

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS**

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE  
SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Fernanda Teixeira Macagnan**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**



# **POTENCIAL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS**

**Fernanda Teixeira Macagnan**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Qualidade de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leila Picolli da Silva**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Teixeira Macagnan, Fernanda

Potencial tecnológico e nutricional de subprodutos do processamento de frutas / Fernanda Teixeira Macagnan.- 2013.

161 p. ; 30cm

Orientador: Leila Picolli da Silva

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2013

1. Casca de maracujá 2. Bagaço de laranja 3. Bagaço de maçã 4. Fibra alimentar 5. Resposta biológica. Análise Sensorial I. Picolli da Silva, Leila II. Título.

---

©2013

Todos os direitos autorais reservados a Fernanda Teixeira Macagnan. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrita do autor. e-mail: [femacagnan@yahoo.com](mailto:femacagnan@yahoo.com)

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa da Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE  
SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS**

elaborada por  
**Fernanda Teixeira Macagnan**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Leila Picolli da Silva, Dr<sup>a</sup> (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Tiago André Kaminski, Dr (Unipampa)**

---

**Auri Brackmann, Dr (UFSM)**

**Santa Maria, 22 de fevereiro de 2013**



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar sempre presente em mim, iluminando minhas escolhas e me abençoando com a saúde, com uma família maravilhosa e com a presença de pessoas especiais que cruzaram meu caminho e hoje fazem parte de minha história de vida.

Aos meus Pais Cláudio e Marilda, por acreditarem sempre em mim, apoiando minhas decisões, vibrando com minhas conquistas e me confortando nos momentos mais difíceis. Obrigada pelo amor, pela dedicação e pela confiança nesses meus 26 aninhos de vida! Tenho orgulho imenso de ser filha de vocês.

Ao meu namorado Matheus, que esteve comigo desde o início da escolha e da construção de minha vida profissional. Seu amor, seu incentivo e sua compreensão tornaram essa trajetória mais prazerosa e feliz.

À minha grande e amada família, obrigada pelos momentos alegres e especiais que me proporcionaram. Agradeço em especial à minha Dinda e colega farmacêutica, Marisandra, meu exemplo de pessoa e também de profissional!

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup>. Leila Picolli da Silva, pela oportunidade e pela confiança em mim depositada. Obrigada pela amizade, pelo incentivo e pelos valiosos ensinamentos nesses cinco anos de convivência.

Aos professores do programa Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, pela oportunidade de crescimento profissional e pela contribuição na minha formação.

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

À Indústria Fischer Sucos (Videira/SC-Brasil), pela atenção prestada e pelo fornecimento das amostras para a realização deste trabalho.

A todos meus colegas do Laboratório de Piscicultura, em especial a Marília Bizzani, Fernanda Goulart, Naglezi e Alexandra, pela ajuda nas análises e pelos bons momentos compartilhados nesses anos de convivência.

À minha querida amiga e colega Bruna Roberto pela amizade e pela força. Você foi fundamental durante toda a realização deste trabalho. Guardarei sempre comigo os bons e alegres momentos durante todos os anos de parceria no Laboratório. Tenho certeza de que aprendemos muito juntas!

À minha amiga e colega de laboratório Fernanda Moura, pela ajuda e disponibilidade em todos os momentos, pelos inúmeros ensinamentos e pela amizade e palavras de incentivo. Obrigada por tudo!

À minha estagiária Lucciélli Rodrigues, por sua amizade, dedicação e comprometimento na realização das análises e também pelo carinho e cuidados com os nossos ratinhos!

Agradeço especialmente à minha prima Carolina Macagnan, pelos seus sorrisos todas as manhãs, por sua amizade e carinho, por me aguentar mesmo naqueles dias de estresse. Com certeza, a sua presença alegre no meu dia a dia foi fundamental nessa minha trajetória!

Meu sincero agradecimento a todas as pessoas que contribuíram, das mais diferentes formas, para a construção e finalização dessa importante etapa em minha vida!



*“A lei da mente é implacável.  
O que você pensa, você cria;  
O que você sente, você atrai;  
O que você acredita, torna-se realidade.”*

Autor desconhecido



## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### POTENCIAL TECNOLÓGICO E NUTRICIONAL DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS

AUTORA: FERNANDA TEIXEIRA MACAGNAN

ORIENTADORA: LEILA PICOLLI DA SILVA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 22 de fevereiro de 2013.

A casca de maracujá (CM), o bagaço de maçã (BM) e o bagaço de laranja (BL) são subprodutos gerados em grande quantidade e geralmente desperdiçados pelas indústrias brasileiras de processamento de sucos. Contudo possuem qualidades nutricionais importantes, como teores relevantes de fibra alimentar. Nesse contexto, este trabalho objetivou caracterizar as farinhas desses subprodutos, estudar o potencial nutricional como fontes alternativas de fibra em dietas elaboradas para ratos e testar a qualidade nutricional e sensorial de pães de mel enriquecidos com essas farinhas. Na etapa de caracterização, constatou-se alto teor de fibra alimentar, que variou de 54,82 a 76,84% na matéria seca (MS), destacando-se a fração solúvel (18,97% a 25,17% na MS), composta principalmente por pectina. Os compostos fenólicos também foram elevados nas amostras analisadas (479,71 a 862,11 mg % na MS). O BM destacou-se pelo maior teor de fibra, pectina, taninos condensados e superior capacidade de ligação ao cobre. A CM apresentou alto teor de minerais, baixo percentual de gordura, elevada capacidade de hidratação e maior capacidade de ligação à gordura. O BL foi o subproduto com maior teor de fibra solúvel e conteúdo de fenóis. No ensaio biológico, conduzido por 40 dias, utilizou-se 32 ratos Wistar machos, com 21 dias de idade e distribuídos aleatoriamente (oito animais/tratamento) entre os seguintes tratamentos experimentais: TC, tratamento controle com celulose como fonte de fibra; TBM; tratamento com bagaço de maçã como fonte de fibra; TBL, tratamento com bagaço de laranja como fonte de fibra; TCM; tratamento com casca de maracujá como fonte de fibra. As diferentes fontes de fibras não afetaram o consumo médio, ganho de peso, conversão alimentar, tempo de trânsito gastrointestinal e nem exerceram influência no peso do intestino vazio, do rim, do fígado e da gordura epididimal dos animais. Também não foi observada diferença significativa nos níveis de colesterol total, colesterol HDL, albumina, proteínas totais e lipídeos no fígado. Contudo, constatou-se que adição desses subprodutos possibilitou reduções significativas nos níveis de triglicerídeos séricos e de colesterol hepático, além de promover modificações em parâmetros importantes para a saúde do intestino (pH, nitrogênio e umidade fecal) e desempenhar importante ação no controle da glicemia pós-prandial. A fibra oriunda do BM mostrou maior potencial em reduzir a absorção e a metabolização da gordura pela sua excreção aumentada nas fezes, mas foi a única que não exerceu influência significativa na glicemia de jejum. A fibra advinda da CM apresentou maior digestibilidade aparente e os animais alimentados com BL mostraram a melhor resposta glicêmica pós-prandial. A substituição de 15% da farinha de trigo da formulação padrão de pão de mel pelas farinhas dos subprodutos de frutas possibilitou a redução do valor calórico e o incremento no teor de fibra alimentar (6,62 a 9,61% na MS para as formulações adicionadas de BL e BM, respectivamente) e de sua fração solúvel. A avaliação sensorial dos pães de mel enriquecidos com as farinhas dos subprodutos indicou boa média de aceitabilidade para todos os parâmetros avaliados (cor, aroma, sabor, textura, aceitação global) e favorável intenção de compra desses produtos. Fundamenta-se, assim, a utilização racional desses subprodutos do processamento de frutas como fontes alternativas de fibras, que têm potencial nutricional e tecnológico para serem utilizadas na alimentação humana.

**Palavras-chave:** Casca de maracujá. Bagaço de laranja. Bagaço de maçã. Fibra alimentar. Resposta biológica. Análise sensorial.



## ABSTRACT

Master Dissertation  
Graduate Program in Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria, RS, Brasil

### POTENTIAL TECHNOLOGY AND NUTRITION OF BY-PRODUCTS OF PROCESSING FRUITS

AUTHOR: FERNANDA TEIXEIRA MACAGNAN

ADVISER: LEILA PICOLLI DA SILVA

Date and Place of the Defense: Santa Maria, February 22, 2013.

The passion fruit peel (CM), apple pomace (BM) and orange bagasse (BL) are by-products generated in large quantities and usually wasted by Brazilian industries of juices processing. However, they have nutritional qualities important for health, as relevant levels of dietary fiber. In this context, the study aimed to characterize the flour of these by-products, study potential nutritional as alternative sources of fiber in diets drawn up for rats, and test the nutritional and sensory quality of honey breads enriched with these flours. In step characterization, it was verified a high content of dietary fiber, which varied 54.82 to 76.84% in dry matter (DM), highlighting the soluble fraction (18.97% to 25.17% in DM), mainly composed of pectin (49.19% to 91.25% of the soluble fiber). Phenolic compounds were also elevated in the samples analyzed (479.71 to 862.11 mg% in DM). The BM stood out for higher fiber content, pectin, condensed tannins and greatest copper binding capacity. The CM presented a high mineral content, very small percentage of fat, high hydration capacity and greater fat binding capacity. The BL was the by-product with higher levels of soluble fiber and phenolic content. In biological assay, conducted for 40 days, it was used 32 male Wistar rats, with 21 days old, randomly distributed (eight animals / treatment) between the following experimental treatments: TC, control treatment with cellulose as a fiber source; TBM; treatment with apple pomace as fiber source; TBL, treatment with orange bagasse as a source of fiber; TCM; treatment with passion fruit peel as a source of fiber. The different sources of fiber did not affect the average consumption, weight gain, feed conversion, gastrointestinal transit time, and neither exerted influence on the weight of the intestine empty, kidney, liver and epididymal fat of animals. There was also not significant difference in the levels of total cholesterol, HDL cholesterol, albumin, total protein and lipids in the liver. However, it was found that the addition of these by-products has enabled significant reductions in serum triglycerides and hepatic cholesterol, and also promote changes in important parameters for gut health (pH, nitrogen and fecal moisture) and play important roles in the control of postprandial glycemia. The fiber derived from BM showed greater potential to reduce the absorption and metabolization of fat for its increased excretion in feces, but it was the only one that did not exercise significant influence on fasting glucose. The fiber from the CM had higher apparent digestibility and the animals fed with BL showed the better postprandial glycemic response. The replacement of 15% of wheat flour standard formulation of honey bread by flours fruit by-products allowed the reduction of caloric value and the increase in dietary fiber content (from 6.62 to 9.61% in DM to the formulations added BL and BM, respectively) and your soluble fraction. Sensory evaluation of honey breads enriched with flour by-products indicated good acceptability average for all parameters evaluated (color, aroma, flavor, texture, overall acceptability) and favorable purchase intent of these products. It is founded, thus, the rational utilization of these by-products of processing fruits as alternative sources of fiber with potential nutritional and technological to be used in human food.

**Keywords:** Passion fruit peel. Orange bagasse. Apple pomace. Dietary fiber. Biological response. Sensory analysis.



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- Tabela 1** – Composição química e valor calórico das farinhas dos subprodutos de frutas. Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2012..... 65
- Tabela 2** – Capacidade de Hidratação (CH), Capacidade de Ligação à Gordura (CLG), Capacidade de Ligação ao Cobre (CLCu) das farinhas dos subprodutos de frutas. Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2012..... 66
- Tabela 3** – Conteúdo de Fenóis Totais, Taninos Totais, Taninos Condensados e Taninos Hidrolisáveis nas farinhas. Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2012..... 67

### ARTIGO 2

- Tabela 1** – Composição química da farinha de bagaço de maçã (BM), de bagaço de laranja (BL) e de casca de maracujá (CM) utilizadas na formulação das dietas experimentais..... 91
- Tabela 2** – Composição das dietas experimentais fornecidas aos ratos de acordo com os tratamentos..... 92
- Tabela 3** – Consumo médio (g MS/dia), ganho de peso médio (g/dia) e conversão alimentar dos animais em resposta ao consumo de dietas com diferentes fontes de fibra alimentar..... 93
- Tabela 4** – Produção média de fezes úmidas (PFU) e secas (PFS), umidade fecal (UF), pH fecal, nitrogênio fecal (NF) excreção de lipídeos (LIP), digestibilidade aparente da proteína (DAP) e da fibra alimentar (DAFA) e tempo de trânsito gastrointestinal (TTGI) em resposta ao consumo de dietas com diferentes fontes de fibra alimentar..... 94
- Tabela 5** – Peso do fígado, rins, intestino vazio e gordura epididimal, expressos em g/100g de peso corporal dos animais, em resposta ao consumo de dietas com diferentes fontes de fibra alimentar..... 95
- Tabela 6** – Concentração de triglicerídeos (TG), colesterol total (CoIT), colesterol HDL (CoI-HDL), glicose (GLIC), albumina (ALBUM), proteínas totais (PT) e ácido úrico (AUR) no sangue, e de colesterol total (CoITF) e lipídeos (LipF) no tecido hepático dos ratos em resposta ao consumo de rações com diferentes fontes de fibra alimentar..... 97

### ARTIGO 3

- Tabela 1** – Composição química das farinhas de bagaço de maçã (BM), de bagaço de laranja (BL) e de casca de maracujá (CM) utilizadas nas formulações dos pães de mel, expressas em matéria seca (MS)..... 100

<b>Tabela 2 –</b> Formulações adotadas para os pães de mel.....	101
<b>Tabela 3 –</b> Composição química das formulações de pães de mel (% base úmida).....	105
<b>Tabela 4 -</b> Valores médios de aceitabilidade referentes aos atributos avaliados nas formulações de pães de mel.....	106



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ARTIGO 2

- Figura 1 –** Concentração plasmática pós-prandial de glicose em resposta ao consumo de rações com diferentes fontes de fibra alimentar. (-♦-) tratamento controle (TC); (-■-) tratamento teste com adição de bagaço de maçã (TBM); (-▲-) tratamento teste com adição de bagaço de laranja (TBL); (-x-) tratamento teste com adição de casca de maracujá (TCM)..... 96

### ARTIGO 3

- Figura 1 –** Frequência das notas atribuídas às amostras de pães de mel para o teste de intenção de compra. FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá (1 = certamente não compraria, 2 = possivelmente compraria, 3 = Talvez comprasse/Talvez não comprasse, 4 = Possivelmente compraria, Certamente compraria)..... 107



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AACC:** *American Association of Cereal Chemists*

**AGCC:** Ácidos graxos de cadeia curta

**AIN:** American Institute of Nutrition

**AOAC:** *Association of Official Analytical Chemists*

**AUR:** Ácido úrico sérico

**BL:** Bagaço de laranja

**BM:** Bagaço de maçã

**CH:** Capacidade de hidratação

**CLG:** Capacidade de ligação à gordura

**CLCu:** Capacidade de ligação ao cobre

**CM:** Casca de maracujá

**CNF:** Carboidratos não fibrosos

**CoIT:** Colesterol total sérico

**CoITF:** Colesterol total hepático

**CoI-HDL:** Colesterol HDL

**DAFA:** Digestibilidade aparente da fibra alimentar

**DAP:** Digestibilidade aparente da proteína

**EAG:** Equivalente de ácido gálico

**FA:** Fibra alimentar

**FBL:** Formulação de pão de mel adicionada de bagaço de laranja

**FBM:** Formulação de pão de mel adicionada de bagaço de maçã

**FCM:** Formulação de pão de mel adicionada de casca de maracujá

**FI:** Fibra alimentar insolúvel

**FP:** Formulação padrão de pão de mel

**FS:** Fibra alimentar solúvel

**FT:** Fenóis totais

**GLIC:** Glicose sérica

**HDL:** Lipoproteína de alta densidade

**HMP:** Pectina de alto grau de metoxilação

**HMWDF:** Fibra de alto peso molecular

**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IBRAF:** Instituto Brasileiro de Frutas  
**IDR:** Ingestão diária recomendada  
**LDL:** Lipoproteína de baixa densidade  
**LIP:** Excreção fecal de lipídeos  
**LipF:** Lipídeos hepáticos  
**LMP:** Pectina de baixo grau de metoxilação  
**LMWDF:** Fibra de baixo peso molecular  
**MS:** Matéria seca  
**NF:** Nitrogênio fecal  
**PFS:** Produção de fezes secas  
**PFU:** Produção de fezes úmidas  
**PT:** Proteínas totais séricas  
**TanC:** Taninos condensados  
**TanH:** Taninos hidrolisáveis  
**TanT:** Taninos totais  
**TBM:** Tratamento teste com adição de bagaço de maçã  
**TBL:** Tratamento teste com adição de bagaço de laranja  
**TC:** Tratamento controle  
**TCM:** Tratamento teste com adição de casca de maracujá  
**TG:** Triglicerídeos séricos  
**TTGI:** Tempo de trânsito gastrointestinal  
**UF:** Umidade fecal  
**UFSM:** Universidade Federal de Santa Maria  
**VLDL:** Lipoproteína de densidade muito baixa

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A –</b>	Manual para publicação na Revista de Nutrição.....	137
<b>Anexo B –</b>	Manual para publicação na Revista Food Chemistry.....	144
<b>Anexo C –</b>	Manual para publicação no Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos.....	156



## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice A –</b>	Aspecto visual das farinhas dos subprodutos das frutas após desidratação a 55 °C e moagem. BM = farinha de bagaço de maçã; BL = farinha de bagaço de laranja; CM = farinha de casca de maracujá.....	159
<b>Apêndice B –</b>	Ficha utilizada para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de pão de mel.....	160
<b>Apêndice C –</b>	Aspecto visual das formulações de pães de mel oferecidas na análise sensorial. FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá.....	161





## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Fibra alimentar .....</b>	<b>27</b>
2.1.1 Definição.....	27
2.1.2 Classificação e composição química.....	27
2.1.3 Propriedades físico-químicas.....	29
2.1.4 Efeitos biológicos.....	30
2.1.4.1 Efeitos hipolipidêmicos .....	34
2.1.4.2 Efeitos hipoglicêmicos .....	36
2.1.5 Potencial tecnológico.....	37
<b>2.2 Aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas .....</b>	<b>39</b>
2.2.1 Bagaço de laranja.....	41
2.2.2 Bagaço de maçã.....	42
2.2.3 Casca de maracujá.....	44
<b>2.3 Pão de mel.....</b>	<b>47</b>
<b>3 ARTIGOS CIENTÍFICOS .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Artigo 1-Subprodutos do processamento de frutas: características químicas e tecnológicas .....</b>	<b>49</b>
Resumo.....	50
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Métodos.....	52
Resultados e discussão.....	54
Conclusão.....	59
Referências.....	60
<b>3.2 Artigo 2 - Propriedades biológicas do bagaço de maçã, bagaço de laranja e casca de maracujá como fontes alternativas de fibra alimentar .....</b>	<b>68</b>
Resumo.....	68
Abstract.....	69
Introdução.....	70
Materiais e métodos.....	71
Resultados e discussão.....	75
Conclusões.....	84
Referências.....	85
<b>3.3 Artigo 3 - Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor de fibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas .....</b>	<b>98</b>
Resumo.....	98
Introdução.....	99
Material e Métodos.....	100
Resultados e Discussão.....	102
Conclusão.....	107
Abstract.....	107
Referências.....	108

<b>4 DISCUSSÃO GERAL</b> .....	<b>111</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>119</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>121</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>137</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>159</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, grandes modificações ocorreram no aspecto social e econômico da população, ocasionando significativas mudanças no estilo de vida (KAC e VELASQUEZ-MELÉNDEZ, 2003). Isso levou a hábitos alimentares errôneos, especialmente promovidos pelo aumento do consumo de alimentos industrializados em detrimento aos *in natura* ou minimamente processados, o que tem se refletido negativamente sobre a saúde humana, com aumento da incidência de muitas doenças, muitas delas relacionadas ao consumo insuficiente de fibras (LEONEL, 2001; MAYER, 2007).

Conforme Anderson et al. (1990), as fibras alimentares podem diminuir significativamente as concentrações séricas de colesterol em seres humanos, reduzindo o risco de doença cardíaca coronariana. Além disso, o consumo adequado de fibras é associado a diversos benefícios à saúde, como regulação do trânsito intestinal e prevenção e tratamento de doenças como constipação, obesidade, câncer do cólon e diabetes (FIETZ e SALGADO, 1999; MATTOS e MARTINS, 2000; KENDALI et al., 2010; ANDERSON et al., 2009).

Neste cenário, várias campanhas de saúde preventiva têm demonstrado a necessidade de suprir o consumo insuficiente de fibra pela população como forma de prevenção dessas doenças, o que pode ser obtido pelo maior consumo de frutas, legumes, grãos e cereais integrais. Outra forma envolve a aplicação da ciência e da tecnologia de alimentos no desenvolvimento de alimentos processados ricos em fibra (WASZCZYNSKYJ et al, 2001). Isso representa um grande desafio para a indústria alimentícia, pois esse segmento é altamente competitivo, o que torna fundamental o estudo constante de produtos inovadores, com propriedades biológicas mais funcionais que as dos tradicionais (LARRAURI, 1999), mas que atendam também aos atributos sensoriais exigidos pelo consumidor. Assim, há necessidade de buscar, de caracterizar quimicamente e de avaliar fisiologicamente novas opções como fontes de fibra, que proporcionem recursos terapêuticos seguros e eficazes para a saúde humana (REYES e AREAS, 2001).

Os subprodutos industriais de frutas são considerados fontes alternativas de fibra alimentar, pois são gerados em grandes quantidades e normalmente

dispensados de forma inadequada no meio ambiente, ou, então, destinados à alimentação animal. Essa atitude acarreta, além de problemas de contaminação ambiental, o desperdício financeiro e de nutrientes potenciais, pois os subprodutos possuem qualidades nutricionais importantes para a saúde humana, como teores relevantes de fibra alimentar e de sua fração solúvel, além de outros nutrientes como proteínas, ácidos graxos insaturados e compostos bioativos (SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001; SANTANA, 2005; GONDIM et al., 2005; BALASUNDRAM et al., 2006; SUDHA et al., 2007; SOUZA et al, 2008).

