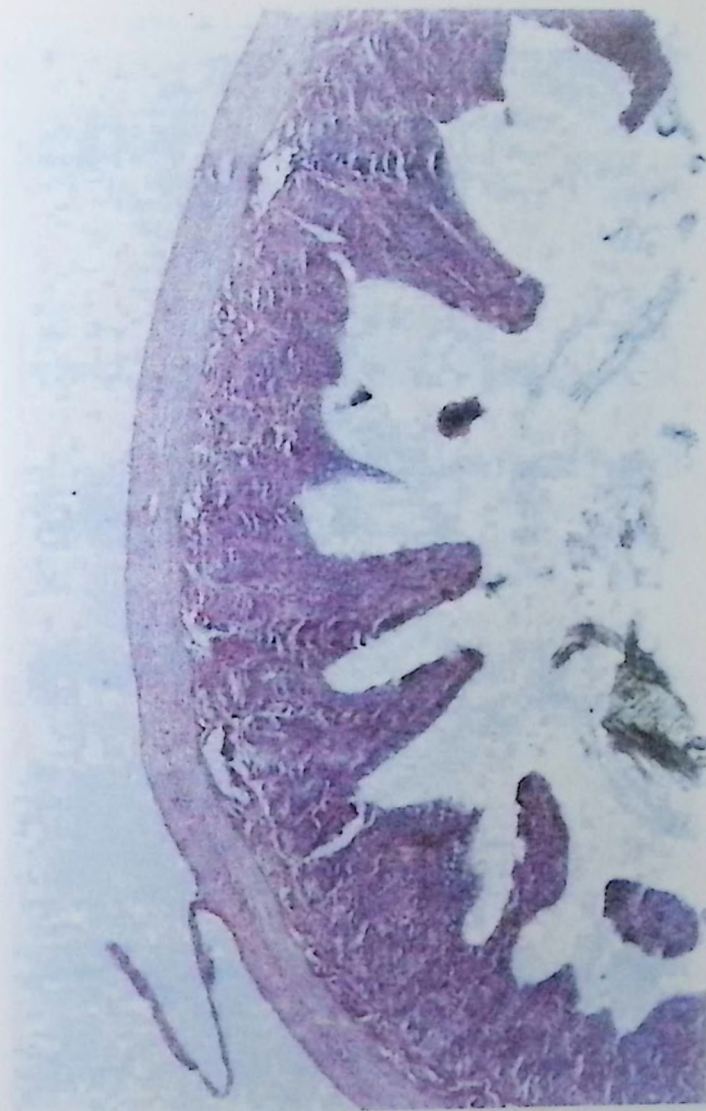


Figura 12 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 20%, que representa um consumo de 10,51% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