Deve-se, então, considerar que o desenvolvimento de estudos sobre o uso racional dessas fontes alternativas de fibra alimentar pode trazer vantagens para as indústrias de alimentos e para o meio ambiente. Isso porque a utilização eficiente desses subprodutos de frutas previne o desperdício e a contaminação ambiental, pela utilização integral do alimento; além de contribuir na qualidade tecnológica e nutricional de outros produtos alimentícios.

O Brasil apresenta produção expressiva de laranja, maracujá e maçã (IBGE, 2012), e o processamento industrial dessas frutas gera toneladas de subprodutos ainda subaproveitados, fazendo desses materiais fontes de fibras abundantes e de baixo custo.

Diante do exposto, o presente objetivou determinar a real composição química desses materiais e de suas propriedades tecnológicas. Além de estudar a ação dessas diferentes fontes de fibras sobre as respostas biológicas em ratos e verificar-se a viabilidade quanto às características nutricionais e sensoriais do uso desses subprodutos na elaboração de pães de mel.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Fibra alimentar

#### 2.1.1 Definição

É difícil encontrar uma definição ideal de fibra alimentar, pois ela é constituída por várias substâncias com propriedades físicas, químicas e fisiológicas diferentes. Segundo a *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2001), a fibra alimentar é a parte comestível de plantas ou análogos aos carboidratos que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Também se aceita a definição que inclui outros componentes remanescentes da planta, como oligossacarídeos, amido resistente, lignina, taninos e proteínas e lipídeos não hidrolisáveis (CAVALCANTI, 1989; LEE e PROSKY, 1995; SAURA-CALIXTO et al., 2000; SAURA-CALIXTO et al., 2009).

Em associação às fibras alimentares nos alimentos, podem-se encontrar ainda substâncias bioativas, como carotenoides, fitoesteróis e polifenóis, que atuam juntamente com a fibra, trazendo benefícios ao organismo. Esses compostos estão ligados quimicamente ou através de interações físicas com a parede celular vegetal (SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001; CAMBRODÓN e MARTÍN-CARRÓN, 2001).

#### 2.1.2 Classificação e composição química

Várias classificações das frações da fibra alimentar podem ser encontradas na literatura científica, como por exemplo, a clássica divisão fibra alimentar solúvel e insolúvel, ou então outra mais recente como as fibras de alto peso molecular (HMWDF) e as de baixo peso molecular (LMWDF). Tais classificações são baseadas nos métodos analíticos para sua análise, os quais têm evoluído muito ao longo dos

anos (WESTENBRINK, 2012). Os métodos para análise de fibra, de maneira geral, foram desenvolvidos conforme diferentes conceitos adotados para esta fração dos alimentos.

De acordo com os métodos clássicos, existem dois tipos de fibras que coexistem em proporções variadas no alimento e são classificadas quanto à solubilidade de seus componentes em água, em fibras solúveis e fibras insolúveis.

A fração insolúvel é predominante em farelos, vegetais folhosos e grãos e é composta pelos componentes insolúveis da parede vegetal, os quais incluem a celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina e taninos. A fibra solúvel é formada por polissacarídeos não amiláceos hidrossolúveis estruturais, como as  $\beta$ -glicanas, arabinoxilanas, pectinas, algumas hemiceluloses; e também substâncias como gomas e mucilagens; sendo encontrada em maior quantidade em leguminosas secas, aveia, cevada e frutas (CAVALCANTI, 1989; JERACI e VAN SOEST, 1990; VAN SOEST et al., 1991; MANRIQUE e LAJOLO, 2001).

A fibra alimentar é constituída por diferentes polissacarídeos (exceto lignina e taninos) com propriedades e características muito específicas (ZARAGOZA et al, 2001). De forma quantitativa, os principais componentes da fibra alimentar estão presentes nas paredes celulares vegetais, outros fazem parte do material intracelular e outros são sintetizados pelo vegetal para desempenhar funções especializadas (CAVALCANTI, 1989).

A celulose é o polissacarídeo mais abundante da natureza e o principal constituinte da maioria das paredes celulares. As hemiceluloses são encontradas na parede celular, juntamente com a celulose e a lignina. Já as substâncias pécicas encontram-se principalmente depositadas na parede celular, atuando como material de ligação entre as células (CERQUEIRA, 2006), estando presentes na maioria das frutas e vegetais, especialmente nos subprodutos do processamento de frutas, como na casca dos citros e no bagaço de maçã, os quais são considerados as principais fontes comerciais de pectina (CANTERI et al., 2012). A estrutura principal e fundamental de todas as moléculas de pectina é uma cadeia linear de unidades de ácido galacturônico unidas por ligações  $\alpha$ -1,4, na qual açúcares neutros, principalmente a L-ramnose, também estão presentes (DAMODARAN et al., 2010). Com o amadurecimento das células, principalmente nos frutos, as pectinas se tornam menos esterificadas e mais solúveis em água. Dentre os compostos não estruturais, podem-se citar as gomas e as mucilagens, as quais são frequentemente

produzidas pelas plantas como proteção depois de uma agressão e também sintetizadas naturalmente, sendo consideradas fatores de resistência aos patógenos (CERQUEIRA, 2006).

### 2.1.3 Propriedades físico-químicas

Como há uma grande diversidade estrutural de parede celular das diferentes fontes vegetais de fibra, as características químicas e estruturais dos polímeros que a constituem irão definir as suas propriedades físico-químicas. A determinação dessas propriedades é de grande utilidade no processamento de alimentos, pois na maioria das vezes elas definem as características finais do produto a ser comercializado. Além disso, o conhecimento das propriedades da fibra vegetal também pode ser relacionado com o comportamento fisiológico no intestino humano, pois elas se caracterizam por influir sobre o trânsito digestivo das dietas, sobre a absorção de minerais e de sais biliares e sobre o metabolismo dos lipídios (ZARAGOZA et al, 2001; CHAU e HUANG, 2003; RETORE, 2009).

Dessa forma, os efeitos fisiológicos, nutricionais e tecnológicos da fibra são dependentes de sua composição e propriedades físico-químicas, as quais não podem ser quantificadas pela simples determinação do teor de fibra. Entre as propriedades físico-químicas da fibra, destacam-se a capacidade de ligação catiônica e a capacidade de hidratação.

A capacidade de ligação catiônica está relacionada com a habilidade da fibra em ligar-se a íons metálicos através de grupos situados em sua superfície. (ANNINSON e CHOCT, 1994). Certos tipos de fibra são capazes de formar complexos insolúveis com compostos inorgânicos ou orgânicos que apresentam cargas, e assim incrementam a excreção fecal de determinados minerais e eletrólitos. Carboxilas, aminas, hidroxilas alifáticas e fenólicas são os principais grupos funcionais capazes de exercer ligação catiônica na parede celular e estão presentes em maior quantidade nas pectinas, ligninas e taninos (JERACI e VAN SOEST, 1990; CERQUEIRA, 2006; RETORE, 2009). A propriedade das fibras exercerem ligação catiônica pode ser relacionada à capacidade do alimento em

“ligar” minerais e sais biliares no trato gastrointestinal e assim torná-los indisponíveis à absorção (RETORE, 2009).

A capacidade de hidratação da fibra, além de ser importante no processamento de alimentos, também exerce função fisiológica positiva (ZARAGOZA et al, 2001; CERQUEIRA, 2006). Essa propriedade depende da presença de grupamentos hidrofílicos na parede celular, bem como da área de superfície das moléculas e dos espaços intracelulares (ANNINSON e CHOCT, 1994). Normalmente a capacidade de hidratação é maior entre os polissacarídeos, sendo que as pectinas, hemiceluloses, gomas e mucilagens se hidratam mais facilmente. A capacidade de retenção de água dos polímeros insolúveis como a celulose é mais dependente do tamanho de partícula do que da superfície de contato com a água (VAN SOEST, 1994). Já as fibras solúveis possuem estruturas com mais ramificações e com grande quantidade de grupos hidrofílicos, aumentando assim a superfície de contato e a capacidade de hidratação (ANNINSON e CHOCT, 1994). A capacidade da fibra solúvel reter água está fortemente relacionada ao aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, cuja intensidade é variável, ainda, entre os componentes solúveis (FIETZ E SALGADO, 1999).

#### 2.1.4 Efeitos biológicos

A fibra exerce vários efeitos no organismo, os quais são fundamentais para a promoção da saúde das pessoas. Entre os benefícios associados ao consumo adequado de fibras, constatados através de estudos biológicos, clínicos e epidemiológicos, estão: a regulação do trânsito intestinal e dos níveis plasmáticos de colesterol, de triglicerídeos e de glicose. Assim, as fibras constituem fator preventivo e contribuem no tratamento dietoterápico de várias patologias, como a constipação intestinal crônica, dislipidemias, obesidade, aterosclerose e diabetes (FIETZ e SALGADO, 1999; MATTOS e MARTINS, 2000; GONÇALVES et al., 2007, ANDERSON *et al.*, 2009; ESTRUCH et al., 2009; MANN e CUMMINGS, 2009; KENDALL et al., 2010).

Entretanto, tais benefícios e a intensidade de seus efeitos dependem, além da quantidade consumida de fibra alimentar e do perfil individual de cada ser humano,



da composição da fração fibrosa e dos biocompostos associados a ela, o que está diretamente relacionado à sua fonte vegetal de origem (LARRAURI et al., 1996; CANIBE e KNUDSEN, 2001; SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001; TUNGLAND e MEYER, 2002; ELLEUCH et al., 2011).

As propriedades físico-químicas dos componentes que constituem cada uma das frações solúvel e insolúvel da fibra alimentar irão contribuir para os diferentes efeitos fisiológicos e metabólicos no organismo humano (MOMM, 2007). Esses efeitos podem ser decorrentes de alterações em funções fisiológicas, como a taxa de excreção endógena e a passagem do alimento pelo trato gastrintestinal; alterações no bolo alimentar e digesta, tais como a capacidade de hidratação, o volume, o pH e a fermentabilidade; ou, ainda, alterações nas populações e na atividade da microbiota intestinal (RETORE, 2009).

A fibra insolúvel é pouco fermentável, forma misturas de baixa viscosidade e está mais relacionada à melhora da motilidade intestinal. Essa fração fibrosa apresenta efeito mecânico no trato gastrointestinal, age como uma “esponja”, retendo grandes quantidades de água, aumentando o volume e o peso fecal e melhorando a consistência das fezes. Por fornecer a massa necessária para a ação peristáltica do intestino, a fibra insolúvel contribui para o aumento da frequência da evacuação e, assim, diminui o tempo de trânsito no cólon, melhorando ou prevenindo a constipação por causar esse efeito laxativo. Além disso, promove o desenvolvimento da mucosa do íleo e do cólon (LÓPEZ et al., 1997; MANRIQUE E LAJOLO, 2001; CAMBRODÓN e MARTÍN-CARRÓN, 2001; COPPINI, 2004;).

Dessa forma, essa fração da fibra está relacionada à regulação das funções digestivas e, por tornar a eliminação mais fácil e rápida, diminui o risco de aparecimento de hemorróidas, diverticulites, e câncer de cólon, além de fornecer proteção contra infecções bacterianas. A diminuição do tempo de trânsito intestinal reduz o tempo de exposição da mucosa aos agentes carcinogênicos e tóxicos presentes nas fezes, tais como  $\text{NH}_3$  e ácidos biliares degradados, impedindo seus efeitos maléficos (POURCHET-CAMPOS; 1990; LÓPEZ et al., 1997; MANRIQUE e LAJOLO, 2001; COPPINI, 2004).

Em relação à fração solúvel, esta tem a propriedade de se ligar à água, formando gel, sendo responsável por aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal. Tal propriedade reflete na capacidade de retardar o esvaziamento gástrico (causando maior saciedade) e o trânsito intestinal (maior resistência ao

peristaltismo). O aumento da viscosidade dificulta ou impede a ação enzimática sobre o substrato, como também limita a absorção do material que já foi digerido, pelo fato de criar uma barreira (TOPPING, 1991; FERREIRA, 1994; RUPÉREZ e BRAVO, 2001;; CERQUEIRA, 2006; GALISTEO et al., 2008). Por isso, essa fração da fibra apresenta grande capacidade de diminuir a absorção da glicose, assim como a circulação enteropática dos ácidos biliares, fazendo com que os níveis de colesterol diminuam (LÓPEZ et al.,1997; RIQUE et al., 2002; COPPINI, 2004; MOMM, 2007)

A fibra solúvel é altamente fermentável, podendo ainda aumentar o balanço microbiótico e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o acetato, o propionato e o butirato (90 a 95% dos AGCC produzidos), fundamentais para o metabolismo intestinal, e capazes de exercer influência sobre o metabolismo de lipídeos e carboidratos (LÓPEZ et al.,1997; CAMBRODÓN e MARTÍN-CARRÓN, 2001; KUMAR et al., 2002; COPPINI, 2004).

O ácido acético é o único dos AGCC que alcança a circulação sistêmica e pode ser utilizado como fonte de energia e na lipogênese. O ácido propiônico é metabolizado no fígado e é o único gliconeogênico que pode influenciar algumas fases do metabolismo hepático, como a síntese do colesterol. O butirato é a principal fonte de energia dos colonócitos e exerce efeito trófico sobre o epitélio intestinal, estimulando o crescimento e a proliferação das células epiteliais, que resulta em aumento no peso e no comprimento do intestino (RUIZ-ROSO et al., 2001; REYES e AREAS, 2001). Além disso, o butirato tem recebido atenção especial por parte dos pesquisadores, por apresentar efeitos benéficos em relação ao câncer de cólon (PACHECO e SGARBIERI, 2001).

Dos constituintes da fibra alimentar, a lignina, por exemplo, é resistente ao processo fermentativo, enquanto pectinas e gomas parecem ser completamente fermentadas, já a celulose e hemicelulose apresentam fermentação parcial no cólon (CERQUEIRA, 2006). Dessa forma, quanto mais suscetível à ação das bactérias colônicas for a fibra, maior o seu grau de fermentação (COPPINI, 2004) e, assim, maior será o estímulo à atividade e ao desenvolvimento da microflora do ceco (EGGUM et al., 1992), visto que a quebra de quantidades consideráveis de carboidratos aumenta a incorporação de nitrogênio às proteínas bacterianas (YOUNES et al., 1995), contribuindo para a maior excreção fecal de nitrogênio. Entretanto, essa excreção aumentada de nitrogênio, mesmo sendo maior com o

consumo de fibra solúvel, não alteraria o balanço de nitrogênio devido à simultânea diminuição da excreção renal do mesmo (CERQUEIRA, 2006), o que pode auxiliar no controle de doença renal crônica. Com a fermentação da fibra também ocorre a diminuição do pH e a produção de nutrientes necessários para o bom desenvolvimento da microflora intestinal, promovendo, assim, a inibição do crescimento de bactérias patogênicas e atuando na prevenção de infecção gastro-intestinais e câncer de cólon (HERNANDEZ et al., 1995; LÓPEZ et al. 1997; RAUPP et al., 2000; ZARAGOZA et al, 2001; RIQUE et al., 2002).

Por não existirem enzimas endógenas capazes de digerir os polímeros constituintes da fibra alimentar no organismo humano, supõe-se que a maioria deles passe pelo trato digestivo com poucas alterações em sua estrutura, reduzindo o tempo de trânsito do bolo alimentar pelo trato digestivo e aumentando o volume fecal, o que altera a cinética de absorção dos nutrientes e mantém as toxinas adsorvidas (BUCKERIDGE e TINÉ, 2001).

Nesse sentido, a fibra é capaz promover o arraste fecal de constituintes da dieta como minerais, proteínas, lipídeos e carboidratos digestíveis, assim como se complexar a substâncias tóxicas e cancerígenas impedindo a sua absorção. Dessa forma, tanto os nutrientes, quanto os compostos tóxicos podem ser excretados em maior ou em menor quantidade, dependendo das características físicas e químicas da fibra presente no alimento (MONGEAU et al., 1989; PÁDUA et al., 2000; ZARAGOZA et al., 2001; RUIZ-ROSO et al., 2001 RAUPP et al., 2002).

A fibra é o principal componente da dieta capaz de influenciar no peso fecal, sendo a capacidade de retenção de água e a maior resistência ao processo fermentativo, as principais propriedades físico-químicas responsáveis por essa influência. Desse modo, a presença de resíduo fibroso não degradado, o aumento da quantidade de água e também o aumento do número de células microbianas produzidas pela fermentação da fibra contribuirão para aumentar o bolo fecal (RAUPP et al., 1999; RODRÍGUEZ et al., 2006). A fração insolúvel da fibra parece contribuir mais no peso fecal, fato confirmado no estudo de Pérez-Olleros (1996), citado por Ruiz-Roso et al. (2001), no qual é relatado que os animais que consumiram dietas com produtos ricos em fibra insolúvel (como a celulose) apresentaram maior volume e peso fecal que os alimentados com produtos ricos em fibra solúvel (como a pectina cítrica).

#### 2.1.4.1 Efeitos hipolipidêmicos

Sabe-se que disfunções cardiovasculares, como as coronárias, estão estreitamente relacionadas com as hiperlipidemias, principalmente devido ao consumo de dietas ricas em colesterol e gorduras saturadas (FIETZ e SALGADO, 1999). No Brasil, cerca de 140.000 pessoas morrem anualmente vítimas de infarto agudo do miocárdio. A hipercolesterolemia, caracterizada pelo aumento dos níveis de colesterol sérico, é apontada como uma das principais causas da aterosclerose e, conseqüentemente, está relacionada com o aparecimento de síndromes isquêmicas do miocárdio (DERIVI e MENDEZ, 2001).

Segundo Anderson et al. (1990), as fibras alimentares podem diminuir significativamente as concentrações séricas de colesterol em seres humanos, e, assim, reduzir o risco de doença cardíaca coronariana.

Grande parte dos benefícios diretos das fibras nas doenças cardiovasculares está relacionada à fração solúvel. As fibras insolúveis, geralmente, possuem efeitos bastante limitados sobre os níveis de colesterol, mas aumentam a saciedade, auxiliando na redução da ingestão calórica, e podem influenciar na cinética de absorção dos nutrientes. Já as fibras solúveis, como as gomas e as pectinas, possuem propriedades bem mais intensas de redução do colesterol (FIETZ e SALGADO, 1999; RIQUE et al., 2002; JONES e KUBOW, 2003).

As recomendações que vêm sendo feitas para indivíduos hipercolesterolêmicos incluem as fibras solúveis, as quais são consideradas importantes complementos para o controle do colesterol alto. Tais recomendações podem ser obtidas pela ingestão de aveia e produtos desse cereal rico em  $\beta$ -glicanas, bem como pelo uso de dietas contendo alimentos ricos em pectina e produtos formulados com incorporação de teores significativos de fibras solúveis (DERIVI e MENDEZ, 2001).

Diversos mecanismos foram propostos para explicar a ação da fibra solúvel sobre o metabolismo lipídico (DERIVI e MENDEZ, 2001). O principal motivo, e o mais estudado, é a viscosidade natural de algumas fibras solúveis, a qual pode auxiliar na menor absorção intestinal dos sais biliares, colesterol e lipídeos dietéticos por atuar como barreira física. Além disso, defende-se que o propionato, AGCC resultante da fermentação da fibra, possa causar diminuição das concentrações

sistêmicas dos lipídeos sanguíneos, através da inibição da enzima HMGCoA-redutase e redistribuição parcial do colesterol plasmático para o fígado (LÓPEZ et al., 1997; CAMBRODÓN e MARTÍN-CARRÓN, 2001; DERIVI e MENDEZ, 2001; RIQUE et al., 2002; LAIRON, 2004; MOMM, 2007).

Alguns componentes da fibra alimentar, como a pectina, a lignina e os taninos, apresentam alta capacidade de se ligar a sais biliares, impedindo-os de serem reabsorvidos pelo epitélio intestinal, o que pode explicar o efeito hipolipidêmico de algumas fibras insolúveis. A diminuição da circulação enterohepática dos sais biliares faz com que o organismo mobilize colesterol circulante para produzir novos sais biliares, essenciais ao metabolismo das gorduras, conseqüentemente diminuindo a taxa de colesterol sérico. Com menos sais biliares circulantes, a emulsificação das gorduras não será tão intensa, formando menos micelas, assim menos lipídeo será absorvido pelo epitélio do duodeno e jejuno proximal e, conseqüentemente, haverá menor nível de triglicérido no sangue (LÓPEZ et al., 1997; RIEGEL, 2006; RETORE, 2009).

Cabe ressaltar que, além da fração solúvel ser apontada como principal responsável pelos efeitos benéficos da fibra nas doenças cardiovasculares, a intensidade desses efeitos pode se mostrar variável entre os componentes solúveis, pois estão intimamente relacionados com a sua estrutura química. A pectina, por exemplo, possui diferentes graus de metoxilação e pesos moleculares. Dessa forma, o efeito é diferenciado entre as pectinas de maior e de menor grau de metoxilação. Esse fato foi evidenciado no estudo de Fietz e Salgado (1999) que avaliaram o efeito das pectinas de alto (HMP) e de baixo grau de metoxilação (LMP), e da celulose sobre os níveis séricos de colesterol e triglicéridos em ratos hiperlipidêmicos. Esses pesquisadores verificaram que o efeito da fibra insolúvel celulose foi insignificante ( $p > 0,05$ ) na redução desses parâmetros sanguíneos e que as dietas com HMP foram mais efetivas do que as com LMP.

González et al. (1998) estudaram o efeito da pectina cítrica e da maçã no metabolismo de colesterol em ensaio experimental com ratos, relatando efeitos benéficos dessas pectinas na redução do colesterol sérico e hepático. Aprikian et al. (2003) relataram que o uso de pectina da maçã e suas frações fenólicas foram capazes de diminuir os níveis de colesterol plasmático e hepático, bem como os níveis de triglicéridos séricos, sendo mais efetivos em combinação do que isolados.

Esse trabalho sugere que há efeito sinérgico entre a fibra da fruta e os compostos fenólicos no metabolismo de lipídeos.

Em suma, dados epidemiológicos, clínicos e envolvendo modelos biológicos demonstram a associação entre o alto consumo de fibra alimentar e a redução do risco de doenças coronárias. Tal relação pode ser entendida devido aos vários mecanismos associados a esse componente dietético e que se complementam, como redução ingestão calórica, maior saciedade, influência sobre a emulsificação e ação de enzimas digestivas sobre a gordura e maior excreção de colesterol e de ácidos biliares. A redução da biodisponibilidade de ácidos graxos e colesterol induzida pelas fibras, reduz a secreção intestinal de quilomícrons para a circulação, como observado após refeições. Isso pode estimular a taxa de depuração de lipoproteínas ricas em triglicerídeos para o plasma, levando a um perfil de lipoproteínas pós-prandial menos aterogênico (LAIRON, 2004).

#### 2.1.4.2 Efeitos hipoglicêmicos

Dietas com alto teor de fibra alimentar têm se mostrado eficazes em relação à tolerância à glicose, à redução de hiperglicemia pós-prandial e a taxa secretora de insulina, em diabéticos (MOMM, 2007; JANEIRO et al., 2008).

O efeito hipoglicemiante da fibra alimentar se deve principalmente à fração solúvel, entre elas a pectina, e está intimamente relacionado a fatores como alteração na velocidade de difusão da glicose, o que é benéfico para os diabéticos. O aumento da viscosidade do conteúdo intestinal proporcionado pela fibra solúvel pode alterar o tempo de esvaziamento gástrico, aumentar a saciedade e ainda servir de barreira, reduzindo a velocidade de absorção da glicose, e outros nutrientes. Assim, é possível atrasar o metabolismo dos açúcares e facilitar a estabilização do metabolismo energético, controlando aumentos bruscos da taxa de glicemia pós-prandial (OU et al., 2001; GALISTEO et al., 2008; KENDALI et al., 2010)

O processo de fermentação da fibra com conseqüente produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) também auxilia na diminuição da glicose sérica (HERNANDEZ et al., 1995; GALISTEO et al., 2008). Os AGCC potencializam a secreção pancreática de insulina e podem afetar a gliconeogênese hepática e a

sensibilidade dos tecidos à insulina, contribuindo, então, para reduzir a hiperglicemia normalmente observada em pacientes diabéticos (REYES e AREAS, 2001)

Estudos apontam, ainda, outros mecanismos da fibra dietética solúvel e insolúvel, capazes de reduzir a concentração plasmática pós-prandial da glicose: a capacidade de adsorver a glicose evitando sua difusão e o efeito inibitório sobre a atividade da  $\alpha$ -amilase adiando a liberação da glicose do amido, através da inibição da ação da enzima ou simplesmente por atuar como barreira entre a enzima e o amido (OU et al., 2001). Tais mecanismos podem justificar o efeito hipoglicemiante da fração insolúvel (pouco viscosa), como relatado nos estudos *in vitro* de Chau & Huang (2004) e Chau et al. (2004) e *in vivo* de Cerqueira et al. (2008), para a semente de maracujá, polpa de cenoura e semente de abóbora, respectivamente.

Em face de tais considerações, pode-se inferir que a evolução do conhecimento científico permitiu conhecer as importantes funções da fibra alimentar no organismo humano e que os seus constituintes não têm o mesmo efeito ou ação fisiológica. Embora as frações solúvel e insolúvel da fibra apresentem mecanismos de atuação diferentes, no cômputo geral, a sua contribuição para a saúde é muito positiva. Assim, é interessante haver equilíbrio entre o consumo de fibras solúveis e insolúveis. Segundo vários autores, em termos de benefício para a saúde, a proporção de 50% a 70% de insolúvel e de 30% a 50% de solúvel é considerada balanceada (SCHENEEMAN, 1987; GRIGELMO-MIGUEL e MARTMHN-BELLOSO, 1999; MARÍN et al., 2007). Nesse sentido, a busca e a avaliação nutricional de novas fontes de fibras alimentares com maiores teores de fibra solúvel tornam-se alternativa interessante para auxiliar no aumento do consumo dessa fração presente em menores quantidades nas fibras convencionais provenientes de cereais (LARRAURI, 1999).

#### 2.1.5 Potencial tecnológico

Devido aos diversos benefícios do consumo adequado de fibra alimentar ao organismo humano, o interesse por alimentos industrializados ricos nesse componente tem crescido nas últimas décadas. Esse fato, levou as indústrias a desenvolver grande mercado de produtos enriquecidos com fibra (SAURA-CALIXTO

e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001; VERGARA-VALENCIA et al., 2007; CERQUEIRA et al., 2008). Além de contribuir na qualidade nutricional, a fibra alimentar pode ser utilizada como ingrediente em produtos alimentícios, tais como bebidas, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas, pães, produtos cárneos e lácteos por conferir qualidade tecnológica, pois sua composição proporciona diferentes propriedades funcionais aplicáveis à indústria de alimentos (GIUNTINI et al., 2003).

Segundo Thebaudin et al. (1997), as fibras alimentares são desejáveis não apenas por suas propriedades nutricionais, mas também por suas propriedades tecnológicas e econômicas. A capacidade da fibra de formar géis, de reter água e gordura e de aumentar a viscosidade, influencia na textura do produto e estabilidade da emulsão, evitando a sinérese e melhorando a vida de prateleira dos produtos adicionados nos quais é adicionada (ELLEUCH et al., 2011).

As propriedades físico-químicas da fibra alimentar devem ser bem conhecidas, pois é o que possibilita suas inúmeras aplicações na indústria, como por exemplo, em substituição à gordura e ao amido de uma formulação ou atuando como agente estabilizante, espessante e emulsificante (CHO e DREHER, 2001).

É importante salientar que a simples adição de teores elevados de fibra em alimentos nem sempre resulta produtos com características sensoriais desejáveis (DREHER, 1995). Por isso, é importante caracterizar as diferentes fontes de fibra alimentar de forma a conhecer suas propriedades funcionais e, assim, adicioná-la em quantidades adequadas para obter produtos com qualidade nutricional, tecnológica e com alto índice de aceitabilidade (GIUNTINI et al., 2003).

De acordo com Larrauri (1999), a “fibra ideal” deve ser bem concentrada, não ter componentes antinutricionais, não comprometer a vida de prateleira do produto no qual for adicionada, possuir boa proporção da fração solúvel e insolúvel e adequada quantidade de biocompostos associados, apresentar características organolépticas suaves e aparência positiva, ser compatível com o processamento de alimentos. Além disso, deve ter custo razoável e apresentar os efeitos fisiológicos esperados.



## 2.2 Aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas

Atualmente, existe grande preocupação com a contaminação ambiental pelo descarte incorreto de subprodutos agroindustriais e também, com o acentuado desperdício de alimentos frente à notável carência de alimentação de qualidade e acessível à população de baixa renda. Nesse contexto, a utilização de subprodutos vegetais, em sua maioria, desprezados pela indústria de alimentos e pela população, vem recebendo atenção especial dos pesquisadores, principalmente devido às suas valiosas propriedades nutricionais que podem trazer benefícios a saúde humana.

O Brasil, por ser um país de grande atividade agrícola, produz grandes quantidades de subprodutos agroindustriais (VILLAS-BÔAS e ESPOSITO, 2001). Vários estudos vêm sendo desenvolvidos a fim de buscar alternativas para melhor utilização desses subprodutos vegetais gerados (DELAHAYE et al., 2005 ; SOARES et al., 2006; MIGUEL et al., 2008; CERQUEIRA et al., 2008; DA SILVA et al., 2009; ABUD e NARAIN, 2009).

Os conceitos de minimização, recuperação e aproveitamento de subprodutos agroindustriais estão sendo cada vez mais difundidos. Como o volume de dejetos representa inúmeras toneladas, agregar valor a esses materiais é de interesse econômico, científico e tecnológico. Nos últimos anos, pesquisas vêm demonstrando que materiais secundários ao processamento industrial podem ser utilizados como matéria-prima para extração e interconversão em outros produtos que possuam maior valor agregado, visando à redução do impacto ambiental e ao desenvolvimento de tecnologias que agreguem valor aos produtos obtidos (LAUFENBERG et al., 2003; KOBORI e JORGE, 2005; PELIZER et al., 2007; SOARES et al., 2008; RETORE, 2009).

Entre a gama de subprodutos agroindustriais gerados, estão os oriundos do processamento de frutas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com 42 milhões de toneladas produzidas de um total de 340 milhões de toneladas colhidas em todo o mundo, anualmente (FACHINELLO e NACHTIGAL, 2009).

Quantidade apreciável de subprodutos é gerada durante o processamento de frutas pelas indústrias para a fabricação de sucos naturais, sucos concentrados, doces em conservas, geleias, polpas e extratos (KOBORI e JORGE, 2005). Em 2004, o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) estimou em 350 milhões de litros a

produção/consumo de sucos e polpas à base de frutas no Brasil. Como consequência, o processamento gera cerca de 40% dos subprodutos agroindustriais, composto de restos de polpa, casca, caroços ou sementes (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006).

Esses materiais secundários do processamento de frutas, em muitos casos, são considerados custo operacional para as empresas ou fonte de contaminação ambiental (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006), pois normalmente são dispensados de forma inadequada no meio ambiente, ou, então, destinados à nutrição animal, sendo que a demanda por ração pode variar e depender da produção agrícola (KOBORI e JORGE, 2005). Isso acarreta, além de problemas de contaminação ambiental, perda financeira e de nutrientes potenciais, pois os subprodutos gerados possuem qualidades nutricionais importantes para a saúde humana, como teores relevantes de fibra alimentar e nutrientes como proteínas, ácidos graxos insaturados e compostos bioativos (UBANDO-RIVERA et al., 2005; KOBORI e JORGE, 2005; FIGUEROLA et al., 2005; CERQUEIRA et al., 2008; MOURA et al., 2010; ELLEUCH et al. 2011). Nesse contexto, a utilização dos subprodutos agroindústrias de forma eficiente, econômica e segura para o meio ambiente se torna cada vez mais necessária.

Dentre os diversos tipos de subprodutos gerados pelas indústrias de processamento de frutas, encontram-se o bagaço de maçã, o bagaço de laranja e a casca de maracujá, amplamente disponíveis no Brasil (IBGE, 2012). Do ponto de vista de saúde, esses subprodutos podem ser ingredientes importantes na formulação de produtos alimentícios devido aos altos teores de fibra alimentar e à relação balanceada entre as frações solúvel e insolúvel, principalmente quando comparadas a fibras de cereais, amplamente utilizadas para enriquecer alimentos, porém com baixos teores de fibra solúvel (LARRAURI, 1999; GRIGELMO-MIGUEL e MARTMHN-BELLOSO, 1999; CÓRDOVA et al., 2005; BORTOLUZZI, 2009). Aliado a isso, as fibras oriundas de frutas possuem vantagens tecnológicas em relação às fibras de cereais: maior capacidade de retenção de água e gordura, menor conteúdo de ácido fítico e menor valor calórico digestível (LARRAURI, 1999). Admite-se, assim, tanto do ponto de vista nutricional quanto tecnológico, a importância do conhecimento das propriedades biológicas e das possíveis aplicabilidades desses subprodutos na indústria de alimentos, como alternativa para as fibras convencionais.

### 2.2.1 Bagaço de laranja

Em 2009, o Brasil foi responsável por 51% das laranjas produzidas no continente americano, o que corresponde a 26% da produção mundial dessa fruta (IBGE, 2012). Além de ser o maior produtor de laranja, é responsável por 60% da produção mundial do suco dessa fruta (MAPA, 2012), e por 80% do seu comércio internacional. A laranja representa em torno de 49% da produção brasileira de frutas (PEREIRA, 2008) e, segundo Neves e Lopes (2004), aproximadamente 82% da produção de laranja é destinada ao processamento de suco.

Durante o processamento e industrialização do suco de laranja, obtém-se como subproduto o bagaço de laranja, que corresponde cerca de 42% da massa total da fruta (ÍTAVO et al., 2000). O bagaço é composto por casca (albedo e flavedo), restos de polpa (resíduos de vasos de suco), membranas e sementes (CAMARGO et al., 2005; FIORENTIN et al., 2010). O flavedo é composto pela parte exterior de cor amarelada, chamada epicarpo, e o albedo é a parte interior, branca, com aspecto de esponja, conhecida como mesocarpo e rica em pectina (FIORENTIN et al., 2010).

Segundo Fernández-Lopez et al. (2004), os subprodutos de processamento de frutas cítricas, como a laranja, representam sérios problemas para a indústria, devido a pouca oportunidade de uso e ao baixo valor agregado. A maior parte do bagaço de laranja é destinada à fabricação de ração animal (SANTOS et al., 2001; SANTANA, 2005; LARREA et al., 2005), ou então descartada incorretamente, representando problemas de contaminação ambiental (BORTOLUZZI, 2009), devido principalmente à sua elevada propensão à fermentação, pois contém cerca de 86% de umidade (FIORENTIN et al., 2010).

Vários estudos têm proposto outros usos para os subprodutos do processamento industrial da laranja, incluindo a obtenção de fertilizantes orgânicos, pectina, óleos essenciais, compostos com atividade antioxidante e várias enzimas, como pectinases e amilases (ALEXANDRINO et al., 2007). Outras pesquisas vêm apontando esses materiais como alternativa promissora para as indústrias de alimentos, devido às consideráveis propriedades tecnológicas promovidas pelo elevado teor de fibra, com destaque à pectina (CHAU e HUANG, 2003; BORTOLUZZI, 2009; SANTOS et al., 2011). Apesar dessas possibilidades, os

subprodutos das indústrias de suco de laranja permanecem em sua maior parte inutilizados (ALEXANDRINO et al., 2007).

Cabe ressaltar ainda que existe dificuldade em encontrar na literatura dados reais da composição química do subproduto do beneficiamento da laranja para produção do suco, pois os trabalhos científicos classificam esse material de maneira divergente (RETORE, 2009), ou, então, analisam apenas polpa, casca, partes da casca (albedo ou flavedo) e compostos extraídos dessa fruta, e não o bagaço total após extração do suco (GONZÁLEZ et al., 1998; CHAU e HUANG, 2003; LARREA et al., 2005; SANTANA, 2005; FIGUEROLA et al., 2005; SANTANA e GASPARETTO, 2009; SOUZA e LEONEL, 2010). Além disso, são escassas as informações sobre os efeitos nutricionais do bagaço da laranja. Alguns estudos com outros subprodutos do processamento da laranja (polpa) testaram suas propriedades nutricionais em modelos biológicos (ratos e coelhos) e verificaram efeito hipoglicemiante atribuído principalmente à sua fração solúvel (AREAS, 1994; CARDOSO, 1998; RETORE, 2009), bem como redução do peso corpóreo dos animais (CARDOSO, 1998) e dos seus níveis séricos de triglicerídeos e colesterol (RETORE, 2009).

Nesse sentido, torna-se importante um melhor detalhamento da composição química e das propriedades físico-químicas do bagaço da laranja, como também uma avaliação de suas atividades biológicas para, assim, poder otimizar seu uso de forma segura e eficaz na alimentação humana.

### 2.2.2 Bagaço de maçã

A cultura macieira vem crescendo e se tornando muito importante ao longo dos últimos anos. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), o Brasil apresenta uma produção expressiva de maçãs, com produção de 1.279.026 toneladas no ano de 2010, sendo a Região Sul do país responsável 99,6% dessa produção. Além disso, vem aumentando tanto o seu consumo *in natura* como nos processados (sucos, vinagres e sidras) (SOARES et al., 2006).

A industrialização da maçã, em particular do suco, gera, como principal subproduto, o bagaço (WASZCZYNSKYJ et al, 2001), o qual é constituído pela

mistura heterogênea de casca, semente, cálice, haste e polpa, podendo representar 20 a 40% do peso das maçãs processadas, dependendo da tecnologia empregada na extração (COELHO, 2007). Esse subproduto industrial geralmente é utilizado como ração animal, ou é simplesmente dispensado no solo, o que pode causar riscos de contaminação ambiental (VILLAS-BÔAS e ESPOSITO, 2001) e perda da qualidade do ar nas regiões de processamento, uma vez que o resíduo fermenta e exala odores pouco agradáveis (RAUPP et al., 2000). Entretanto, esse material é excelente para fins biotecnológicos, compreendendo a produção de etanol, aromas, gás natural, ácido cítrico, pectinas, enzimas, além de outros processos como extração de fibras, de compostos antioxidantes e de carvão vegetal, e também para incorporação em alimentos (PAGANINI et al. 2005; MARCON et al., 2005; FERTONANI et al., 2006; RIBEIRO, 2007).

O incentivo ao uso do bagaço de maçã na alimentação humana provém de estudos que comprovam a ação benéfica do consumo de maçã *in natura*, cujos constituintes, principalmente fibras e compostos fenólicos, têm características hipolipidêmicas e hipoglicêmicas (BOYER; LIU, 2004).

Alguns trabalhos científicos envolvendo ensaios clínicos e biológicos vêm mencionando o elevado valor nutricional do subproduto do processamento da maçã. Leontowicz et al. (2001) relataram que a adição de 10% de bagaço de maçã na dieta promoveu a redução nos níveis séricos de colesterol total, colesterol LDL e triglicerídeos de ratos hipercolesterolêmicos, contudo esse efeito hipolipidêmico não foi observado para ratos normocolesterolêmicos. Da mesma maneira, a intervenção alimentar com bagaço de maçã no tratamento dietoterápico de pessoas idosas promoveu reduções significativas, tanto nos níveis de colesterol total e LDL, como na concentração de triglicerídeos sérica (COELHO, 2007).

Momm (2007) relatou que a adição de bagaço de maçã à dieta de ratos Wistar obesos não interferiu de forma significativa na glicemia, nem afetou a taxa de peroxidação lipídica no soro dos animais, mas contribuiu na redução da lipídemia (triglicerídeos e colesterol total), bem como teve efeito positivo no controle do ganho de peso dos animais.

Outros estudos vêm demonstrando também que o bagaço de maçã, além de ser fonte de fibras alimentares e polifenóis (SUDHA et al. 2007; SOARES et al., 2008), possui propriedades tecnológicas e sensoriais aplicáveis à indústria de

alimentos (PROTZEK et al., 1998; RAUPP et al., 2000; WASZCZYNSKYJ et al, 2001; FIGUEROLA et al., 2005; SUDHA et al. 2007; COELHO e WOSIACKI, 2010).

No Brasil, poucas pesquisas tecnológicas foram desenvolvidas com o intuito de explorar o potencial do bagaço de maçã. Geralmente, o seu destino final é a disposição a céu aberto (WASZCZYNSKYJ et al, 2001). A indústria brasileira de processamento da maçã mostra interesse em alternativas econômicas e tecnologicamente viáveis para a utilização do descarte sólido produzido. Apesar disso, e enquanto a comunidade científica não responder satisfatoriamente aos anseios dessas indústrias, esses materiais continuam a ser considerados, embora quantitativamente relevantes, apenas como resíduos, ou seja, produtos sem valor econômico (RAUPP et al., 2000).

Nesse contexto, há necessidade de melhor caracterizar as matérias sólidas produzidas durante o processamento de suco no Brasil, tanto em relação às suas propriedades tecnológicas como biológicas, e de buscar através de constatações científicas, alternativas de uso com finalidades mais nobres do que aquelas que vêm sendo praticadas nas regiões de industrialização de maçã no país.

### 2.2.3 Casca de maracujá

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá amarelo ou azedo (*Passiflora edulis flavicarpa*) (ARAUJO et al., 2005). Segundo dados do IBGE (2012), o país aumentou expressivamente a quantidade produzida da fruta nos últimos anos, atingindo uma produção anual de 920.158 toneladas no ano 2010, o que corresponde a um aumento de 27,8% em relação a 2007. A região nordeste é a maior produtora de maracujá, respondendo por 76% da produção nacional da fruta (IBGE, 2012).

A maior importância econômica do fruto do maracujazeiro está no produto industrializado sob a forma de suco concentrado (FERRARI et al, 2004). Mais da metade da produção mundial do maracujá é destinada para essa finalidade que apresenta cerca de 30% de rendimento (DIAS et al., 2011). O maracujá amarelo é a variedade mais cultivada e comercializada no Brasil, devido à qualidade de seus frutos (ZERAİK et al., 2010), e destina-se predominantemente à produção de sucos

(CÓRDOVA et al., 2005, ). Segundo Araujo et al. (2005), o país é o maior exportador de suco concentrado da fruta. Sua industrialização gera em torno de 300 mil toneladas/ano de resíduos, ainda subaproveitados no mercado nacional (CANTERI, 2010), podendo tornar-se

Durante a extração do suco de maracujá, obtêm-se como principais subprodutos as cascas e as sementes, que representam entre 73,9 e 76,5% do peso do fruto (OLIVEIRA et al., 2002; FERRARI et al., 2004), e se não aproveitados de forma eficiente, podem se tornar passivos ambientais (CENCI, 2010).

Os subprodutos do maracujá também são utilizados por produtores rurais na suplementação da alimentação animal, como ração para bovinos e aves, contudo, sem muita informação técnica adequada (FERRARI et al., 2004).

A casca de maracujá, representa em torno de 50% da composição mássica da fruta (OLIVEIRA et al., 2002; FERRARI et al., 2004), além de ser fonte de fibras solúveis (principalmente pectina), também é rica em niacina e minerais (CÓRDOVA et al., 2008; SALGADO et al., 2010; ZERAIK et al., 2010).

Os subprodutos do beneficiamento do maracujá vêm recebendo grande atenção dos pesquisadores nos últimos anos, principalmente devido às suas propriedades funcionais e tecnológicas, as quais estão relacionadas ao elevado teor e tipos de fibras presentes na casca desse fruto (CÓRDOVA et al., 2005; RAMOS et al., 2007; JANEIRO et al., 2008; SOUZA et al., 2008; SALGADO et al., 2010).

Efeitos hipolipidêmicos da casca do maracujá foram constatados em estudo clínico piloto de Ramos et al. (2007), que observaram que o tratamento com a farinha da casca dessa fruta (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) resultou na diminuição significativa ( $p < 0,05$ ) nos níveis de colesterol total e LDL em mulheres entre 30 e 60 anos que apresentavam hipercolesterolemia (colesterol  $\geq 200$  mg/dL).