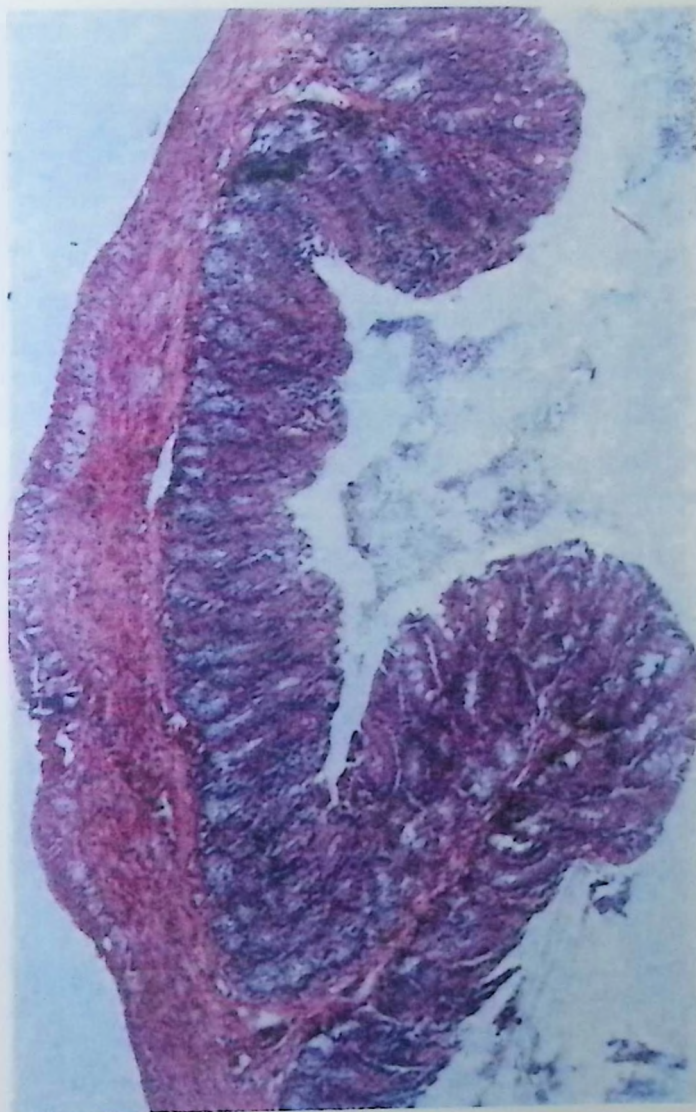


Figura 13 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 30%, que representa um consumo de 15,30% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

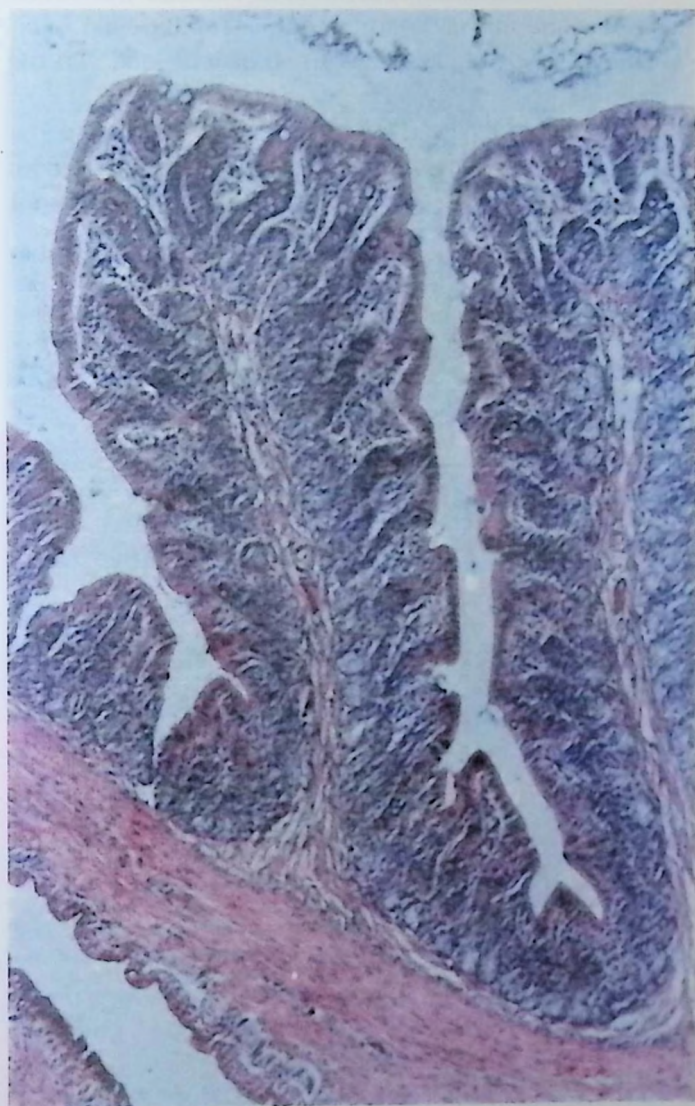


Figura 14 – Fotomicrografia do intestino delgado do grupo 40%, que representa um consumo de 17,33% de fibra da dieta (H. E. – 100 x).