Medeiros et al. (2009a) verificaram que o consumo da farinha produzida a partir da casca de maracujá por indivíduos saudáveis exerceu efeitos hipolipidêmicos e hipoglicêmicos. Da mesma maneira, a utilização da farinha da casca do maracujá amarelo (58% de FA e 21% de FS) foi capaz de reduzir a glicemia de jejum e os níveis séricos de triglicerídeos e aumentar o colesterol HDL em pacientes diabéticos tipo 2. Entretanto, diferente do obtido nos outros estudos para pessoas saudáveis (MEDEIROS et al., 2009a) e com hipercolesterolemia (RAMOS et al., 2007), a casca do maracujá não foi capaz de reduzir os níveis de

colesterol total e colesterol LDL nos pacientes diabéticos nessa pesquisa (JANEIRO et al., 2008).

Atividade hipoglicêmica também foi observada no estudo de Salgado et al. (2010) que avaliou o efeito de diferentes concentrações de casca de maracujá (*Passiflora edulis*) no controle da glicemia de ratos diabéticos, sugerindo que a farinha da casca afeta o metabolismo dos carboidratos e pode influenciar positivamente o controle metabólico da diabetes, prevenindo ou retardando complicações associadas a essa doença. Em contraste com esses estudos, os resultados obtidos na pesquisa de Nunes et al. (2007) mostram que a farinha da casca de maracujá não promoveu efeitos hipoglicemiantes em ratos adultos saudáveis, após período experimental de 30 dias.

O conjunto dos dados sugere que os efeitos benéficos da fibra de maracujá no metabolismo ainda são controversos e dependem, além da dose administrada e da espécie estudada, dos perfis metabólicos dos indivíduos ou dos modelos experimentais, sendo necessários mais estudos para consolidar tais potenciais nutricionais da casca do maracujá, principalmente no âmbito de prevenção primária de doenças como aterosclerose e diabetes.

A toxicologia clínica do uso da farinha de casca de maracujá também já foi testada em voluntários saudáveis no estudo de Medeiros et al. (2009b). Segundo os autores, o uso do produto foi bem tolerado pelos voluntários, não sendo relatadas reações adversas que pudessem comprometer sua utilização como alimento com propriedade benéfica à saúde. Além disso, os exames efetuados não evidenciaram sinais de toxicidade nos diversos órgãos e sistemas avaliados, indicando que a farinha de casca de maracujá pode ser utilizada em estudos farmacológicos clínicos.

Outros trabalhos mencionam o aproveitamento da casca de maracujá na elaboração de alimentos que apresentaram maior teor de fibra e boa aceitabilidade (OLIVEIRA et al. 2002; ISHIMOTO et al., 2007; ABUD E NARAIN, 2009; DIAS et al., 2011). Resultados obtidos no estudo de Souza et al. (2008), demonstram que a farinha da casca do maracujá, além de apresentar alto teor de fibra (70,67% em base seca), possui ótimas propriedades tecnológicas, como elevada capacidade de retenção, absorção e adsorção de água. Isso reinteressa o seu potencial para utilização no enriquecimento de produtos alimentícios, melhorando suas qualidades nutricionais e tecnológicas, além de ser uma alternativa para reduzir o desperdício de subprodutos da indústria alimentícia. Adicionalmente, estudos recentes apontam



a casca de maracujá como uma matéria-prima alternativa para extração de pectina de alta qualidade e como um ingrediente funcional natural (CAMARGO et al., 2007; CANTERI, 2010; KULKARNI e VIJAYANAND, 2010).

## **2.2 Pão de mel**

O biscoito está entre os alimentos mais populares, consumido e aceito por pessoas de diversas faixas etárias e classes sociais. Tais características, aliadas à sua enorme diversidade, à facilidade de consumo e ao custo acessível, fazem desse produto um veículo vantajoso para incorporação de farinhas mistas enriquecidas nutricionalmente (VITTI et al., 1979; ASSIS et al., 2009), como aquelas provenientes dos subprodutos do processamento de frutas, apresentando boa aceitabilidade sem grandes alterações sensoriais devido à elevação do teor de fibra (BORGES et al., 2006; FINCO et al., 2009; SANTOS et al., 2011).

O pão de mel apresenta grande diversidade de formulações caseiras e comerciais, por isso, muitas pessoas o consideram como biscoitos ou bolachões. Esse produto não possui legislação específica, como padrão de identidade e de qualidade (POSSAMAI, 2005).

Os rótulos nutricionais de pães de mel comerciais mencionam teor de fibra alimentar que varia de 0 a 1% (POSSAMAI, 2005). Dessa maneira, a incorporação de fibras em suas formulações possibilitaria a obtenção de produtos funcionais e diferenciados, atendendo às expectativas de consumidores que primam pela qualidade nutricional de suas refeições.



### **3 ARTIGOS CIENTÍFICOS**

#### **3.1 Artigo 1**

(Configuração conforme normas da Revista de Nutrição – Anexo A)

#### **SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS**

*BY-PRODUCTS OF PROCESSING FRUIT: CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS*

*SHORT TITLE:* SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS

FERNANDA TEIXEIRA MACAGNAN<sup>1</sup>

LUCCIÉLLI RODRIGUES DOS SANTOS<sup>1</sup>

BRUNA SAMPAIO ROBERTO<sup>2</sup>

FERNANDA ALINE DE MOURA<sup>1</sup>

LEILA PICOLLI DA SILVA<sup>3</sup>

1- Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciências dos Alimentos, Av. Roraima, 1000, Prédio 42, Sala 3135A, Cidade Universitária, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Correspondência para/*Correspondence to:* F.T. MACAGNAN. *E-mail:*<femacagnan@yahoo.com.br>.

2- Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Ciência de Alimentos, Campinas, SP, Brasil.

3- Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Zootecnia, Santa Maria, RS, Brasil.

## RESUMO

---

### Objetivo

Avaliar a composição química e as propriedades físico-químicas do bagaço de maçã, bagaço de laranja e casca de maracujá com o intuito de utilizá-los como fonte de nutrientes e aditivos alimentares na nutrição humana.

### Métodos

A composição química foi determinada pelas medidas de matéria seca, proteína bruta, fibra alimentar, minerais totais, lipídios, pectina, fenóis totais, taninos totais e taninos condensados e hidrolisáveis. Adicionalmente, as propriedades físico-químicas de capacidade de ligação à gordura, capacidade de hidratação e capacidade de ligação ao cobre foram avaliadas com vistas à aplicabilidade desses subprodutos como possíveis aditivos alimentares.

### Resultados

Todos os subprodutos de frutas apresentaram elevado teor de fibra alimentar e compostos fenólicos. A casca de maracujá destacou-se pelo maior conteúdo de minerais e o menor teor de gordura em sua composição, também revelando notável capacidade de hidratação. O bagaço de maçã apresentou a maior quantidade de fibra alimentar total, pectina e maior ligação catiônica. O bagaço de laranja, além de possuir maior conteúdo e contribuição da fibra solúvel, foi o subproduto com maior teor de compostos fenólicos.

### Conclusão

Os subprodutos estudados apresentaram características químicas (principalmente como fonte de fibras e compostos fenólicos) e tecnológicas que apontam seu potencial para uso como ingredientes alternativos na nutrição humana e para a indústria alimentícia.

**Termos de indexação:** Maracujá. Maçã. Citros. Fibra alimentar. Compostos fenólicos. Alimento funcional.

## ABSTRACT

---

### Objective

*Evaluate the chemical composition and the physicochemical properties of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel in order to use them as a source of nutrients and food additives in human nutrition.*

### **Methods**

*The chemical composition was determined by measures of dry matter, crude protein, dietary fiber, total minerals, lipids, pectin, total phenolics, total tannins and condensed and hydrolysable tannins. Additionally, the physicochemical properties of the fat binding capacity, the hydration capacity and the copper binding capacity was evaluated whit a view to possible applicability of these by-products as food additives.*

### **Results**

*All by-products of fruits showed high content of dietary fiber and phenolic compounds. The passion fruit peel had the highest content of minerals and the lowest content of fat in its composition, also showing notable hydration capacity. The apple pomace had the highest amount of total dietary fiber, pectin and also greatest cation binding. The orange bagasse, besides having the greatest content and contribution of soluble fiber, was the waste with a highest amount of phenolic compounds.*

### **Conclusion**

*The by-products studied had nutritional characteristics (mainly as source of fiber and phenolic compounds) and technological that point their potential for use as alternative ingredients in human nutrition and food industry.*

**Indexing terms:** *Passiflora. Malus. Citrus. Dietary fiber. Phenolic Compounds. Functional food.*

## **INTRODUÇÃO**

Cada vez mais as pessoas buscam alimentos saudáveis e economicamente viáveis. Nesse contexto, o detalhamento da composição química, propriedades nutricionais e tecnológicas de subprodutos agroindustriais têm sido alvo de pesquisas científicas, como alternativa eficiente e econômica de utilizá-los como ingredientes funcionais em alimentos.

Dentre os diversos tipos de subprodutos agroindustriais, encontram-se os oriundos do processamento de frutas. Tais materiais normalmente são dispensados de forma inadequada no meio ambiente, ou destinados à alimentação animal. Isso acarreta problemas de contaminação ambiental e perda de nutrientes potenciais, pois os subprodutos de frutas possuem qualidades nutricionais importantes para a saúde humana, principalmente pelos teores apreciáveis de fibra alimentar e de compostos bioativos<sup>1,2,3,4,5,6</sup>.

O Brasil, além de ser o maior produtor mundial de laranja, é responsável por 60% da produção mundial de suco dessa fruta, processamento que gera como principal subproduto o bagaço<sup>7</sup>, composto por casca, sementes e resto de polpa. Apesar do baixo valor agregado desse material, estudos apontam os subprodutos do suco de laranja como alternativa

promissora na indústria alimentícia, devido às consideráveis propriedades tecnológicas promovidas pelo elevado teor de fibra, com destaque à pectina<sup>8,9</sup>.

Assim como a laranja, o maracujá azedo é extensamente produzido e industrializado no país, o que gera em torno de 300 mil toneladas/ano de subprodutos, ainda subaproveitados<sup>10</sup> no mercado nacional. A casca, que representa cerca de 50% do peso do fruto<sup>11</sup>, vem recebendo atenção dos pesquisadores devido a suas propriedades funcionais e tecnológicas relacionadas ao elevado teor e tipos de fibras presentes<sup>12,13,14</sup>.

O Brasil também apresenta expressiva produção de maçãs. Segundo dados do IBGE<sup>15</sup>, o país produziu 1.279.026 toneladas no ano de 2010. A industrialização dessa fruta, em particular do suco, gera elevado volume de bagaço, que é constituído pela mistura heterogênea de casca, semente, cálice, haste e polpa, podendo representar 20 a 40% do peso das maçãs, dependendo da tecnologia empregada na extração<sup>16</sup>. O incentivo ao uso do bagaço de maçã provém de estudos que comprovam a ação benéfica do consumo de maçã *in natura*, cujos constituintes, principalmente fibras e compostos fenólicos, têm demonstrado apresentar características hipolipidemiante e hipoglicemiante<sup>17</sup>.

Considerando que o volume de subprodutos gerados pelo processamento dessas frutas representam inúmeras toneladas no país, o presente estudo buscou trazer o conhecimento detalhado da composição química e das propriedades tecnológicas das farinhas desidratadas da casca de maracujá, do bagaço de laranja e do bagaço de maçã, o que é indispensável para avaliar o potencial de aplicação dessas farinhas alternativas em formulações alimentícias, seja como fonte de nutrientes seja como aditivo alimentar.

## MÉTODOS

As amostras de bagaço de maçã (mistura das variedades Gala e Fuji) e bagaço de laranja (mistura das variedades Rubi e Hamlin), obtidas após a etapa de prensagem para fabricação do suco, foram fornecidas congeladas pela Indústria Fischer Sucos (Videira/SC-Brasil). No laboratório, foram descongeladas, higienizadas por imersão em solução clorada (200 ppm/15min) e enxaguadas com água corrente. As cascas de maracujá azedo foram separadas manualmente dos frutos, adquiridos no comércio local da cidade de Santa Maria – RS/ Brasil e higienizados antes da retirada da casca.

Os subprodutos foram pré-secos em estufa de circulação de ar (55°C/48 horas), moídos em micromoinho (marca Marconi®, 27.000 rpm, partículas <1mm), e as farinhas resultantes armazenadas em sacos plásticos a temperaturas de -18°C até o momento das análises.

As amostras foram analisadas quanto à matéria seca (MS) (105°C/12h); matéria mineral (550°C/5h); proteína bruta (PB), através da determinação de nitrogênio pelo método

de Kjeldahl ( $N \times 6,25$ ); de acordo com as técnicas descritas pela AOAC<sup>18</sup> e lipídeos pelo método de Bligh & Dyer<sup>19</sup>.

O teor de fibra alimentar nas amostras foi determinado conforme o método enzimático 991.43 da AOAC<sup>18</sup>, obtendo-se as frações de fibra alimentar total (FA) e insolúvel (FI), sendo a fibra solúvel (FS) determinada por diferença entre FA e FI. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem as percentagens obtidas em base seca para proteína, lipídeos, fibra alimentar e cinzas. Os resultados da composição centesimal foram expressos em % de MS.

O valor calórico total das farinhas foi calculado aplicando-se os valores de conversão para carboidratos (4,0/g kcal), lipídios (9,0/g kcal) e proteína (4,0/g kcal)<sup>20</sup> e foi expresso em Kcal % de MS.

O teor de pectina foi determinado através da metodologia descrita por Carvalho *et al.*<sup>21</sup>, baseando-se na neutralização das cargas dos resíduos de ácido galacturônico livres pelos íons cálcio, provocando a geleificação da pectina e sua precipitação. O conteúdo de pectina solúvel foi expresso em g% de pectato de cálcio na MS.

Os compostos fenólicos foram determinados por colorimetria, sendo taninos totais (TanT) e fenóis totais (FT) estimados através do método Folin Ciocalteau, calculados como equivalente de ácido gálico (EAG) e expressos em mg EAG.100g<sup>-1</sup> de MS segundo Makkar<sup>22</sup>, com alteração apenas no padrão utilizado para a elaboração da curva. Este método utiliza uma matriz sólida (polivinilpolipirrolidona - PVPP) e assume que os fenóis que se ligam às proteínas são os mesmos que se ligam ao PVPP. A diferença entre os valores de fenóis totais, antes e após a adição do PVPP, indica as concentrações de taninos. Os taninos condensados (TanC) foram determinados pelo método butanol-HCl<sup>22</sup>, específico para TC, e calculados por equação pré-deninida. O teor de taninos hidrolisáveis (TanH) foi estimado por diferença (TanH = TanT – TanC). Os TanC e o TanH foram expressos em mg% de MS.

As propriedades físico-químicas de capacidade de hidratação (CH) e capacidade de ligação à gordura (CLG) foram determinadas pelo método de McConnell *et al.*<sup>23</sup> e Abdul-Hamid & Luan<sup>24</sup>, respectivamente. A capacidade de hidratação e de ligação à gordura das amostras foram expressas em gramas de água/óleo absorvidas em um grama de amostra seca, respectivamente. A capacidade de ligação a cátions foi estimada pela medida de capacidade de ligação ao cobre (CLCu), determinada conforme McBurney<sup>25</sup>, sendo os resultados apresentados em mg de cobre. g<sup>-1</sup> de MS.

Todas as determinações foram realizadas em triplicata. Para resultados submetidos à análise estatística, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), sendo as médias das amostras comparadas pelo teste de Tukey com nível de confiança de 95%, usando o

programa de estatística *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 8.0 para Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido ao alto conteúdo de umidade dos subprodutos *in natura* das frutas, o qual variou de 79,52% para o bagaço de laranja (BL) a 89,25% para a casca de maracujá (CM), é fundamental que ocorra a pré-secagem do material logo após a sua obtenção, a fim de impedir processos fermentativos e degradação de natureza enzimática ou oxidativa que possam levar a perdas de nutrientes e compostos aromáticos<sup>26,27</sup>. É importante ainda que se evite a utilização de temperaturas elevadas durante esse processo, pois isso poderá levar à degradação parcial de alguns componentes da fibra solúvel e bioativos<sup>26</sup>. Dessa forma, assegura-se a obtenção de farinhas com boa qualidade para utilização como ingredientes alimentícios.

Conforme recomendado para esse tipo de alimento<sup>26</sup>, as farinhas obtidas apresentaram teor de umidade abaixo de 9% (Tabela 1), semelhante ao encontrado em outros estudos<sup>12,14,16,28,29,30</sup>, o que confere estabilidade físico-química, contribuindo para a sua conservação, desde que armazenadas adequadamente. Adicionalmente, o valor energético das farinhas foi inferior a 199,81 Kcal.100g<sup>-1</sup>, o qual é preconizado para o pó de fibra dietética obtido de subprodutos de frutas<sup>26</sup>.

Existe dificuldade em encontrar e comparar dados da literatura referente à composição química do BL, pois os trabalhos científicos consultados classificam os subprodutos de maneira divergente<sup>31</sup> ou analisam apenas a casca ou partes da casca e polpa dessa fruta, e não o resíduo total após extração do suco<sup>1,32,33,34</sup>, o que pode justificar diferenças entre os dados obtidos no presente estudo e os encontrados na literatura para outros subprodutos do processamento da laranja.

As frutas são consideradas as principais fontes de minerais necessários na dieta humana, os quais desempenham função vital para o bom desenvolvimento e funcionamento do corpo. As cascas das frutas, em geral, apresentam maior conteúdo de nutrientes, como minerais e fibras, que suas respectivas partes comestíveis<sup>2</sup>, o que demonstra a importância de serem consideradas fontes alternativas de nutrientes, evitando o desperdício de alimentos.

O elevado conteúdo de matéria mineral encontrado para CM assemelha-se a outros já relatados na literatura<sup>6,12,28</sup>, que apontam significativa quantidade de Fe, K, Zn e Mn nesta fração<sup>14</sup>, sendo microminerais fundamentais para o metabolismo humano. Assim, torna-se interessante a investigação de forma mais detalhada desses micronutrientes presentes na CM, avaliando sua real biodisponibilidade e possível funcionalidade na nutrição. Conteúdos muito próximos ao encontrado para matéria mineral foram mencionados em outras



pesquisas para o bagaço de maçã (BM)<sup>16,29,30</sup> e para diferentes subprodutos do processamento da laranja (casca, polpa e albedo)<sup>1,32, 33, 34</sup>.

A exemplo da farinha de CM, o baixo teor de lipídeos é uma das características fundamentais das fontes de fibras dietéticas utilizadas em alimentos<sup>26</sup>. Outros autores também relataram percentual ínfimo de gordura na CM<sup>2,12,14,28</sup>, indicando grande possibilidade de aproveitamento na obtenção de alimentos menos calóricos e com conteúdos maiores de fibra alimentar. O teor de lipídeos para o BM variou de 1,21% a 5,18% na literatura consultada<sup>5,16,29,30</sup>, valores inferiores aos obtidos neste trabalho. Tal divergência pode ser explicada pelas diferentes variedades de maçã processadas e também pelas proporções diferenciadas dos constituintes do bagaço, já que esse é uma mistura heterogênea de subprodutos da extração do suco. A farinha do BL apresentou percentual intermediário de lipídeos em relação às demais fontes fibrosas que, em grande parte, provêm das vesículas de óleo presentes na casca da fruta e das sementes presentes nesse subproduto. Resultados inferiores foram encontrados para outros subprodutos do processamento da laranja<sup>1,31,32,34</sup>.

O teor proteico das farinhas (entre 4,89% e 6,98%) é semelhante aos encontrados em outros trabalhos realizados com CM<sup>2</sup> e BM<sup>29</sup>, entretanto valores maiores foram obtidos para polpa de citros<sup>31</sup> e para a casca<sup>32</sup> e albedo de laranja<sup>1</sup>. Os subprodutos de frutas analisados não se destacam em relação ao teor proteico, quando comparados ao farelo de trigo (16,20%<sup>35</sup> e 19,79%<sup>36</sup>), contudo apresentam maior proporção de FA (54,82 a 76,84%) quando comparado a essa fonte convencional de fibra (38%<sup>35</sup> e 43,69%<sup>36</sup>).

A fibra alimentar é de fato o constituinte de maior relevância nas farinhas analisadas, pois é seu componente majoritário, apresentando teores acima do recomendado (> 50%) para produtos com mesmo objetivo de aplicação alimentícia<sup>26</sup>, o que faz delas importantes fontes desse nutriente, fundamental para promoção da saúde humana. A ingestão diária recomendada (IDR) para fibra alimentar é de 25 g, considerando uma dieta de 2000 kcal<sup>20</sup>. Essa quantidade preconizada está contida em apenas 34,37 g, 42,85 g e 49,46 g das farinhas BM, CM e BL, respectivamente, o que as torna alimentos interessantes para serem incorporados na alimentação diária, contribuindo para atingir a IDR para esse componente dietético.

Diversos estudos descrevem que a FA pode diminuir significativamente as concentrações séricas de colesterol em seres humanos, reduzindo o risco de doença cardíaca coronariana. Além disso, a sua ingestão adequada ajuda na regulação do trânsito intestinal e na prevenção e tratamento de doenças como constipação, obesidade, câncer do cólon e diabetes<sup>37</sup>. Conforme a solubilidade de seus componentes em água, a FA é dividida em FI e FS<sup>3</sup>, as quais, pelas diferentes propriedades físico-químicas, produzem efeitos fisiológicos e metabólicos diferenciados no organismo humano<sup>30</sup>.

O BM se destacou dos demais subprodutos pelo seu teor elevado de FA (Tabela 1), correspondendo a 76,84% do seu peso seco, sendo que a fração insolúvel representa 75,31% da FA. Outro estudo com BM como fonte de fibra alimentar e de polifenóis, também se relatou quantidade expressiva, embora inferior, de FA, assim como a predominância da fração insolúvel<sup>5</sup>. A intervenção alimentar com BM no tratamento dietoterápico de pessoas idosas promoveu reduções significativas, tanto nos níveis de colesterol total e LDL, como na concentração de triglicérides sérica. O BM, além de constituir fonte alternativa potencial de fibra alimentar para a formulação de alimentos, ainda demonstra tendência na redução da lipídemia<sup>16</sup>.

A CM apresentou valor intermediário de FA, mas não diferiu significativamente do BM em relação ao teor de FS, pois essa fração está presente em maior quantidade em sua composição (30,68% da FA). Salgado *et al.*<sup>14</sup> obtiveram teores maiores de FI, contudo quantidade muito inferior de FS. Ishimoto *et al.*<sup>28</sup> encontraram 26,29% de fibra bruta na CM e Córdova *et al.*<sup>12</sup> 57,32% de FA em base seca. A divergência entre os valores encontrados pode ser justificada pelas diferentes metodologias utilizadas na sua determinação, as quais, muitas vezes, acabam por subestimar o valor real da fibra e suas frações no alimento. Embora com pouca utilização na alimentação humana, os benefícios nutricionais do consumo da farinha de CM já foram relatados na literatura científica. A utilização da farinha da casca do maracujá-amarelo (58% de FA e 21% de FS) foi capaz de reduzir a glicemia de jejum e os níveis séricos de triglicérides e aumentar o colesterol HDL em pacientes diabéticos tipo 2<sup>13</sup>.

Embora o BL tenha apresentado o menor conteúdo de FA, foi o subproduto que obteve maior contribuição da fração solúvel (45,91% da FA). Teor semelhante de FA foi encontrado para a casca de laranja<sup>32</sup>. Outros estudos relataram teores de FA mais elevado para polpa e albedo de laranja, sendo que o valor de FS variou de 21,54 a 55,34%<sup>1,31,33,34</sup>.

As indústrias de alimentos vêm desenvolvendo grande mercado de produtos enriquecidos com fibra a fim de suprir seu consumo insuficiente. Dessa forma, do ponto de vista de saúde, as farinhas analisadas podem ser ingredientes importantes na formulação de produtos alimentícios devido aos altos teores de fibra alimentar e à relação balanceada entre as suas frações, principalmente quando comparadas às fibras de cereais, amplamente utilizadas para enriquecer alimentos, porém com baixos teores de FS<sup>9,13</sup>. A fração solúvel é mais fermentável que a insolúvel e assim contribui no aumento do balanço microbiótico e na produção de ácidos graxos de cadeia curta, fundamentais para o metabolismo intestinal<sup>35,37</sup>, além de possuir propriedades bem mais intensas que a FI na redução do colesterol<sup>38</sup>.

As substâncias pécticas, presentes na maioria das frutas e vegetais, encontram-se em maior proporção nos subprodutos do processamento de frutas, como na casca

(principalmente no albedo) dos citros e no bagaço de maçã, as quais são consideradas as principais fontes comerciais de pectina. Além das reconhecidas propriedades tecnológicas da pectina, como agente espessante, estabilizante e geleificante em alimentos, esse carboidrato classificado como fibra solúvel, possui implicações benéficas à saúde humana, como redução do colesterol LDL, da absorção de glicose e do peso corporal, além de exercer efeito prebiótico<sup>39</sup>.

As pectinas apresentam-se com vários graus de metoxilação e diferentes pesos moleculares. Por isso, as pectinas extraídas de diferentes fontes vegetais não possuem a mesma capacidade de geleificação e nem os mesmos efeitos biológicos<sup>3,38,39</sup>. Estudos recentes apontam a casca de maracujá como uma matéria-prima alternativa para extração de pectina de alta qualidade (alto grau de metoxilação) e como um ingrediente funcional natural<sup>10,40</sup>.

Nesse contexto, em termos de percentual de pectina livre, as três farinhas analisadas apresentam quantidade relevante, correspondendo à maior parte da fração solúvel da fibra (49,19% a 91,25% da FS para BL e BM, respectivamente). O considerável teor de pectina nas farinhas, além de torná-las importantes fontes de extração, confere a elas as funções biológicas benéficas mencionadas.

Do ponto de vista tecnológico, a utilização de farinhas com elevado teor de pectina no processamento de alimentos é capaz de proporcionar boas propriedades tecnológicas ao produto final, quando comparadas às fibras de cereais<sup>26</sup>, como maior capacidade de retenção de água o que melhora a maciez e o controle da sinérese no produto<sup>10</sup>.

A CH está diretamente relacionada com o teor e natureza da fibra, principalmente com a fração solúvel, por esta apresentar estrutura mais ramificada e com maior quantidade de grupos hidrofílicos, o que aumenta a superfície de contato e a capacidade de retenção de água<sup>6,31</sup>. Essa capacidade de reter água da fibra solúvel acarreta o aumento da viscosidade que, além de retardar o esvaziamento gástrico e provocar maior saciedade, produz efeitos metabólicos importantes como o controle glicêmico e a redução do colesterol<sup>6,37</sup>. Além disso, a CH tem papel notável no processamento de alimentos, juntamente com a capacidade de reter gordura, pois tais propriedades influenciam na textura do produto, por controlar a transferência de água e óleo<sup>1</sup>, e na formação e estabilidade da emulsão<sup>8</sup>.

A farinha BL, apesar do maior conteúdo de FS, apresentou a menor CH (Tabela 2). Esse comportamento se deve provavelmente à menor proporção de FA (28,7% e 12,5% inferior ao BM e CM, respectivamente), além da menor representatividade de pectina livre nesse subproduto (mais de 20% inferior ao BM e CM), componente intimamente relacionado à capacidade de absorção de água em alimentos. O BM, que apresentou valor intermediário para CH, já teve sua fibra testada quanto a essa propriedade em outros trabalhos<sup>35,36</sup>, demonstrando superior CH desta quando comparada ao farelo de trigo, propriedade

atribuída à estrutura dos constituintes da parede celular, ao maior conteúdo de fibra e ao menor tamanho das partículas do produto fibra de maçã. A natureza dos polissacarídeos que constituem a fração solúvel da casca do maracujá (pectinas e mucilagens) contribui para sua alta capacidade de hidratação<sup>12</sup>. Essa propriedade também foi constatada em outros trabalhos com CM<sup>1,6</sup>, indicando que esse subproduto possui excelentes propriedades higroscópicas que, aliado à maior CLG, viabilizaria sua aplicação como ingrediente nas mais diversas finalidades que requeiram tais características, como por exemplo, hidrocoloide e estabilizante de emulsões em produtos alimentícios.

A elevada CLCu de uma fonte fibrosa pode contribuir na redução do colesterol e triglicerídeos sanguíneos, pelo fato de esta propriedade estar relacionada à habilidade da fibra em “ligar” sais biliares, impedindo de serem reabsorvidos pelo epitélio intestinal, e dificultar a emulsificação das gorduras. Devido à presença de determinados grupos funcionais na pectina, lignina e tanino, estes são os principais constituintes da fibra capazes de exercer influência sobre esta propriedade<sup>31</sup>. Assim, levando em consideração que BM apresentou maior contribuição de pectina na sua composição, elevado teor de taninos condensados (Tabela 3) e possui considerável percentual de lignina (15,30% de lignina na fibra do bagaço<sup>35</sup>, contra 4,92% na polpa de citros<sup>31</sup>), justifica-se, em parte, a maior CLCu estimada para este subproduto, e conseqüentemente maior potencial em influenciar a lipídemia por tal mecanismo.

O conteúdo de compostos fenólicos pode ser utilizado como indicador importante da capacidade antioxidante de um alimento<sup>41</sup>, devido à habilidade de esses compostos sequestrarem radicais livres, doando elétrons ou átomos de hidrogênio, ou então, devido à quelação de metais impedindo sua atividade catalítica<sup>4</sup>. Dessa forma, o consumo de alimentos com quantidades relevantes de fenóis pode atuar de forma positiva na prevenção de doenças degenerativas associadas a altas concentrações intercelulares de radicais livres<sup>42</sup> como o câncer e a aterosclerose.

Dentre a ampla gama de compostos fenólicos, os ácidos fenólicos, flavonoides e taninos são considerados os principais fenóis encontrados em fontes vegetais<sup>4</sup>. Apesar de os taninos conferirem aos alimentos alguns atributos sensoriais negativos (amargor e adstringência), várias propriedades benéficas à saúde têm sido associadas a esses compostos, tais como efeitos anticarcinogênico, hipolipidêmico e antioxidante<sup>43,44</sup>.

O BM, além de ser rico em FA, é boa fonte de polifenóis, apresentando conteúdo expressivamente maior de compostos fenólicos quando comparado à farinha de trigo<sup>5</sup>. O teor de FT no BM (479,71 mg EAG.100g<sup>-1</sup>) está de acordo com o encontrado para o BM variedade Gala utilizando sistema de acetona 75% para extração (467,24 mg EAG.100g<sup>-1</sup> MS)<sup>45</sup>, considerando, ainda, que foi constatada pelos autores elevada atividade antioxidante nesse subproduto. Adicionalmente, os conteúdos de FT e TanT obtidos para o BM foram

relativamente mais elevados do que os conteúdos encontrados em estudo com farinha de maçã da variedade gala<sup>46</sup>, o que demonstra maior potencial antioxidante nos subprodutos do processamento maçã do que na fruta inteira.

O BL foi o subproduto analisado com maior percentagem de FT (Tabela 3), seguido pela CM. Além disso, ambos possuem conteúdos de fenóis mais elevados do que o relatado para concentrados de fibra alimentar de coprodutos do processamento da manga, goiaba, abacaxi e maracujá, que apresentaram elevado potencial antioxidante no estudo<sup>41</sup>. Aliado a isso, estudo sobre o efeito da CM no controle da glicemia em ratos diabéticos, relatou que teores consideráveis de compostos fenólicos e taninos na casca da fruta podem contribuir juntamente com a fibra para redução da glicemia<sup>14</sup>.

## **CONCLUSÃO**

O bagaço de maçã apresentou maior teor fibra alimentar, bem como demonstrou possuir a maior capacidade de ligação ao cobre. A casca de maracujá, além de mostrar-se fonte natural de minerais e possuir baixo teor de lipídeos, destacou-se pela superior capacidade de hidratação, admitindo-se seu uso como hidrocoloide na indústria alimentícia. O bagaço de laranja mostrou-se como maior fonte de fibra solúvel e compostos fenólicos.

Em resumo, as farinhas de subprodutos de frutas analisadas representam fontes alternativas de fibra alimentar, com destaque à pectina, e têm potencial tecnológico para serem incorporadas a produtos alimentícios, melhorando o aporte de fibras (principalmente solúvel) e também o conteúdo de compostos fenólicos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo suporte financeiro, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelas bolsas de produtividade em pesquisa de L. P. SILVA e de iniciação científica.

## **COLABORADORES**

F.T. MACAGNAN executou o projeto de pesquisa referente à sua dissertação de mestrado e elaborou o artigo. L. R. SANTOS participou da execução de todas as análises desse estudo. B. S. ROBERTO contribuiu na coleta e análise dos dados. F. A. MOURA participou da execução das análises e interpretação dos resultados. L. P. SILVA orientou a elaboração do projeto de pesquisa, a análise dos dados e a elaboração do artigo.

## REFERÊNCIAS

1. Santana MFS. Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá [doutorado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2005.
2. Gondim JAM, Moura MFV, Dantas AS, Medeiros RLS, Santos KM. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2005; 25(4): 825-7. doi: 10.1590/S0101-20612005000400032.
3. Cerqueira PM. Avaliação da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita máxima*, L.) no trato intestinal e no metabolismo glicídico e lipídico em ratos [mestrado]. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2006.
4. Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem.* 2006; 99 (1): 191–203. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.042.
5. Sudha ML, Baskaran V, Leelavathi K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem.* 2007; 104 (2): 686–92. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.12.016.
6. Souza MWS, Ferreira TBO, Vieira, IFR. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alim Nutr.* 2008; 19(1):33-6.
7. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil). Citrus [Acesso 2012 jul 14]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus>>.
8. Bortoluzzi RC. Aplicação da fibra da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango. [doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.
9. Santos AAO, Silva IVC, Santos JPA, Santana DG, Almeida ML, Marcellini PS. Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. *Ciênc Rural.* 2011; 41(3):531-6. doi: 10.1590/S0103-84782011000300028.
10. Canteri MHG. Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) [doutorado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010

11. Oliveira LF, Nascimento MRF, Borges SV, Ribeiro PCN, Ruback VR. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa deg.*) para produção de doce em calda. Ciênc Tecnol Aliment. 2002; 22(3):259-62. doi: 10.1590/S0101-20612002000300011.
12. Córdova KRV, Gama TMMTB, Winter CMG, Neto GK, Freitas RJS. Características Físico-Químicas da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) Obtida por Secagem. Bol Centro Pesqui Process Aliment 2005; 23(2): 221-30.
13. Janebro DI, Queiroz MSR, Ramos AT, Sabaa-Srur AUO, Cunha MAL, Diniz MFFM. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. Rev Bras Farmacogn. 2008; 18 (Supl.): 724-32. doi: 10.1590/S0102-695X2008000500016.
14. Salgado JM, Bombarde TAD, Mansi DN, Piedade SMS, Meletti LMM. Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic rat. Ciênc Tecnol Aliment. 2010; 30(3):784-9. Doi: 10.1590/S0101-20612010000300034.
15. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Agrícola Municipal [Acesso 2012 jul 23]. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>
16. Coelho LM. Potencial da Farinha de Bagaço de Maçã no tratamento dietiterápico de pessoas idosas [mestrado]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2007.
17. Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. Nutr J. 2004; 3:5. doi:10.1186/1475-2891-3-5.
18. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16<sup>th</sup> ed., Washington: AOAC; 1995.
19. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. Can J Biochem Physiol. 1959; 37(8):911-17.
20. Brasil. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos

embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. 2003. 26 dez; Seção 1.

21. Carvalho HH, Jong EV, Bello RM. Alimentos: Métodos físicos e químicos de análises. 1ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2002.

22. Makkar HPS. Quantification of Tannins in Tree Foliage - A laboratory manual. Joint FAO/IAEA Working Document, Vienna, Austria, 2000.

23. McConnell AA, Eastwood MA, Mitchell WD. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. J Sci Food Agric. 1974; 25(12):1457-64.

24. Abdul-Hamid, A.; Luan, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. Food Chem. 2000; 68(1):15-19. doi: 10.1016/S0308-8146(99)00145-4.

25. McBurney MI, Van Soest PJ, Chase LE. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral-detergent fibres. J. Sci. Food Agric. 1983; 34(9):910-16. doi: 10.1002/jsfa.2740340903.

26. Larrauri JA. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. Trends Food Sci Technol. 1999; 10(1): 3-8. doi: 10.1016/S0924-2244(99)00016-3.

27. Park KJ, Yado MKM, Brod FPR. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus sp.*) em fatias. Ciênc Tecnol Aliment. 2001; 21(3):288-92. doi: 10.1590/S0101-20612001000300007.

28. Ishimoto FY, Harada AI, Branco IG, Conceição WAS, Coutinho MR. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá- Amarelo (*Passiflora edulis f. var. flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos. RECEN. 2007; 9(2): 279-292.

29. Protzek EC, Freitas RJS, Wasczynskj N. Aproveitamento do bagaço de maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. Bol Centro Pesqui Process Aliment.1998; 16(2): 263-75.

30. Momm AN. Efeito do bagaço de maçã sobre a glicemia, lipidemia, peroxidação de lipídeos e peso corporal em ratos obesos [mestrado]. Ponta Grossa: Universidade estadual de Ponta Grossa; 2007.



31. Retore M. Caracterização da fibra de co-produtos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento [mestrado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2009.
32. Chau C, Huang Y. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng. *J Agric Food Chem* 2003; 51(9): 2615-18. doi: 10.1021/jf025919b.
33. Souza LB, Leonel M. Efeito da concentração de fibra e parâmetros operacionais de extrusão sobre as propriedades de pasta de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010; 30(3): 686-92. doi: 10.1590/S0101-20612010000300019.
34. Larrea MA, Chang YK, Martinez-Bustos F. Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. *LWT- Food Sci Technol*. 2005; 38(3): 213–20. Doi: 10.1016/j.lwt.2004.05.014.
35. Chen H, Rubenthaler GL, Leung HK, Baranowski JD. Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. *Cereal Chem*.1988; 65(3):244-7.
36. Raupp DS, Carrijo KCR, Costa LLF, Mendes SDC, Banzatto DA. Propriedades funcionais digestivas e nutricionais de polpa refinada de maçã. *Scientia Agrícola*. 2000; 57(3): 395-402. Doi: 10.1590/S0103-90162000000300004.
37. López G, Ros G, Rincón F, Periago MJ, Martínez C, Ortuño J. Propiedades funcionales de la fibra dietética: mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. *Arch Latinoam Nutr*. 1997; 47(3): 203-7.
38. Fietz VR, Salgado JM. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010; 19(3): 318-21.
39. Canteri MHG, Moreno L, Wosiacku G, Scheer A. Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final. *Polímeros*. 2012; 22(2): 149-57. doi: 10.1590/S0104-14282012005000024.
40. Kulkarni SG, Vijayanand P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa* L.). *LWT- Food Sci Technol*. 2010; 43: 1026-31. doi: 10.1016/j.lwt.2009.11.006.

41. Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate, *Food Chem.* 2012; 135(3):1520-6 doi: 10.1016/j.foodchem.2012.05.057.
42. Monteiro JM, Albuquerque UP, Araújo EL, Amorim ELC. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Quim Nova.* 2005; 28(5): 892-6. doi: 10.1590/S0100-40422005000500029.
43. Chung KT, Wong TY, Wei CI, Huang YW, LIN Y. Tannins and human health: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1998; 38(6): 421-64.
44. Troszynska A, Lamparski G, Kmita-Glazewska H. Evaluation of astringency of preparations with different degree of tannin polymerization. *Pol J Food Nutr Sci.* 2003; 12(53 Suppl 1): 84-86.
45. Soares M, Welter L, Gonzaga L, Lima A, Mancini-Filho J, Fett R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2008; 28(3): 727-32. doi: 10.1590/S0101-20612008000300032.
46. Salgado, J. M.; Curte, F.; MANSI, D. N. Effect of gala apples (*Malus domestica* Borkh) on lipidemia of hyperlipidemic rats. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2008; 28(2): 477-84. doi: 10.1590/S0101-20612008000200032.

**Tabela 1.** Composição química e valor calórico das farinhas dos subprodutos de frutas. Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2012.

<b>Componentes</b>	<b>BM*</b>	<b>BL*</b>	<b>CM*</b>
Umidade (%)	5,64 ± 0,15 <sup>b</sup>	8,45 ± 0,83 <sup>a</sup>	7,38 ± 0,10 <sup>a</sup>
	<i>% MS</i>		
Matéria mineral	1,26 ± 0,12 <sup>c</sup>	2,97 ± 0,42 <sup>b</sup>	6,04 ± 0,19 <sup>a</sup>
Proteína Bruta	6,98 ± 0,32 <sup>a</sup>	4,89 ± 0,06 <sup>b</sup>	5,26 ± 0,15 <sup>b</sup>
Lipídeos	8,19 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,21 ± 0,12 <sup>b</sup>	1,26 ± 0,02 <sup>c</sup>
Fibra alimentar total	76,84 ± 1,24 <sup>a</sup>	54,82 ± 0,23 <sup>c</sup>	62,65 ± 0,33 <sup>b</sup>
Fibra alimentar insolúvel	57,87 ± 0,33 <sup>a</sup>	29,65 ± 1,46 <sup>c</sup>	43,43 ± 1,74 <sup>b</sup>
Fibra alimentar solúvel	18,97 ± 0,92 <sup>b</sup>	25,17 ± 22 <sup>a</sup>	19,22 ± 2,07 <sup>b</sup>
Carboidratos não fibrosos	6,72 ± 1,54 <sup>c</sup>	33,12 ± 0,62 <sup>a</sup>	24,88 ± 0,26 <sup>b</sup>
Pectina	17,31 ± 0,69 <sup>a</sup>	12,38 ± 1,09 <sup>b</sup>	15,58 ± 0,13 <sup>a</sup>
Valor calórico (Kcal % MS)	128,53 ± 4,66 <sup>b</sup>	189,90 ± 3,00 <sup>a</sup>	131,89 ± 0,24 <sup>b</sup>

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey

\*BM - bagaço de maçã; BL - bagaço de laranja; CM - casca de maracujá.

**Tabela 2.** Capacidade de Hidratação (CH), Capacidade de Ligação à Gordura (CLG), Capacidade de Ligação ao Cobre (CLCu) das farinhas dos subprodutos de frutas. Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2012.

<b>Propriedades</b>	<b>BM<sup>*</sup></b>	<b>BL<sup>*</sup></b>	<b>CM<sup>*</sup></b>
CH (g água/g MS)	6,75 ± 0,10 <sup>b</sup>	5,54 ± 0,07 <sup>c</sup>	20,65 ± 0,03 <sup>a</sup>
CLG (g óleo/g MS)	1,30 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,90 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,53 ± 0,00 <sup>a</sup>
CLCu (mg cobre/g MS)	22,63 ± 1,41 <sup>a</sup>	18,55 ± 0,98 <sup>b</sup>	15,04 ± 0,81 <sup>c</sup>

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey

\* BM - bagaço de maçã; BL - bagaço de laranja; CM - casca de maracujá.

**Tabela 3.** Conteúdo de Fenóis Totais, Taninos Totais, Taninos Condensados e Taninos Hidrolisáveis nas farinhas dos subprodutos de frutas. Universidade Federal de Santa Maria (RS), 2012.

<b>Compostos</b>	<b>BM*</b>	<b>BL*</b>	<b>CM*</b>
	<i>mg % MS</i>		
Fenóis Totais	479,71	862,11	694,33
Taninos Totais	142,31	153,71	50,45
Taninos Condensados	140,30	33,12	14,79
Taninos Hidrolisáveis	2,01	120,59	35,66

\* BM - bagaço de maçã; BL - bagaço de laranja; CM - casca de maracujá.