O intestino grosso é o sítio, onde ocorre as mais significativas ações de fibra da dieta. Muitas fontes de fibras da dieta aceleram o tempo de trânsito. Estes efeitos foram bem demonstrados em estudos humanos (STASSE-WOLTHUIS et al., 1978; CUMMINGS et al., 1979; SPILLER et al., 1980; HILLMAN et al., 1983, e WRICK et al., 1983).

Esses tempo de trânsito aumentado ocorre em função do aumento do bolo fecal, produzido um aumento da motilidade intestinal.

Na figura 15, pode-se observar um aumento significativo do bolo fecal com aumento da concentração de fibra da dieta, o que se apresenta de acordo com a literatura.

Na Figura 16, pode-se em função do aumento do bolo fecal, verificar também um aumento do volume intestinal. Estas observações contribuíram para uma avaliação indireta quanto ao estudo morfológico.

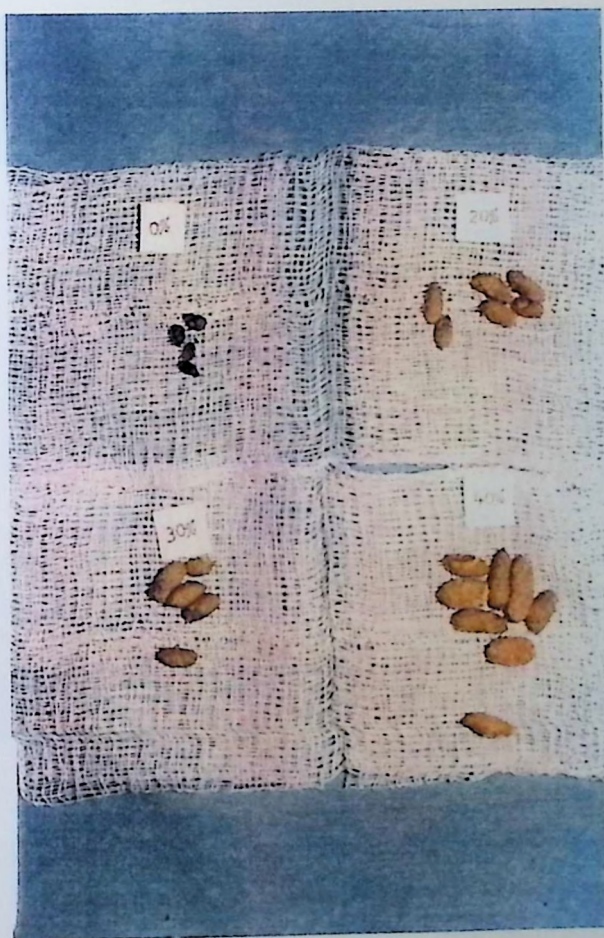


Figura 15 – Observação macroscópica do aumento do bolo fecal nos grupos 0%, 20%, 30% e 40% que consuriram 0,10%, 10,51%, 15,30% e 17,33% de fibra da dieta respectivamente.



Figura 16 – Abertura abdominal e verificação macroscópica do aumento do volume intestinal, nos ratos do grupo que ingeriam ração com 40% de farinha do sabugo de milho.

4.3 – Desenvolvimento do um produto rico em fibra da dieta

A farinha desenvolvida no laboratório apresentou problemas tecnológicos, o que foi suprimido ao ser desenvolvida em grande escala. Os biscoitos foram preparados de maneira a se obter o maior teor possível de fibra da dieta conforme apresentado na tabela 21. Nas três formulações desenvolvidas, obteve-se a formulação A, 6,37% de fibra total que continha 20% de farinha do sabugo de milho. Na formulação B, que continha 30% de farinha do sabugo de milho, obteve-se 7,67% de fibra total. E na formulação C, que continha 30% de farinha de sabugo de milho, obteve-se 9,62% de fibra total.

As formulação testado apresentaram diferenças quanto a facilidade de formação de liga, textura e sabor. A formulação A apresentou uma boa liga, uma boa textura, porém teve seu teor adocicado; a formulação C não apresentou boa liga e bom sabor e foi rejeitado em textura, e a formulação B, apresentou uma boa liga, uma boa textura e um bom sabor, sendo indicada para novos teste em escala industrial, visto que, esta apresenta um teor de fibra da dieta. A dificuldade da formação de liga da massa pode-se atribuir também, a opção pela utilização de farinha de milho e não a de trigo para complementação da massa. Esta opção foi em função do sabor característico que se queria atribuir ao produto.