### 3.2 Artigo 2

Artigo em fase final de revisão pelos autores para ser submetido à  
Revista Food Chemistry  
(Configuração conforme normas da Revista – Anexo B)

#### **Propriedades biológicas do bagaço de maçã, bagaço de laranja e casca de maracujá como fontes alternativas de fibra alimentar**

Fernanda T. Macagnan<sup>1\*</sup>, Lucciélli R. dos Santos<sup>1</sup>, Bruna S. Roberto<sup>1</sup>,

Fernanda Aline de Moura<sup>1</sup>, Marília Bizzani<sup>1</sup>, Leila P. da Silva<sup>2</sup>

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Tecnologia e Ciências dos Alimentos, Av. Roraima, 1000, Prédio 42, Sala 3135A, Cidade Universitária, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. <sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Zootecnia, Santa Maria, RS, Brasil.

#### **Resumo**

São diversos os benefícios associados ao consumo adequado de fibra alimentar, contudo cada fonte vegetal apresenta constituição diferenciada da fração fibrosa, influenciando nas suas propriedades físico-químicas e, conseqüentemente, nos seus efeitos fisiológicos e metabólicos no organismo humano. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de fibras alimentares, abundantes e de baixo custo, provenientes de subprodutos do processamento de frutas, sobre respostas biológicas em ratos. Foram utilizados ratos machos Wistar com 21 dias, alimentados com dietas adicionadas de bagaço de maçã (TBM), bagaço de laranja (TBL) e casca de maracujá (TCM) em substituição à celulose presente na dieta controle (TC). O consumo das dietas contendo as fibras de frutas reduziu significativamente os níveis de triglicerídeos séricos e de colesterol hepático, e contribuiu para o controle da glicemia pós-prandial, com destaque para a dieta TBL. Os animais alimentados com as dietas

---

\* Autor para correspondência: Fernanda T. Macagnan. Tel.: 55 3220 8547; Fax: 55 3220 8323. E-mail: [femacagnan@yahoo.com.br](mailto:femacagnan@yahoo.com.br)

TBL e TCM apresentaram níveis significativamente menores de glicemia de jejum em relação ao tratamento controle. O consumo das dietas teste promoveram modificações em parâmetros importantes para a saúde do intestino, como a redução do pH e aumento da umidade fecal, sendo que suas diferentes proporções de fibra solúvel não afetaram a regularidade do trânsito intestinal. As fibras alimentares dos subprodutos de frutas apresentaram mecanismos intrínsecos que sinergicamente contribuíram para seu potencial nutricional, tornando-as promissoras para a nutrição humana.

*Palavras-chave:* Subprodutos de frutas, fontes de fibras, potencial nutricional.

### **Abstract**

There are several benefits associated with adequate intake of dietary fiber, however each vegetable source presents different constitution of the fiber fraction, influencing in their physic-chemical properties and, consequently, in their physiological and metabolic effects on the human organism. The present study aimed to evaluate the effect of different sources of dietary fiber, abundant and inexpensive, from by-products of processing fruits on biological responses in rats. Were used male Wistar rats with 21 days, fed diets added with apple pomace (TBM), orange bagasse (TBL) and passion fruit peel (TCM), in place of cellulose present in the control diet (CT). The consumption of diets containing fruit fibers significantly reduced levels of serum triglycerides and hepatic cholesterol, and contributed to the control of postprandial glycemia, with emphasis on diet TBL. Animals fed diets TBL and TCM showed significantly lower levels of fasting blood glucose compared to control treatment. The consumption of test diets promoted changes in parameters important for intestinal health, such as reduced fecal pH and increased fecal moisture, and their different proportions of soluble fiber did not affect transit intestinal regularity. Dietary fiber from by-products of processing

fruits presented intrinsic mechanisms that synergistically contributed to their nutritional potential, making them promising for human nutrition.

Keywords: By-products of fruits, sources of fiber, nutritional potential.

## 1. Introdução

A relação positiva das fibras alimentares com a saúde humana é fato consolidado pela comunidade científica. Entre os benefícios associados ao consumo adequado de fibras e constatados através de estudos clínicos e epidemiológicos, estão: a regulação do trânsito intestinal e dos níveis plasmáticos de colesterol, de triglicerídeos e de glicose; prevenção de doenças como constipação, obesidade, câncer do cólon, aterosclerose e diabetes (Fietz & Salgado, 1999; Anderson *et al.*, 2009; Estruch *et al.*, 2009; Kendall *et al.*, 2010; Mann & Cummings, 2009). Entretanto, os benefícios e a intensidades de seus efeitos dependem não só da quantidade ingerida de fibra e do perfil individual de quem consome, mas também da composição da fibra e dos biocompostos associados a ela, o que está diretamente relacionado à sua fonte vegetal de origem (Larrauri *et al.*, 1996; Lajolo *et al.*, 2001; Tunland & Meyer, 2002; Elleuch *et al.*, 2011).

A divulgação da importância da fibra alimentar na nutrição humana, juntamente com a recomendação de aumentar seu consumo, motivou a indústria alimentícia a desenvolver grande mercado de alimentos enriquecidos com fibra (Lajolo *et al.*, 2001). A competitividade deste segmento exige avaliação constante de produtos inovadores e com propriedades mais saudáveis que os produtos tradicionais com fibras de cereais (Larrauri, 1999), que normalmente são usadas para enriquecer os alimentos, mas possuem baixos teores de fibra solúvel (Larrauri, 1999, Galisteo *et al.*, 2008; Figuerola *et al.*, 2005).

Nesse cenário, os subprodutos industriais de frutas podem ser fontes importantes de fibra alimentar, principalmente pelo alto teor de sua fração solúvel, com maior grau de



fermentabilidade pela microflora intestinal em relação às fibras de cereais (Larrauri, 1999; Figuerola *et al.*, 2005). Além disso, as fibras de frutas possuem quantidades significativas de compostos secundários com elevada atividade biológica, como os polifenóis, carotenoides e flavonoides, denominados de compostos bioativos associados à fibra dietética (Lajolo *et al.*, 2001; Figuerola *et al.*, 2005). O Brasil apresenta produção expressiva de laranja, maracujá e maçã (IBGE, 2012), e o processamento industrial dessas frutas gera toneladas de subprodutos ainda pouco aproveitados na indústria alimentícia. Para viabilizar sua utilização, são necessários estudos da ação biológica dessas fontes alternativas de fibra alimentar, otimizando o seu uso para função mais aplicável na nutrição humana.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o efeito de dietas adicionadas de casca de maracujá, bagaço de maçã e bagaço de laranja como fonte de fibras, sobre respostas biológicas em ratos Wistar.

## **2. Materiais e métodos**

### *2.1. Matérias-primas*

Os bagaços de maçã (mistura das variedades Gala e Fuji) e de laranja (mistura das variedades Rubi e Hamlin), obtidos após prensagem para fabricação do suco, foram fornecidos congelados pela Indústria Fischer Sucos (Videira - SC/Brasil). No laboratório, as amostras foram descongeladas, higienizadas por imersão em solução clorada e enxaguadas com água corrente. As cascas de maracujá azedo foram separadas manualmente do fruto, adquiridos no comércio local da cidade de Santa Maria – RS/Brasil e higienizados antes da retirada da casca. Os subprodutos das frutas foram pré-secos em estufa de circulação de ar (55°C/48 horas) e moídos em micromoinho (partículas < 1mm). As farinhas resultantes foram armazenadas (-18°C) para serem utilizadas nas dietas teste do ensaio biológico.

## 2.2. Dietas e tratamentos experimentais

Com base na composição química das farinhas dos subprodutos de frutas (Tabela 1), formularam-se quatro dietas experimentais (um tratamento controle e três teste) (Tabela 2), segundo Reeves *et al.* (1993), de acordo com recomendações da *American Institute of Nutrition* (AIN), isocalóricas e com mesmos teores de proteína, lipídeos e fibra alimentar, variando a fonte de fibra e as proporções das frações solúvel (FS) e insolúvel (FI).

Para elaboração das dietas, foi realizada a substituição total da fibra da dieta controle (celulose microcristalina marca Synth) pela fibra oriunda da adição dos subprodutos de frutas avaliados, compondo seguintes tratamentos: TC (tratamento controle), TBM (tratamento teste com adição de bagaço de maçã) TBL (tratamento teste com adição de bagaço de laranja) e TCM (tratamento teste com adição de casca de maracujá).

## 2.3. Animais experimentais e condução do ensaio biológico

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) aprovou o protocolo de estudo nos seus aspectos éticos e metodológicos sob Processo de nº 23081.015050/2011-03.

Foram utilizados 32 ratos machos (*Rattus norvegicus* Wistar albino), adquiridos no Biotério Central da UFSM, com 21 dias de vida, recém desmamados e peso corporal médio de  $40,81 \pm 1,52$ g, distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos (oito animais/tratamento). O ensaio biológico foi realizado entre os meses de novembro e dezembro de 2011, nas dependências do Laboratório de Ensaio Biológicos no Biotério Central da UFSM, com duração de 40 dias, sendo os primeiros seis dias destinados à adaptação dos animais à dieta experimental e ao ambiente (período pré-experimental).

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais equipadas com bebedouro, comedouro e bandeja para coleta de fezes, com livre acesso à ração e à água, as

quais foram trocadas diariamente. A temperatura do local foi mantida a  $21\pm 2^{\circ}\text{C}$  e a luminosidade controlada, com ciclo claro/escuro de 12 horas.

Diariamente foram determinados a quantidade de ração consumida e de fezes produzidas e a cada três dias, o peso corporal dos animais. Essas medidas foram usadas para determinar consumo; ganho de peso; conversão alimentar; produção de fezes úmidas (PFU) e secas (PFS); digestibilidade aparente da proteína (DAP) e da fibra alimentar (DAFA); umidade (UF) e pH das fezes; e também excreção nas fezes de nitrogênio (NF) e lipídeos (LIP).

No 20º dia do período experimental, os animais foram selecionados aleatoriamente durante quatro dias consecutivos, em grupos de oito (dois animais/tratamento), para análise da concentração plasmática pós-prandial de glicose, sendo aqueles submetidos à intervenção, excluídos na seleção seguinte. Após 12h de jejum, os animais receberam 2 g de ração, consumida no máximo em 20 minutos. A glicemia de jejum (antes do consumo da ração) e de 15, 30, 60, 90 e 180 minutos após a ingestão foi determinada por coleta de sangue da veia caudal, utilizando-se o aparelho Breeze®2 (Bayer).

Após quatro dias para recuperação do estresse dos animais, realizou-se a determinação do tempo de trânsito gastrointestinal (TTGI). Os animais ficaram em jejum durante 24 horas e após receberam 20 g das rações experimentais adicionadas de 0,5% de Óxido de Cromo (III) ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador inerte. O tempo de trânsito foi calculado tomando-se o tempo de início da ingestão da dieta e o tempo do início do aparecimento das primeiras fezes com coloração verde para cada animal experimental.

No último dia experimental, após jejum de 12h, os animais foram pesados, e a dosagem sanguínea de glicose foi realizada utilizando o aparelho Breeze®2 (Bayer). Após, os animais foram anestesiados com tiopental via intravenosa, com coleta de sangue por punção cardíaca, sendo as amostras imediatamente centrifugadas para a obtenção do soro, que foi

armazenado à temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  para posteriores análises bioquímicas. Após os animais terem sido eutanasiados com dose letal do anestésico, foram retirados e pesados fígado, rins, intestino vazio e gordura epididimal. O fígado foi armazenado sob refrigeração ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) envolto em papel alumínio para determinação do teor de gordura e de colesterol nesse tecido.

#### *2.4. Métodos analíticos*

O total de fezes coletadas diariamente para cada animal experimental foi parcialmente seco ( $55^{\circ}\text{C}$  por 48 horas), moído em micromoinho e analisado quanto à umidade ( $105^{\circ}\text{C}/12\text{h}$ ); ao teor de nitrogênio e de proteína (método de Kjeldahl) e à quantidade de fibra alimentar total (método 991.43), conforme AOAC (1995). O pH das fezes foi determinado em solução de 1 g de fezes parcialmente secas em 10 mL de água destilada. O teor de gordura nas fezes e no fígado foi obtido pelo método de Bligh & Dyer (1959).

O conteúdo de colesterol no fígado dos animais experimentais foi determinado segundo Haug & Hostmark (1987), através da homogeneização do órgão em isopropanol (10% m/v). O extrato resultante foi mantido sobre refrigeração por 24 horas, centrifugado e após realizada a quantificação do colesterol total no sobrenadante por meio de kit enzimático da marca Labtest.

A conversão alimentar foi definida como a proporção de alimento consumido (em base seca) necessária para o ganho de 1 g de peso corpóreo. A digestibilidade aparente da proteína bruta e das fibras foi determinada como a proporção, em base seca, de proteína e fibra consumidas e não recuperadas nas fezes.

A determinação das análises sanguíneas, albumina, ácido úrico, colesterol total e colesterol HDL, triglicerídeos e proteínas totais, no soro dos animais, foi realizada através de métodos enzimático-colorimétricos por meio de kits comerciais da Labtest.

O peso dos órgãos, fígado, intestino vazio, rins, e a gordura epididimal isolada foram calculados como  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de peso animal.

#### *4.5. Delineamento experimental e análise estatística*

O ensaio biológico foi conduzido em delineamento completamente casualizado, com oito repetições por tratamento, considerando-se cada animal como uma unidade experimental. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises de correlação foram realizadas por método de Pearson. O programa de estatística utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 8.0 para Windows.

### **3. Resultados e discussão**

#### *3.1 Consumo, ganho de peso e conversão alimentar*

A substituição da fonte de fibra convencional da dieta controle para ratos em crescimento, por fibras das frutas não influenciou o aproveitamento dos nutrientes da dieta de forma a provocar alterações significativas no desenvolvimento normal dos animais (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram constatados em estudo de substituição da celulose da dieta controle por resíduo sólido da fermentação da batata (proporção 1,4 FI:1 FS) (Patias, *et al.* 2011).

#### *3.2 Produção de fezes úmidas e secas, umidade e pH fecal, nitrogênio e gordura nas fezes, digestibilidade aparente da proteína e das fibras e tempo de trânsito gastrointestinal*

Os animais arraçados com a dieta contendo casca de maracujá produziram menor quantidade de fezes úmidas (17% menos que o tratamento controle) e o TC resultou em maior produção de fezes secas ( $p < 0,05$ ), e apresentou entre 25,5% e 38,6% menos umidade fecal em

relação aos tratamentos teste (Tabela 4). O aumento da umidade das fezes observada para os tratamentos teste é importante para prevenir constipação e hemorroidas (Cherbut *et al.*, 1997).

A fibra é o principal componente da dieta capaz de influenciar no peso fecal, sendo a capacidade de retenção de água e a maior resistência ao processo fermentativo as principais responsáveis por essa influência (Rodríguez *et al.* 2006). Nesse contexto, a maior produção de fezes úmidas para os tratamentos TBM e TBL, quando comparados ao TCM, pode ser atribuída à menor ( $p < 0,05$ ) digestibilidade aparente da fibra alimentar (DAFA) desses dois grupos, o que acarreta mais fibras nas fezes, o que contribui na manutenção da água retida. A menor umidade fecal (UF) ( $p < 0,05$ ) observada no TC, em relação aos demais tratamentos, também foi constatada por Patias *et al.* (2011), e pode ser justificada pela maior proporção de fibra solúvel nas dietas teste, a qual se apresenta mais ramificada e com grande quantidade de grupos hidrofílicos, o que confere maior capacidade de hidratação quando comparada à fibra insolúvel. A linearidade da celulose também pode ter contribuído para menor umidade da massa fecal dos animais do grupo controle, pois facilita que as moléculas se associem de forma paralela por um grande número de ligações de hidrogênio, produzindo estruturas cristalinas rígidas, o que contribui para a sua grande insolubilidade e baixo grau de hidratação (Damodaran *et al.*, 2010).

Quanto mais suscetível à fermentação for a fibra maior será o estímulo à atividade e ao desenvolvimento da microflora do ceco (Eggum *et al.*, 1992), levando à excreção aumentada de nitrogênio microbiano. As fibras solúveis que estão presentes em maior proporção nas dietas teste são mais facilmente fermentadas pelas bactérias colônicas do que as fibras insolúveis (Jeraci & Van Soest, 1990, López *et al.*, 1997; Rique *et al.*, 2002), o que fundamenta o teor de nitrogênio fecal significativamente superior para esses tratamentos e sua contrastante DAFA (entre 41,64 e 48,99%) em relação ao tratamento controle (apenas 6,5%). A fermentação da fibra também leva à produção de ácidos graxos de cadeia curta, o que

reflete na acidificação das fezes observada para os tratamentos TBL e TCM em relação ao controle (Tabela 4). A redução do pH é importante para inibir o crescimento de bactérias patogênicas e contribuir na prevenção de infecção gastrointestinal e câncer de cólon (López *et al.* 1997; Rique *et al.*, 2002). A alta fermentabilidade das fibras oriundas de subprodutos de frutas é subsidiado pela relação inversa encontrada neste trabalho entre as variáveis DAFA e pH ( $p < 0,05$ ) ( $r = -0,478$ ) e pH e NF ( $p < 0,01$ ) ( $r = -0,523$ ), e a relação direta entre as variáveis DAFA e NF ( $p < 0,01$ ) ( $r = 0,930$ ).

A fibra alimentar pode ainda promover o arraste de constituintes da dieta como minerais, proteínas, lipídeos e carboidratos digestíveis para as fezes e também se complexar a substâncias tóxicas e cancerígenas, excretando-os em maior ou em menor quantidade, dependendo das características físicas e químicas dos constituintes da fração fibrosa do alimento (Mongeau *et al.*, 1989; Pádua *et al.*, 2000; Raupp *et al.*, 2004).

Nesse contexto, a menor digestibilidade aparente da proteína (DAP) e a maior excreção de lipídeos nas fezes dos animais submetidos às dietas adicionadas de subprodutos de frutas demonstram que as fibras advindas desses materiais podem interferir na digestão e na absorção desses nutrientes no intestino, mas sem exercer efeito antinutricional suficiente para afetar o desenvolvimento normal dos animais. Vale ressaltar que a maior excreção fecal de proteína bacteriana nos tratamentos teste, devido ao grau de fermentação superior de suas fibras, pode ter influenciado no valor significativamente menor de DAP para esses tratamentos.

Em relação ao percentual de lipídeos quantificados nas fezes dos animais, obteve-se diferença significativa entre todos os tratamentos, com destaque ao TBM (10,36%) que chegou a excretar mais que o dobro de gordura que o TC (4,05%), seguido pelo TCM (7,30%) e TBL (5,91%). Tais resultados demonstram o grande potencial da fibra oriunda do bagaço de maçã em reduzir a absorção e a metabolização da gordura.

Os componentes da fibra alimentar influenciam distintamente no processo da digestão e da absorção de nutrientes. O maior teor FS nas dietas teste pode ter interferido na digestibilidade desses nutrientes por aumentar a viscosidade do bolo alimentar, atuando como barreira física, dificultando ou impedindo a ação enzimática e dos sais biliares sobre o substrato e também limitando a absorção do material já digerido, restringindo o seu aproveitamento para o organismo (Jeraci & Van Soest, 1990; Topping, 1991; Lajolo *et al.*, 2001; Galisteo *et al.*, 2008). Alguns constituintes da fibra e compostos associados a ela, em especial a lignina, a pectina e os taninos condensados, apresentam elevado potencial de ligação catiônica, aumentando a excreção fecal de determinados minerais e eletrólitos (McBurney *et al.*, 1986; Jeraci & Van Soest, 1990). Essa característica também está relacionada à maior excreção fecal de gordura, observada nos tratamentos teste, pois esses componentes da fibra atuam como agentes sequestradores de ácidos biliares, dificultando a emulsificação e absorção dos lipídeos no epitélio intestinal (López *et al.*, 1997; Camire, 2003).

A fração insolúvel da fibra está relacionada com a regulação das funções digestivas pela melhora da motilidade intestinal, prevenindo a constipação, diminuindo o risco de aparecimento de hemorroidas, diverticulites e câncer de cólon; além de fornecer proteção contra infecção bacteriana (López *et al.*, 1997). Já a fibra solúvel, por aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, torna o processo de passagem da digesta mais lento. Contudo, a presença de proporções variadas de FI:FS entre as dietas experimentais, não influenciou de forma significativa o TTGI. Entende-se, dessa forma, que devido ao fato de a FI continuar presente de forma prevalente em todas as dietas teste, mesmo com a substituição da celulose, as propriedades físico-químicas das diferentes FS não foram suficientes para modificar esse parâmetro, sendo que tais proporções mantiveram a regularidade das funções digestivas (Tabela 4).



### 3.3 *Peso dos órgãos*

A substituição da celulose pelas diferentes fontes de fibras não ocasionou sobrecarga hepática ou renal, não provocou alteração no peso do intestino, nem foi capaz de alterar a quantidade de gordura armazenada, a qual é estimada pelo peso da gordura epididimal (Pawlak *et al.*, 2001) (Tabela 5).

### 3.4 *Curva glicêmica e análises bioquímicas*

A glicemia pós-prandial é modulada pela velocidade de liberação dos carboidratos da dieta para a corrente sanguínea após as refeições, pelo tempo de depuração dos carboidratos resultante da secreção de insulina e pela sensibilidade tecidual periférica à ação desse hormônio (Silva *et al.*, 2009). Dessa forma, além da quantidade e qualidade do carboidrato consumido (Silva *et al.*, 2009), alguns mecanismos envolvendo fibras alimentares (Chandalia *et al.*, 2003; Ou *et al.*, 2001) e compostos fenólicos (Kendall *et al.*, 2010,) podem influenciar positivamente na resposta glicêmica do alimento.

Os animais submetidos às dietas teste obtiveram picos glicêmicos inferiores ao tratamento TC aos 30 min após o jejum (Figura 1). Esse comportamento demonstra que as fontes de fibras advindas dos subprodutos de frutas apresentam propriedades que atenuam o aumento da glicemia pós-prandial, contribuindo na manutenção de sua estabilidade ao longo dos 90 min, com destaque para a dieta TBL, que resultou na elevação mais tênue da glicemia.

São vários os estudos que relatam o papel das fibras alimentares na redução dos níveis de glicose pós-prandial, associado principalmente ao aumento da viscosidade do bolo alimentar ocasionado por algumas fibras solúveis, como a pectina, a qual é capaz de dificultar a difusão da glicose, adiando a absorção e a digestão dos carboidratos no organismo (Ou *et al.*, 2001; Galisteo *et al.*, 2008; Kendall *et al.*, 2010). O BM, a CM e o BL apresentam quantidades relevantes de pectina solúvel em sua composição (Tabela 1), o que acarreta a

grande representabilidade desse carboidrato nas dietas experimentais (84,3%, 76,2% e 47,5% da FS contida nas dietas TBM, TCM e TBL, respectivamente), justificando o menor índice glicêmico obtido para as dietas teste.

Entretanto, não se pode atribuir apenas ao aumento da viscosidade o efeito hipoglicemiante. Pesquisadores apontam outros dois mecanismos da fibra dietética, tanto solúvel como insolúvel, capazes de reduzir concentração plasmática pós-prandial da glicose: a capacidade de adsorver a glicose evitando sua difusão e o efeito inibitório sobre a atividade da  $\alpha$ -amilase pela inibição da ação da enzima ou por atuar como barreira entre a enzima e o amido (Ou *et al.*, 2001). Esses mecanismos podem justificar o efeito hipoglicemiante da fração insolúvel (pouco viscosa), como foi relatado nos estudos *in vitro* de Chau *et al.* (2004) e *in vivo* de Cerqueira *et al.* (2008), para a polpa de cenoura e semente de abóbora, respectivamente. Da mesma maneira, Chau & Huang (2003), estudando as frações ricas em fibras oriundas da semente de maracujá e predominantemente insolúveis, constataram que todas as frações apresentaram potencial de adsorção de glicose e de inibição da amilase significativamente superior à fibra celulose e, assim, teriam potencial no controle da glicemia pós-prandial.

Evidências sugerem que os compostos fenólicos presentes nos alimentos também podem contribuir no controle da glicemia, atuando não apenas na inibição direta da absorção de glicose, mas também aumentando a secreção de insulina (Kendall *et al.*, 2010).

Assim, levanta-se a hipótese de que as dietas teste, principalmente a TBL, possuem mecanismos intrínsecos, relacionados tanto às características físico-químicas de suas fibras como aos compostos bioativos associados a elas, que sinergicamente proporcionam melhor resposta glicêmica, o que é de extrema relevância especialmente para pacientes diabéticos, que necessitam manter regulares os níveis de glicose no sangue, evitando hiperinsulinemia

pós-prandial, disfunção ou desregulação das células  $\beta$ -pancreáticas e consequente resistência à insulina, obesidade e aterosclerose (Kopp, 2006).

Esses mecanismos hipoglicemiantes também explicam os menores valores de glicemia de jejum (GLIC) ( $p < 0,05$ ) obtidos no último dia experimental para as dietas TBL e TCM, valores 9,35 % e 11,28% inferiores ao da dieta TC, respectivamente (Tabela 6). A hipótese levantada sobre a provável influência das fontes de fibras testadas na digestão e na absorção dos carboidratos pode ter contribuído também nos menores níveis de triglicerídeos séricos (TG) ( $p < 0,05$ ) obtidos para as dietas teste (Tabela 6). A menor absorção intestinal de glicose gera menos triglicerídeos no fígado e induz a aumento inferior da insulina, hormônio da lipogênese que harmoniza a síntese das lipoproteínas (Riegel, 2006). Esse fato ainda é fundamentado pela ligeira redução ( $p > 0,05$ ) do teor de lipídeos no fígado (LipF) dos animais submetidos às dietas teste, mostrando-se 4,8% (TBL), 6,3% (TBM) e 10,5% (TCM) inferiores ao TC.

Sudheesh & Vijayalaksmi (1999) descreveram que a pectina foi capaz de influenciar a atividade da lipoproteína lipase (LPL), enzima envolvida na captação de lipoproteínas circulantes ricas em triglicerídeos (quilomícrons e VLDL) pelos tecidos extra-hepáticos para degradação, aumentando sua atividade nesses tecidos e, assim, diminuindo a concentração de triglicerídeos séricos e hepáticos em ratos. Considerando a presença substancial de pectina nos subprodutos de frutas, o possível aumento da atividade da LPL nos tecidos extra-hepáticos pode ter colaborado para os resultados obtidos para os parâmetros LipF e TG. Outro parâmetro que pode subsidiar os menores valores de TG nos tratamentos teste é a maior excreção fecal de gordura ( $p < 0,05$ ) ( $r = -0,389$ ) observada nestes tratamentos (Tabela 4),

O destino fundamental do colesterol sanguíneo é ser transformado em sais biliares, sendo o fígado o local de transformação. Conforme já mencionado neste trabalho, determinados tipos de fibras, como a pectina, são capazes de aumentar a excreção fecal de

colesterol e de sais biliares. O baixo teor de sais biliares no intestino e, portanto, na circulação enteroepática, intensifica a biossíntese do colesterol. Cortando o ciclo enteroepático, o teor de sais biliares no hepatócito diminui, estimulando a transformação do colesterol hepático em sais biliares. Devido ao maior gasto de colesterol no fígado, sua taxa no órgão diminui, fato constatado nas dietas teste, as quais apresentaram valores médios de colesterol total hepático (ColTF) 34,3% inferiores ao TC ( $p < 0,05$ ) (Tabela 6). Como consequência, o colesterol escoa do sangue para o fígado, por diferença de concentração, diminuindo seu nível plasmático (Riegel, 2006; López *et al.*, 1997, ), algo, porém, não observado de forma significativa para os tratamentos teste no presente estudo. A quantidade de sais biliares presentes na luz intestinal exerce efeito modulador sobre sua síntese, influenciando o teor de colesterol circulante no plasma (Riegel, 2006). Pressupõe-se assim, que a falta de significância encontrada para o ColT é atribuída, em parte, ao fato que o efeito compensatório tenha levado a depleção do colesterol a nível hepático como observado nos tratamentos teste, não afetando de forma significativa o nível de colesterol sanguíneo durante o período experimental avaliado, embora exista notável tendência na redução do ColT para os animais desse grupo (12% inferior ao TC).

Segundo Fernandez (1995), o principal mecanismo associado com a redução do colesterol hepático é a excreção aumentada de sais biliares, a qual estimula a atividade da enzima 7- $\alpha$ -hidroxilase, responsável pela regulação da síntese de sais biliares, hipótese verificada em seu trabalho, no qual a pectina induziu a menores concentrações de colesterol no fígado e concomitantemente maior atividade dessa enzima. Em concordância com o presente estudo, Fietz & Salgado (1999) relataram que o efeito da fibra celulose é estatisticamente insignificante na redução dos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos, quando comparado à pectina. Outras pesquisas também comprovaram que a ingestão de fibras alimentares solúveis tipo pectina, é capaz de reduzir níveis séricos de colesterol e de

triglicerídeos e também os níveis hepáticos de colesterol (Leveille & Sauberlich, 1966; Fernandez, 1995; Sudheesh & Vijayalakshmi, 1999; Garcia-Diez *et al.*, 1996; Kumar *et al.*, 1997; González *et al.*, 1998; Piedade & Canniatti-Brazaca, 2003), reafirmando as hipóteses levantadas para os efeitos metabólicos observados nos animais submetidos aos tratamentos com subprodutos de frutas.

Paralelamente, a fermentação das fibras pelas bactérias intestinais também parece exercer influência na lipídemia e na glicemia pela produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Esses componentes podem afetar a absorção de lipídeos, o metabolismo de lipoproteínas no fígado e diminuir a síntese hepática de colesterol através da inibição da HMGCoA-redutase (Glore *et al.*, 1994; López *et al.*, 1997). Os AGCC podem ainda modificar a secreção de insulina, aumentar a sensibilidade dos tecidos a esse hormônio e reduzir a gliconeogênese hepática (Lajolo *et al.*, 2001). Essa relação é fundamentada pela correlação negativa encontrada entre a DAFA ( $p < 0,01$ ) e os parâmetros TG ( $r = - 0,718$ ), ColT-F ( $r = - 0,692$ ) e GLIC ( $r = - 0,541$ ).

O colesterol HDL é importante preditor de risco cardiovascular em vários estudos epidemiológicos e clínicos em decorrência de sua relação inversa com a doença arterial coronária (Magalhães *et al.*, 2002). No presente estudo, não foi possível observar influência significativa nesse parâmetro com o uso das fibras advindas dos subprodutos de frutas (Tabela 6).

Os parâmetros sanguíneos de albumina, proteína e ácido úrico não foram afetados pelas diferentes fontes de fibra analisadas (Tabela 6). Os níveis circulantes de proteínas totais e albumina refletem o estado nutricional do animal (Oloyede *et al.* 2004) e, aliados com a concentração sérica de ácido úrico, fornecem subsídios para se avaliar a qualidade proteica das dietas experimentais consumidas. Nesse sentido, levando em consideração que as dietas são isoproteicas, pode-se inferir que a menor digestibilidade aparente da proteína observada

para os tratamentos teste (Tabela 4) e a presença de proteínas advindas dos subprodutos de frutas não afetaram a qualidade proteica dessas dietas, nem o estado nutricional e o desenvolvimento normal dos animais desses grupos.

#### **4. Conclusões**

O consumo de dietas contendo os subprodutos do processamento de frutas promoveram reduções nos níveis séricos de triglicerídeos e de glicose, e nos níveis hepáticos de colesterol, bem como desempenharam importante ação no controle da glicemia pós-prandial, com destaque à dieta contendo bagaço de laranja. Constatou-se ainda que essas fontes de fibras promoveram modificações em parâmetros importantes para a saúde do intestino (pH, nitrogênio fecal, umidade das fezes) e que a maior proporção de fibra solúvel não afetou a regularidade do tempo de trânsito intestinal. Os constituintes da fração fibra alimentar dos subprodutos demonstraram apresentar mecanismos que, de forma sinérgica, contribuíram para os bons resultados nutricionais observados, seja pelo maior grau de fermentabilidade dessas fibras, seja pelas suas propriedades físico-químicas que interferiram significativamente na digestão dos nutrientes. Assim, o bagaço de maçã, o bagaço de laranja e a casca de maracujá podem ser considerados fontes alternativas de fibra alimentar, com propriedades funcionais relevantes para a promoção e a proteção da saúde.

#### **Agradecimentos**

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao suporte financeiro na forma de bolsa de mestrado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de produtividade em pesquisa da Professora Leila Picolli da Silva e pela bolsa de iniciação científica.

## Referências

- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Jr., Ferreri, S., Knudtson, M., Koryam, A., et al. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188–205.
- Association of Official Analytical Chemists (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* 16<sup>th</sup> ed., Washington: AOAC
- Bligh, E. C., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid. Extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37, 911-917.
- Camire, M. E. (2003). Raisin dietary fiber composition and vitro bile acid binding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 834-837.
- Cerqueira, P. M., Freitas, M. C. J., Pumar, M., & Santangelo, S. B. (2008). Efeito da farinha de semente de abóbora (*Curcubita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. *Revista de Nutrição*, 21(2), 129-136.
- Chandalia M., Garg A., Lutjohann D., Von Bergmann K., Grundy S. M., & Brinkley L. J. (2000). Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *The New England Journal of Medicine*, 342(19), 1392-1398.
- Chau C. F, Chen C. H, & Wang Y. T. (2004). Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. *Nutrition Research*, 24(5), 337-345.
- Chau, C. F., & Huang, Y. L. (2004). Characterization of passion fruit seed fibres - a potential fibre source. *Food Chemistry*, 85, 189 -194.
- Cherbut C., Aube, A. C., Mekki, N., Dubois, C., Lairon, D., & Barry, J. L. (1997). Digestive and metabolic effect of potato and maize fibers in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 77(1), 33-46.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2010). *Química de Alimentos de Fennema*. (4th ed.). Porto Alegre: Artmed.

- Eggum, B. O., Beames, R. M., Wolstrup, J., & Bach Knudsen, K. E. (1984). The effect of protein quality and fibre level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats. *British Journal of Nutrition*, 51, 305–314.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124, 411–421.
- Estruch, R., Martínez-González, M. A., Corella, D., Basora-Gallisa, J., Ruiz-Gutiérrez, V., Covas, M. I., et al. (2009). Effects of dietary fibre intake on risk factors for cardiovascular disease in subjects at high risk. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 63, 582–588.
- Fietz, V. R., & Salgado, J. M. (1999). Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicéridos em ratos hiperlipidêmicos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19(3), 318-321.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91, 395–401.
- Fernandez, M. L. (1995). Distinct mechanisms of plasma LDL lowering by dietary fiber in the guinea pig: specific effects of pectin, guar gum, and psyllium. *The Journal of Lipid Research*, 36, 2394-2404.
- Galisteo, M., Duarte, J., Zarzuelo, A. (2008) Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 19, 71-84.
- Garcia-Diez F., Garcia-Mediavilla V, Bayon JE, Gonzalez-Gallego J. (1996). Pectin feeding influences fecal bile acid excretion, hepatic bile acid and cholesterol synthesis and serum cholesterol in rats. *Journal of Nutrition*, 126 (7), 1766-1771.



- Glore, S. R., Van Treeck, D., Knehans, A. W., & Guild, M. (1994). Soluble fiber and serum lipids: a literature review. *Journal of the American Dietetic Association*, 94, 425-436.
- González, M. C., Rivas, C., Caride, B., Lamas, M. A., & Taboada M. C. (1998). Effect of orange and apple pectin on cholesterol concentration in serum, liver and faces. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 54(2), 99-104.
- Haug, A., & Hostmark A. T. (1987). Lipoprotein lipase, lipoproteins and tissue lipids in rats fed fish oil or coconut oil. *Journal of Nutrition*, 117, 1011-1017.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). *Pesquisa Agrícola Municipal*, Brasil: IBGE.
- Jeraci, J. L.; & Van Soest, P. J. (1990). Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 270, 245-263.
- Larrauri, J.A. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends in Food Science & Technology*, 10(1), 3-8.
- Larrauri, J. A., Goni, I., Martin-Carron, N., Ruperez, P., & Saura-Calixto (1996). Measurement of health-promoting properties in fruit dietary fibers: antioxidant capacity, fermentability and glucose retardation index. *Journal of Science and Food Agriculture*, 71, 515-519.
- Kendall, C. W. C.; Esfahani, A.; & Jenkins, D. J. A. (2010). The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*, 24, 42-48.
- Kopp, W. The atherogenic potential of dietary carbohydrate. (2006). *Preventive Medicine*, 42, 336-342.
- Kumar, C. M.; Rachappaji, K. S.; Nandini, C. D.; Sambaiah, K.; & Salimath, P. V. (2002). Modulatory effect of butyric acid - a product of dietary fiber fermentation in experimentally induced diabetic rats. *The Journal of Nutrition Biochemistry*, 13 (9), 522-527.

- Kumar, G. P., Sudheesh, S., Ushakumari, B., Valsa, A. K., Vijayakumar, S., Sandhya, C. Vijayalakshmi, N.R. (1997). A comparative study on the hypolipidemic activity of eleven different pectins. *Journal Food Science and Technology*, 34(2), 103-107.
- Lajolo, F. M., Saura-Calixto, F., Penna, E. W., & Menezes, E. W. (2001). *Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos*. São Paulo: Livraria Varela.
- Leveille, G. A., & Sauberlich, H. E. (1966). Mechanism of the Cholesterol-depressing effect of pectin in the cholesterol-fed rat. *Journal of Nutrition*. 88(2), 209-214.
- López, G. Ros, G., Rincón, F., Periago, M. J., Martínez, C., Ortuño, J. (1997). Propiedades funcionales de la fibra dietética: mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. *Archivos Latino Americanos de Nutrition* ,47(3), 203-207.
- Mann, J. I., & Cummings, J. H. (2009). Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 19, 226–229.
- Magalhães, C. C., Chagas, A .C. P., & Luz, P. L.da. (2002). Importância do HDL-colesterol como preditor de risco para eventos cardiovasculares. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*, 12(4), 560-568.
- McBurney, M. I., Allen, M. S., & Van Soest, P. J. (1986). Praseodymium and cooper cation-exchange capacities of neutral-detergent fibres relative to composition and fermentation kinetics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37, 666-672.
- Mongeau R, Sarwar G, Peace RH, & Brassard R (1989) Relationship between dietary fiber levels and protein digestibility in selected foods as determined rats. *Plant Foods for Human Nutrition* 39(1), 45–51.
- Nawirska, A., & Kwasniewska, M. (2005). Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*, 91, 221–225.

- Oloyede, O. B., Otunola, G. A., Apata, D. F. (2004). Assessment of protein quality of processed melon seed as a component of poultry feed. *Biokemistri*, 16(2), 80-87.
- Ou, S., Kwok, K. C., Li, Y., & Fu, L. (2001). In vitro study of possible role of dietary fibre in lowering postprandial serum glucose. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v.49, 1026–1029.
- Pádua, E. A., Oliveira, A. C., & Sgarbieri, V. C. (2000). Importância da parede celular de levedura (*Saccharomyces sp.*) como fonte de fibra na alimentação *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 20(2), 233-239.
- Patias, L. D.; Penna, N. G.; Hecktheuer, L. H. R.; Callegaro, M. G. K.; Poitevin, F. Seering, S. R. M.; Comarella, C. G.; Unfer, T. C. (2011). Resposta biológica de ratos alimentados com resíduo da fermentação de batata (*Solanumtuberosum L.*). *Ciência Rural*, 41(7), 1284-1289.
- Pawlak, D. B., Bryson, J. M., Denyer, G. S., & Brand-Miller, J. C. (2001). High glycemic index starch promotes hypersecretion of insulin and higher body fat in rats without affecting insulin sensitivity. *Journal of Nutrition*, 131 (1), 99-104.
- Piedade, J., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2003). Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sangüíneo em ratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(2), 149-56.
- Raupp, D. S., Cremasco, A. C. V., Caldi, C. M., Marques, S. H. P., & Banzatto, D. A. (2004). Polpa refinada de maçã promove arraste via fecal de nutrientes ingeridos na dieta. *Publicatio UEPG Ciências Biológicas e da Saúde*, 10 (3/4), 77-83.
- Reeves, P.G., Nielsen, F.H., & Fahey Jr., G.C. (1993). AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *Journal of Nutrition*, (23), 1939-1951.
- Riegel, R. E. (2006). *Bioquímica*. (4th ed.). São Leopoldo: Unisinos.

- Rique, A. B. R., Soares, E. A., & Meirelles, C. M. (2002). Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(6), 244- 254.
- Rodríguez, R., Jiménez, A., Fernández-Balanós, J., Guillén, R., & Heredia, A. (2006). Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 17(1), 3-15.
- Silva, F. M., Steemburgo, T., Azevedo, M. J., & Mello, V. D. (2009). Papel do índice glicêmico e da carga glicêmica na prevenção e no controle metabólico de pacientes com diabetes melito tipo 2. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia* 53(5), 560-571.
- Sudheesh, S., & Vijayalakshmi, N. R. (1999). Lipid-lowering action of pectin from *Cucumis sativus*. *Food Chemistry*, 67, 281-286.
- Topping, D. L. (1991). Soluble fiber polysaccharides: effects on plasma cholesterol and colonic fermentation. *Nutrition Reviews*, 49(7), 195-203.
- Tungland, B. C., & Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(3), 90-109.

**Tabela 1.** Composição química da farinha de bagaço de maçã (BM), de bagaço de laranja (BL) e de casca de maracujá (CM) utilizadas na formulação das dietas experimentais.

<b>Componentes</b>	<b>BM</b>	<b>BL</b>	<b>CM</b>
Umidade (%)	5,64	8,45	7,38
	<i>% matéria seca</i>		
Matéria mineral	1,26	2,97	6,04
Proteína bruta	6,98	4,89	5,26
Lipídeos	8,19	4,21	1,26
Fibra alimentar total	76,84	54,82	62,65
Fibra alimentar insolúvel	57,87	29,65	43,43
Fibra alimentar solúvel	18,97	25,17	19,22
Carboidratos não fibrosos	6,72	33,12	24,88
Pectina solúvel	17,31	12,38	15,58

**Tabela 2.** Composição das dietas experimentais fornecidas aos ratos de acordo com os tratamentos.

	TC <sup>†</sup>	TBM <sup>†</sup>	TBL <sup>†</sup>	TCM <sup>†</sup>
	g/Kg			
Caseína	200,0	194,5	194,5	195,0
Sacarose	100,0	90,0	70,0	85,0
Óleo de Soja	70,0	66,0	72,0	74,0
Amido	529,36	529,86	513,26	509,16
<i>Celulose</i>	50	-	-	-
<i>Bagaço de Maçã</i>	-	68,9	-	-
<i>Bagaço de Laranja</i>	-	-	99,6	-
<i>Casca de Maracujá</i>	-	-	-	86,2
Mix Mineral*	35,0	35,0	3,5	3,5
Mix Vitamínico**	10,0	10,0	10,0	10,0
D-L Metionina	3,0	3,0	3,0	3,0
Bitartarato de colina	2,5	2,5	2,5	2,5
BHT***	0,014	0,014	0,014	0,014
	%			
Fibra Alimentar Total	5,86	6,06	6,03	6,02
Fibra Alimentar Insolúvel	5,75	4,71	3,62	4,38
Fibra Alimentar Solúvel	0,11	1,34	2,40	1,64
Pectina solúvel	-	1,13	1,14	1,25
Proteína Bruta	16,33	16,34	16,32	16,35
Lipídeos	7,63	7,75	8,19	8,11
Carboidratos não fibrosos	56,25	55,94	54,53	54,79
Energia Bruta (Kcal)	359,00	358,87	357,11	357,55

<sup>†</sup> TC – Tratamento controle ; TBM- Tratamento teste com adição de bagaço de maçã; TBL- Tratamento teste com adição de bagaço de laranja; TCM- Tratamento teste com adição de casca de maracujá.