O aspecto do biscoito (figura 17) contribui para atrativo para o consumidor. Este aspecto não obteve uma visualização muito agradável. Como sugestão, podeira se testar outros tipos de moldadores. (OLIVEIRA & REYES, 1990). A Figura 17 apresenta os biscoitos obtidos na indústria JAMES (Produtos Alimentícios James Ltda.).

Tabela 21 – Caracterização química (g/100G) dos biscoitos nas formulações A (20%), B (30%) e C (40%).

FARINHA (%)	UMIDADE (natura)	PROTEINA	LIPÍDIOS	CINZAS	FIBRAS - TOTAL	CARBOI DRATOS
20	2,37	4,49	20,95	0,73	6,37	56,12
30	2,75	3,90	20,65	0,81	7,67	56,22
40	4,03	4,82	20,76	0,94	9,62	54,49

Obs.: Média de três determinações.

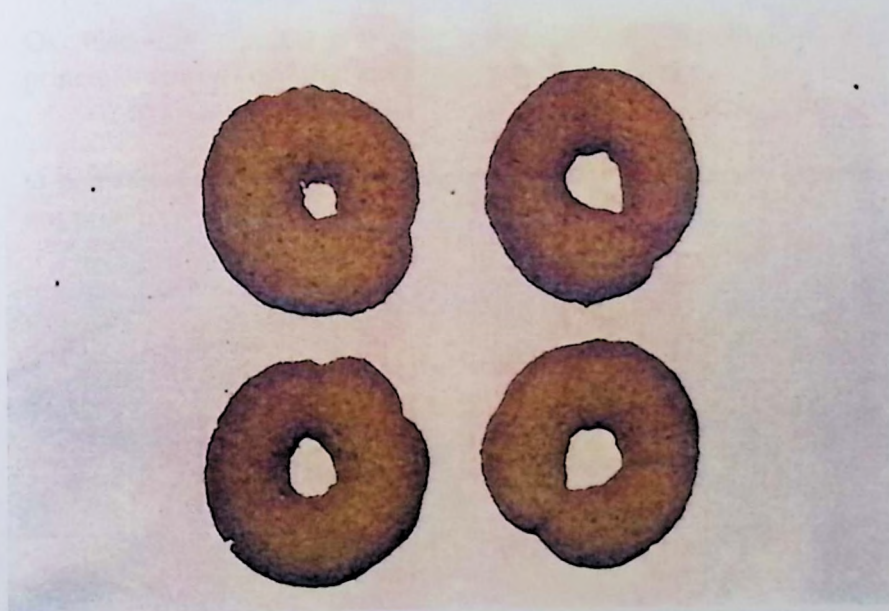


Figura 17 – Biscoitos obtidos na Industria JAMES (Produtos Alimentícios James Ltda.).

5 – Conclusão

Através dos resultados obtidos com a utilização do sabugo de milho na alimentação humana:

- A farinha do sabugo de milho apresentou uma boa concentração de fibra da dieta;
- O consumo acumulado de ração, rejeitou de forma significativa a igualdade das rações;
- A percentagem de fibra na ração exerce uma influência no aumento do bolo fecal e nas modificação histológicas do intestino grosso e dengaldo;
- Os biscoitos apresentaram boa características tecnológicas e sensoriais, principalmente os de 20%, em relação a textura e sabor;
- O percentual de fibra da dieta conseguido nos biscoitos são expressivos frente aos produtos encontrados no mercado nacional.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTON, J. C. e cols, 1982. Effect of dietary fiber constituents on the vitro digestibility of casein. *J. Food Sci.* 47 : 556 – 560.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC 1976.
Approved Methods 8th ed. St. Paul. Minn.
- ANDERSON, J. W.; CHEN W. J. L. 1979. Plant fiber: carbohydrate and lipid metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 32: 346.
- ANDERSON, N. E.; CLYDESDALE, F. M. 1980. Na analysis of the dietary fiber content of a standard wheat bran. *J. Food Sci.* 45: 336.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS – AOAC 1984.
Official methods of analysis 11th ed. Washington, D.C.
- BAIMA, N. T. B., 1980. Efeito de diferentes fontes e concentrações de fibra adicionada à rações experimentais, no valor biológico e coeficiente de digestibilidade de alguns nutrientes. São Paulo.
- BOND, J. H. and LEVITT, M. D., 1978.. Effect of dietary on intestinal gas production and small bowel transit time in man. *Am. J. Clin. Nutr.* 31: S169 – S174.
- BOND, J. H. ENGEL, R. R. and LEVITT, M. D., 1971. Factors influencing pulmonary of methane excretion in man. *J. Exp. Med.* 133: 572.
- BURKITT, D. P.; Walker, A. R. P.; PAINTER, N. S. 1972.
Effect of dietary fiber on stools and transit- times, and its role in the causation of disease. *Lancet* 30: 1408.
- BURKITT, D. P. 1973. Some diseases characteristic of modern Western civilization. *Br. Med. J.* 1: 274.
- CHAKRABARTI, R. K.; HAQUE, R. and IYENEAR, M. S. , 1981.
Indian Journal of technology, 13, 315. 1975. Aplaud: FOLEY, K. M. and VANDER HOOVEN, D. "Properties and Industrial Uses of Corncobs". In: POMERANZ, Y. and MUNCH, L. *International Symposium on Cereals: A Renewable Resource, Theory and Practice*. St. Paul, Minnesota. AACC. pp. 523 -543 .
- CLEAERFIELD, H. R., 1980. Intestinal gas. *Consultant* 20 (9): 199 – 212.
- COCCOLINO, S. M. F., 1982. Valor nutricional de biomassa de estudo em gerações sucessivas de ratos –
Dissertação de Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas USP.

- CUMMINGS, J. H., 1975. Absorption and secretion by the colon. Gut 16: 323.
- CUMMINGS, J. H. and BRANCH, W. S., 1986. Fermentation and the production of short-chain fatty acids in the human large intestine. Dietary Fiber Basic and Clinical Aspects. G. V. Vahouny and D. Kritchevsky (Eds.). Plenum Press, New York, pp. 131-149.
- CUMMINGS, J. H., ENGLYST, H. N. and WIGGINS, H. S., 1986. The role carbohydrates in the lower gut function. Nutr. Ver. 44(2): 50-54.
- EASTWOOD, M. A. ; KAY, R. M. 1979. Na hypothesis for the action of dietary fiber along the gastrointestinal tract Am. J. Clin. Nutr. 30: 364.
- EASTWOOD, M. A. PASSMORE, P. 1983. Dietary fiber. Lancet 23:202.
- EASTWOOD, M. A. and BRYDON, W. G., 1985 . Physiological effects of dietary fiber on the alimentary tract. Dietary Fiber, Fibre-Depleted Foods and Disease. H. Trowell, D. Burkitt and K. Heaton (Eds.) Academic Press, London pp. 105-131.
- EASTWOOD, M. A., MCKAY, L. F. and BRYDON, W. G., 1986. Methane production and excretion: a marker of cecal fermentation. Dietary Fiber Basic and Clinical Aspects. G. V. Vahouny and D. Kritchevsky (Eds.), Plenum Press, New York, pp. 151-166.
- EL-DASH, A. A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, M. M. 1982. Fundamentos da Tecnologia de Panificação. Secretariade Estado da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. São Paulo. 349 pp.
- FERNANDES, M. L., 1990. Aspectos nutricionais da fração "Fibra da Dieta" insolúvel de feijões (PHASEOLUS VULGARIS)
- Relação com a digestibilidade.
- FOLEY, K. M. and VANDER HOOVEN, D., 1981. Properties and Industrial Uses of Cornco. In: POMERANZ, Y. and MUNCK, L. International Symposium on Cereals: A Renewable Resource, Theory and Practice. St Paul , Minnesota, AACC, pp. 532-543.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 1991. Boletim: Balanço e disponibilidade interna de gêneros alimentícios de origem vegetal.
- GAGNE, C. M. and ALTON, J. C., 1983. Fiber constituents in the animal and medical science. Iowa, University Press.
- HURT, H. D. and CROCCO, S. C., 1986. Dietary Fiber Marketing Implications. Food Technology. V. 40, nº2, pp. 124-126

- JACOBS, L. R., 1983. Affects of dietary fiber on mucosa growth and cell proliferation in the small intestine of the rat: a comparison of oat bran, pectin and guar gum with total fiber deprivation. *Am. J. Clin. Nutr.* 37: 954-96.
- LETECHIA JUNIOR, R.; ZATZ, R. M. 1981. Uso da fibra de vegetal na terapia da constipação intestinal. *Bol. SBCTA* 15: 407.
- LEVEILLI, G. A. 1976. Dietary fiber. *Cereal Foods World*. 21: 255.
- MAIA, R. 1977. Fibras na dieta humana. *Jornal Brasileiro de Medicina*. 33:71.
- MARLETT, J. A., 1989, Analysis of dietary fiber, *Anim. Feed Sci. Tech.* 23: 1-13.
- MARLETT, J. A., and CHESTERS, J. G., 1985, Measuring dietary fiber in human foods, *J. Food Sci.* 50: 410-414, 423.
- MARLETT, J. A., and LEE, S. C., 1980, Dietary fiber, lignocellulose contents of selected foods determined by modified and unmodified Van Soest procedures, *J. Foods Sci.* 45: 1688-1693.
- MARLETT, J. A., and NAVIS, D., 1988, Comparison of gravimetric and chemical analyses of total dietary fiber in human foods, *J. Agr. Food Chem.* 36: 311-315
- MARLETT, J. A., CHESTER, J. G. LONGACRE, M. J., and BOGDANSKE, J. J., 1989, Recovery of soluble dietary fiber is independent on the method of analysis, *Am. J. Clin. Nutr.* 50: 479-485.
- MONGEAU, R. and BRASSARD, R., 1986, A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber: Comparison with AOAC total dietary fiber procedure and Englyst's method, *J. Food Sci.* 51: 1333-1336.
- MARLETT, J. A., CHESTER, J. G., Longacre, M. J., and Bogdanske, J. J., 1989, Recovery of soluble dietary fiber is independent on the method of analysis, *Am. J. Clin. Nutr.* 50:479-485.
- MONGEAU, R. and BRASSARD, R., 1986, A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber: Comparison with AOAC total dietary fiber procedure and Englyst's method, *J. Food Sci.* 51: 1333-1336.
- OLIVEIRA, S. P., 1988. Avaliação química nutricional de fibra de milho e sua aplicação em biscoitos – Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos UNICAMP.
- PENTEADO, R. L. B., 1981. Fibras Vegetais na alimentação humana. *Bol. SBCTA*, Campinas, 15(3): 279-302.

- REYES, F. G. R.; OLIVEIRA, S. P.; AREAS, M. A. and RAMALHO, A. C., 1989. Efeito de resíduo fibroso de milho no tempo de trânsito intestinal de ratos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 9(1) : 53-61.
- RIBEIRO, T. C.; CASTRO, L. P. 1977. Uso terapêutico da dieta de fibras. *Ars Curandi* 10: 76.
- ROESSLER, E. B.; PANGBORN, R. M.;SIDEL, J. L.; STONE, H., 1978. Expanded statistic tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. *J. Food SCI* 43: 940.
- SANDSTEAD, H. H., MUNHOZ, J. M.; JACOB, R.A.; KLEVAY, L. M.; RECK, S. J.; LOGAN, G. M. Jr.; DINTZIS, F. R.; INGLET, G. E.; SHUEY, W. C., 1978. Influence of dietary fiber on trace element balance. *Am. J. Clin. Nutr.* 31: S180.
- SELVENDRAN, R. R.; RING, S. G.; DU PONT, M. S., 1981. Determination of the dietary fiber content of the EEC samples and a discussion of the various methods of analysis. The analysis of dietary fiber in food basic and clinical nutrition. In: JAMES, W. P. T. and THEANDER, O. (Ed.). Marcel Dekker, Inc. New York, vol. 3, pp. 95.
- SCHNEEMAN, B. O., 1982. Pancreatic and digestive function. *Dietary Fiber in Health and Disease*. G. V. Vahouny and D. Kritchevsky (Eds.). Plenum Publishing, New York, pp. 73-83.
- SCHWARTZ, S. E. and LEVINE, G. D., 1980. Effects of dietary fiber on intestine glucose absorption and glucose tolerance in rats. *Gastroenterology* 79: 833-836.
- SIGLEO, S. , JACKSON, M. J. and VAHOUNY, G. V., 1981. Dietary fibers: altered intestinal morphology and nutrient transport. *Fed. Am. Soc. Exptl. Biol.* 40: 845.
- SILVIA, C. E. M., 1987. Usos industriais do sabugo de milho. B. SBCTA, Campinas, 21 (3/4): 149-162. *J. Sci. Food Agric.* 20: 332-335.
- SOUTHGATE, D. A. T., 1969. Determination of carbohydrates in foods. II Unavailable carbohydrates. *J. Sci. Food Agric.* 20: 332-335.
- SOUTHGATE, D. A. T., 1976. Measurement of unavailable carbohydrates: structural polysaccharides. In: *Determination of food carbohydrates*. Applied Science Publ. Ltd., London. Cop. 5, p. 61.
- SOUTHGATE, D. A. T., 1977. The definition and analysis of dietary fiber. *Nutr. Ver.* 35: 31.
- SOUTHGATE, D. A. T., 1981, Use of the Southgate method for unavailable carbohydrates in the measurement of dietary fiber, in: *The Analysis of Dietary Fiber in Foods* (W. P. T. James and O. Theander, Eds.), Marcel Dekker, New York, pp. 1-19.

- SOUTHGATE, D. A. T., 1981, Commentary on results obtained by the different laboratories using Southgate method, in: *The Analysis of Dietary Fiber in Foods* (W. P. T. James and O. Theander, eds.), Marcel Dekker, New York, pp. 37-50.
- SPILLER, G. A.; AMEN, R. J., 1975, Dietary fiber in human nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, v. 7, n. 1, p. 30, 70.
- SPILLER, G. A.; FASSET-CORNELIUS, G., 1976, A new term for plant fibers in Nutrition, *Am. J. Clin. Nutr.*, New York, v. 29, n. 9, pp. 934-935.
- TROWELL, H., 1973. Dietary fibre ischaemic heart disease and diabetes mellitus. *Proc. Nutr. Soc.* 32: 151.
- VAN SOEST, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 46: 829.
- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50: 50.
- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. 1968. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*; 51: 780.
- VAN SOEST, P. J. 1978. Dietary fibers: their definition and nutritional properties. *Am. J. Clin. Nutr.* 31: S 12.
- VANDER HOOVEN, D. I. B.; VANDER ZWAN, J. J.; LOSTON, J. L. and Pennington, C. E., 1981. US Patents, 4,053,112, 1977. *Applud*: FOLEY, K. M. and vander HOOVEN, D. "Properties and Industrial Uses of Corncobs". In: POMERANZ, Y. and MUNCK, L. *International Symposium on Cereals: A Renewable Resource, Theory and Practice*. St. Paul, Minnesota. AACC. Pp. 523-543.
- YABLOCHKINA, S. P. and KOSLOVA, L. V., 1982. Hydrolysis of polysaccharides of corn cob lignocellulose by concentrated sulfuric acid, *Khim. Drev.*, 3: 72-75. HOOVEN, D. "Properties and Industrial Uses of Corncobs". In: POMERANZ, Y. and MUNCK, L. *International Symposium on Cereals: A Renewable Resource, Theory and Practice*. St. Paul, Minnesota. AACC. pp. 523-543.