\*Mix mineral (g ou mg/kg): Ca 142,94g; P 44,61g; K 102,81g; Na 29,11g; Cl 44,89g; S 8,57g; Mg 14,48g; Fe 1,00g; Zn 0,86g; Si 0,14g; Mn 0,30g; Cu 0,17g; Cr 0,03g; B 14,26mg; F 28,73mg; Ni 14,31mg; Li 2,85mg; Se 4,28mg; I 5,93mg; Mo 4,32mg; V 2,87mg;

\*\* Mix vitamínico (g ou mg/kg): ácido nicotínico 3,00g; pantotenato de cálcio 1,60g; piridoxina-HCl 0,70g; tiamina-HCl 0,60g; riboflavina 0,60g; ácido fólico 0,20g; biotina 0,02g; vitamina B12 2,50mg; vitamina E 7.500UI; vitamina A 400.000UI; vitamina D3 100.000UI; vitamina K1 0,075g.

\*\*\* Butil-hidroxi-tolueno

**Tabela 3.** Consumo médio (g/dia), ganho de peso médio (g/dia) e conversão alimentar dos ratos Wistar em resposta ao consumo de dietas com diferentes fontes de fibra alimentar.

<b>Parâmetros</b>	<b>TC*</b>	<b>TBM*</b>	<b>TBL*</b>	<b>TCM*</b>
Consumo médio	14,52 ± 0,56 <sup>NS</sup>	14,92 ± 0,67 <sup>NS</sup>	14,57 ± 0,89 <sup>NS</sup>	14,74 ± 0,71 <sup>NS</sup>
Ganho de peso	5,09 ± 0,31 <sup>NS</sup>	5,37 ± 0,62 <sup>NS</sup>	5,32 ± 0,41 <sup>NS</sup>	5,13 ± 0,49 <sup>NS</sup>
Conversão alimentar	2,86 ± 0,08 <sup>NS</sup>	2,80 ± 0,22 <sup>NS</sup>	2,75 ± 0,12 <sup>NS</sup>	2,89 ± 0,20 <sup>NS</sup>

\*TC – Tratamento controle; TBM- Tratamento teste com adição de bagaço de maçã; TBL- Tratamento teste com adição de bagaço de laranja; TCM- Tratamento teste com adição de casca de maracujá.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

NS = Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos experimentais.

**Tabela 4.** Produção de fezes úmidas (PFU) e secas (PFS), umidade fecal (UF), pH fecal, nitrogênio fecal (NF) excreção fecal de lipídeos (LIP), digestibilidade aparente da proteína (DAP) e da fibra alimentar (DAFA) e tempo de trânsito gastrointestinal (TTGI) em resposta ao consumo de dietas com diferentes fontes de fibra alimentar.

<b>Parâmetros</b>	<b>TC*</b>	<b>TBM*</b>	<b>TBL*</b>	<b>TCM*</b>
PFU (g/dia)	1,63 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,70 ± 0,18 <sup>a</sup>	1,66 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,35 ± 0,15 <sup>b</sup>
PFS (g/dia)	1,22 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,02 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,03 ± 0,13 <sup>b</sup>	0,92 ± 0,07 <sup>b</sup>
UF (%)	24,48 ± 3,18 <sup>c</sup>	39,88 ± 3,67 <sup>a</sup>	37,71 ± 4,79 <sup>ab</sup>	32,84 ± 5,01 <sup>b</sup>
pH fecal	7,13 ± 0,13 <sup>a</sup>	7,01 ± 0,21 <sup>ab</sup>	6,85 ± 0,10 <sup>b</sup>	6,92 ± 0,12 <sup>b</sup>
NF (%)	2,30 ± 0,10 <sup>c</sup>	4,55 ± 0,26 <sup>a</sup>	4,53 ± 0,28 <sup>a</sup>	4,20 ± 0,28 <sup>b</sup>
LIP (%)	4,05 ± 0,49 <sup>d</sup>	10,36 ± 0,92 <sup>a</sup>	5,91 ± 0,59 <sup>c</sup>	7,30 ± 0,65 <sup>b</sup>
DAP (%)	93,30 ± 0,53 <sup>a</sup>	89,17 ± 0,45 <sup>c</sup>	88,79 ± 0,55 <sup>c</sup>	90,50 ± 1,03 <sup>b</sup>
DAFA (%)	6,50 ± 3,0 <sup>c</sup>	41,64 ± 2,32 <sup>b</sup>	43,47 ± 2,33 <sup>b</sup>	48,99 ± 3,99 <sup>a</sup>
TTGI (horas)	7,99 ± 0,48 <sup>NS</sup>	7,94 ± 0,66 <sup>NS</sup>	8,21 ± 0,75 <sup>NS</sup>	8,23 ± 0,83 <sup>NS</sup>

\* TC – Tratamento controle ; TBM- Tratamento teste com adição de bagaço de maçã; TBL- Tratamento teste com adição de bagaço de laranja; TCM- Tratamento teste com adição de casca de maracujá.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

NS = Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos experimentais.



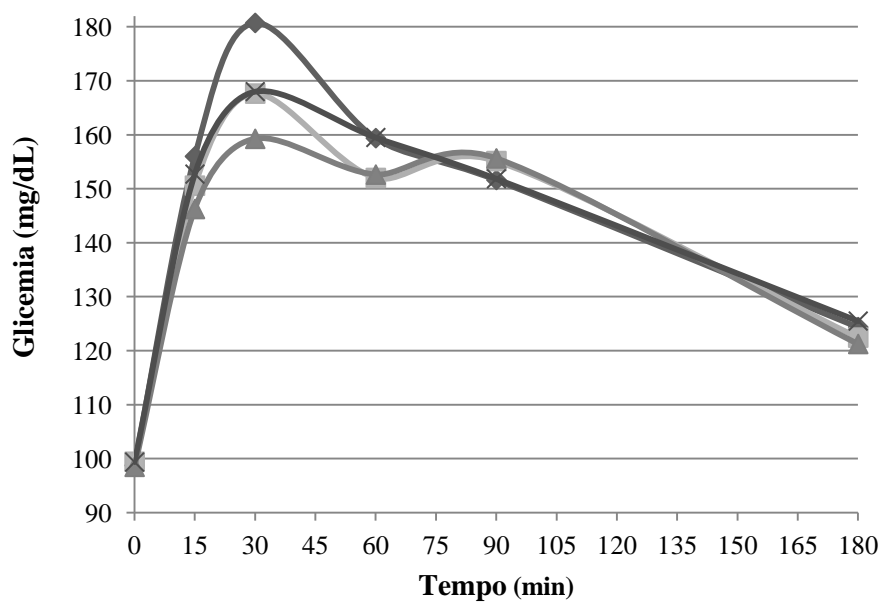
**Tabela 5.** Peso do fígado, rins, intestino vazio e gordura epididimal, expressos em g/100g de peso corporal dos animais, em resposta ao consumo de dietas com diferentes fontes de fibra alimentar.

<b>Parâmetros</b>	<b>TC*</b>	<b>TBM*</b>	<b>TBL*</b>	<b>TCM*</b>
Fígado	3,50 ± 0,22 <sup>NS</sup>	3,60 ± 0,44 <sup>NS</sup>	3,70 ± 0,20 <sup>NS</sup>	3,85 ± 0,30 <sup>NS</sup>
Rins	0,73 ± 0,04 <sup>NS</sup>	0,70 ± 0,06 <sup>NS</sup>	0,71 ± 0,07 <sup>NS</sup>	0,76 ± 0,04 <sup>NS</sup>
Intestino vazio	2,83 ± 0,84 <sup>NS</sup>	2,95 ± 0,20 <sup>NS</sup>	3,04 ± 0,27 <sup>NS</sup>	3,19 ± 0,41 <sup>NS</sup>
Gordura epididimal	1,40 ± 0,28 <sup>NS</sup>	1,50 ± 0,31 <sup>NS</sup>	1,30 ± 0,31 <sup>NS</sup>	1,50 ± 0,27 <sup>NS</sup>

\*TC – Tratamento controle; TBM- Tratamento teste com adição bagaço de maçã; TBL- Tratamento teste com adição de bagaço de laranja; TCM- Tratamento teste com adição de casca de maracujá.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

NS = Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos experimentais.



**Figura 1.** Concentração plasmática pós-prandial de glicose em resposta ao consumo de rações com diferentes fontes de fibra alimentar. (-♦-) tratamento controle (TC); (-■-) tratamento teste com adição bagaço de maçã (TBM); (-▲-) tratamento teste com adição de bagaço de laranja (TBL); (-×-) tratamento teste com adição de casca de maracujá (TCM).

**Tabela 6.** Concentração de triglicerídeos (TG), colesterol total (ColT), colesterol HDL (Col-HDL), glicose (GLIC), albumina, proteínas totais (PT) e ácido úrico (AUR) no sangue e de colesterol total (ColTF) e lipídeos (LipF) no tecido hepático dos ratos em resposta ao consumo de rações com diferentes fontes de fibra alimentar.

<b>Parâmetros</b>	<b>TC*</b>	<b>TBM*</b>	<b>TBL*</b>	<b>TCM*</b>
GLIC (mg/dL)	98,86 ± 8,43 <sup>a</sup>	93,37 ± 4,37 <sup>ab</sup>	89,62 ± 7,21 <sup>b</sup>	87,71 ± 5,06 <sup>b</sup>
TG (mg/dL)	125,69 ± 25,31 <sup>a</sup>	93,83 ± 17,94 <sup>b</sup>	80,72 ± 18,31 <sup>b</sup>	81,49 ± 21,26 <sup>b</sup>
ColT (mg/dL)	109,02 ± 14,17 <sup>NS</sup>	96,30 ± 9,06 <sup>NS</sup>	90,54 ± 14,91 <sup>NS</sup>	100,37 ± 13,52 <sup>NS</sup>
Col-HDL (mg/dL)	76,74 ± 12,58 <sup>NS</sup>	83,02 ± 10,11 <sup>NS</sup>	82,00 ± 17,50 <sup>NS</sup>	84,88 ± 10,68 <sup>NS</sup>
Albumina (g/dL)	2,62 ± 0,22 <sup>NS</sup>	2,62 ± 0,14 <sup>NS</sup>	2,74 ± 0,26 <sup>NS</sup>	2,78 ± 0,13 <sup>NS</sup>
PT (g/dL)	6,37 ± 0,19 <sup>NS</sup>	6,42 ± 0,23 <sup>NS</sup>	6,35 ± 0,26 <sup>NS</sup>	6,36 ± 0,19 <sup>NS</sup>
AUR (mg/dL)	1,56 ± 0,59 <sup>NS</sup>	1,52 ± 0,55 <sup>NS</sup>	1,68 ± 0,90 <sup>NS</sup>	1,36 ± 0,63 <sup>NS</sup>
ColTF (µmol/g)	18,43 ± 4,68 <sup>a</sup>	12,02 ± 2,35 <sup>b</sup>	12,63 ± 2,81 <sup>b</sup>	11,70 ± 2,14 <sup>b</sup>
LipF (%)	5,88 ± 0,53 <sup>NS</sup>	5,53 ± 0,48 <sup>NS</sup>	5,61 ± 0,60 <sup>NS</sup>	5,32 ± 0,44 <sup>NS</sup>

\*TC – Tratamento controle TBM- Tratamento teste com adição bagaço de maçã; TBL- Tratamento teste com adição de bagaço de laranja; TCM- Tratamento teste com adição de casca de maracujá.

Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

NS = Não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos experimentais.

### 3.3 Artigo 3

(Configuração conforme normas do Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos – Anexo C)

#### **CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E RESPOSTA SENSORIAL DE PÃES DE MEL COM ALTO TEOR DE FIBRA ALIMENTAR ELABORADOS COM FARINHAS DE SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DE FRUTAS**

FERNANDA TEIXEIRA MACAGNAN<sup>\*</sup>  
FERNANDA ALINE DE MOURA<sup>\*\*</sup>  
LUCCIÉLLI RODRIGUES DOS SANTOS<sup>\*\*\*</sup>  
MARÍLIA BIZZANI<sup>\*\*\*</sup>  
LEILA PICOLLI DA SILVA<sup>\*\*\*\*</sup>

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade nutricional e sensorial de pães de mel enriquecidos com farinhas de bagaço de maçã, de bagaço de laranja e de casca de maracujá. Com o intuito de viabilizar o uso desses ingredientes alternativos e de baixo custo como fontes de fibra alimentar, testou-se a substituição de 15% da farinha de trigo da formulação padrão pelas farinhas dos respectivos subprodutos de frutas. As formulações teste apresentaram alto teor de fibra alimentar, especialmente da fração solúvel, maior umidade e reduzido valor calórico. A formulação adicionada de bagaço de maçã se destacou entre as demais, pelo aporte significativamente superior de fibra (9,61%). Os resultados obtidos na análise sensorial dos pães de mel enriquecidos com fibras advindas dos subprodutos de frutas indicaram boa aceitabilidade desses produtos para todos os parâmetros sensoriais avaliados (cor, aroma, sabor e textura), perfazendo-se índice médio de aceitação global entre 77,4% e 80,3%, além de positiva intenção de compra, apresentando a maioria (39,3% a 44,6%) das respostas concentradas no termo hedônico “possivelmente compraria”, sem diferença significativa entre as formulações teste. Os resultados indicam a possibilidade de uso desses subprodutos de frutas como ingredientes fibrosos para serem usados na formulação de produtos alimentícios diferenciados, como o pão de mel, por melhorarem significativamente o aporte de fibras (principalmente em relação à fração solúvel), o que contribuirá para a prevenção do desperdício de nutrientes potenciais e para a promoção da saúde do consumidor.

**PALAVRAS-CHAVE: BAGAÇO DE MAÇÃ; CASCA DE MARACUJÁ, BAGAÇO DE LARANJA; FIBRA SOLÚVEL; ALIMENTO FUNCIONAL; ACEITABILIDADE**

<sup>\*</sup> Farmacêutica, Mestranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil (e-mail: femacagnan@yahoo.com.br).

<sup>\*\*</sup> Nutricionista, Doutoranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil (e-mail: fernandamoura\_nut@yahoo.com.br).

<sup>\*\*\*</sup> Alunas da Graduação de Tecnologia dos Alimentos, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil (e-mail: lutyrodrigues@yahoo.com.br; maribizzani@hotmail.com).

<sup>\*\*\*\*</sup> Engenheira Agrônoma, Professora, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil (e-mail: leilasilva@yahoo.com.br).

## 1 INTRODUÇÃO

Os efeitos fisiológicos e metabólicos decorrentes do consumo adequado de fibra alimentar na prevenção de inúmeras doenças crônico-degenerativas estão bem consolidados pela comunidade científica (FIETZ E SALGADO, 1999; MATTOS e MARTINS, 2000; GONÇALVES et al., 2007). Contudo, sua ingestão pela população brasileira é inferior às recomendações nutricionais, provavelmente devido a mudanças de hábitos alimentares decorrentes de alterações no perfil socioeconômico do país nas últimas décadas, que levou a substituição de alimentos naturais, fontes de fibras, por alimentos industrializados e pobres nutricionalmente (MENEZES et al. 2001).

Nesse cenário, várias campanhas de saúde preventiva têm demonstrado a necessidade de suprir esse consumo insuficiente de fibra alimentar, motivando a indústria a desenvolver grande mercado de alimentos enriquecidos com fibra, agregando, assim, valor nutricional aos seus produtos, além de contribuir para a promoção da saúde da população (CERQUEIRA et al., 2008). Dessa forma, é de fundamental importância que novos ingredientes e formulações sejam estudados a fim de ampliar esse segmento alimentício, atendendo sempre aos atributos sensoriais exigidos pelo consumidor.

Quantidade apreciável de subprodutos é gerada durante o beneficiamento de frutas para a produção de sucos no país, tais como a casca de maracujá, o bagaço de laranja e o bagaço de maçã (BORTOLUZZI, 2009; CANTERI, 2010, RAUPP et al., 2000). A utilização desses materiais secundários do processamento de frutas como ingredientes na formulação de alimentos torna-se alternativa promissora, pois, além de contribuir na prevenção ao desperdício e evitar a contaminação ambiental pelo descarte incorreto desses materiais, pode facilitar o acesso da população de baixa renda a alimentos funcionais, já que esses materiais são fontes de fibra alimentar de baixo custo. Esses potenciais ingredientes alimentícios ainda se destacam por apresentarem quantidade apreciável de pectina, polissacarídeo solúvel que está intimamente associado à maioria dos efeitos benéficos da fibra no organismo humano (FIETZ E SALGADO, 1999; RIQUE et al., 2002; CANTERI et al., 2012).

As fibras oriundas de frutas possuem também vantagens tecnológicas em relação às fibras de cereais, amplamente utilizadas para enriquecer os alimentos. Tais vantagens ocorrem devido ao maior teor de fibra alimentar e sua fração solúvel, à maior capacidade de retenção de água e gordura, ao menor conteúdo de ácido fítico e ao menor valor calórico digestível (LARRAURI, 1999). Admite-se, assim, tanto do ponto de vista nutricional quanto tecnológico, a importante aplicabilidade desses subprodutos na indústria de alimentos, como alternativa para as fibras convencionais.

Em face dessas considerações, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a composição química, a aceitabilidade e a intenção de compra de pães de mel adicionados de farinhas de bagaço de maçã, bagaço de laranja e casca de maracujá, em substituição parcial à farinha de trigo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATÉRIAS-PRIMAS

As amostras de bagaço de maçã (mistura das variedades Gala e Fuji) e bagaço de laranja (mistura das variedades Rubi e Hamlin), obtidas após a etapa de prensagem para fabricação do suco, foram fornecidas congeladas pela Indústria Fischer Sucos (Videira/SC-Brasil). No laboratório, foram descongeladas, higienizadas por imersão em solução clorada (200 ppm/15 min) e enxaguadas com água corrente. As cascas de maracujá azedo foram separadas manualmente dos frutos, adquiridos no comércio local da cidade de Santa Maria – RS/ Brasil e higienizados em solução clorada antes da retirada da casca.

Os subprodutos de frutas foram pré-secos em estufa de circulação de ar (55°C/48 horas), moídos em micromoinho (marca Marconi®, 27.000 rpm, partículas <1mm), e as farinhas resultantes, armazenadas em sacos plásticos a temperaturas de -18°C até o momento da elaboração dos pães de mel. A composição química das farinhas dos subprodutos de frutas utilizadas está descrita na Tabela 1. Os demais ingredientes utilizados nas formulações foram obtidos no comércio da cidade de Santa Maria (RS, Brasil).

**Tabela 1.** Composição química das farinhas de bagaço de maçã (BM), de bagaço de laranja (BL) e de casca de maracujá (CM) utilizadas nas formulações dos pães de mel, expressas em matéria seca (MS).

	BM	BL	CM
Umidade (%)	5,64	8,45	7,38
	% MS		
Matéria Mineral	1,26	2,97	6,04
Proteína	6,98	4,89	5,26
Lipídeos	8,19	4,21	1,26
Fibra alimentar total	76,84	54,82	62,65
Fibra alimentar insolúvel	57,87	29,65	43,43
Fibra alimentar solúvel	18,97	25,17	19,22
Carboidratos não fibrosos	6,72	33,12	24,88
Pectina (pectato de cálcio)	17,31	12,38	15,58

### 2.2 ELABORAÇÃO DOS PÃES DE MEL

Foram elaboradas três formulações teste de pães de mel tendo como base para análise de composição química a formulação padrão (FP) (sem adição dos subprodutos). As formulações teste foram confeccionadas incorporando-se a cada uma 15% de farinha do subproduto de fruta correspondente em substituição à farinha de trigo da FP, sem alteração na quantidade dos demais ingredientes, compondo-se, assim, as formulações FBM (adicionada de bagaço de maçã), FBL (adicionada de bagaço de laranja) e FCM (adicionada de casca de maracujá).

Para compor as formulações teste, além das farinhas dos subprodutos de frutas e de trigo, também foram usados chocolate em pó, fermento químico, açúcar mascavo, açúcar invertido, mel, margarina, chocolate meio amargo e chocolate

branco, bicarbonato, canela, ovo e água, conforme as proporções representadas na Tabela 2.

Os ingredientes foram pesados separadamente em frascos plásticos previamente identificados. Inicialmente, adicionou-se 20 mL de água a cada uma das farinhas dos subprodutos e após homogeneização manteve-se em repouso por 30 minutos para melhor hidratação da fibra. Em seguida, o açúcar mascavo foi aquecido com o restante da água por um minuto. Depois de resfriar, incorporou-se à calda formada, o mel, a canela, o chocolate em pó, a(s) farinha(s), a margarina, o ovo, o bicarbonato e o fermento químico, misturando-se devidamente cada ingrediente a fim de obter uma massa homogênea. Após descanso de 15 minutos, a massa foi estendida com auxílio de rolo de alumínio, moldando os pães de mel em formato circular com aproximadamente 1,0 cm de altura e 3,2 cm de diâmetro. Os pães foram assados em forno elétrico pré-aquecido a 200°C por 20 minutos, resfriados a temperatura ambiente e decorados com chocolate.

**Tabela 2.** Formulações adotadas para os pães de mel.

<b>Ingredientes%</b>	<b>FP*</b>	<b>FBM*</b>	<b>FBL*</b>	<b>FCM*</b>
Farinha de Trigo	100	85	85	85
Farinha de Bagaço de Maçã	-	15	-	-
Farinha de Bagaço de Laranja	-	-	15	-
Farinha de Casca de Maracujá	-	-	-	15
Chocolate em pó	2,50	2,50	2,50	2,50
Fermento Químico	2,50	2,50	2,50	2,50
Bicarbonato	1,00	1,00	1,00	1,00
Açúcar Mascavo	30,00	30,00	30,00	30,00
Açúcar invertido	10,00	10,00	10,00	10,00
Mel	20,00	20,00	20,00	20,00
Margarina	4,00	4,00	4,00	4,00
Ovo	4,50	4,50	4,50	4,50
Canela	0,25	0,25	0,25	0,25
Chocolate cobertura	12,00	12,00	12,00	12,00
Água	30,00	30,00	30,00	30,00

Nota: A porcentagem dos ingredientes foi calculada em relação ao peso total das farinhas

\* FP = formulação padrão, FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá

## 2.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PÃES DE MEL

Para caracterização química, após cocção, os pães de mel foram pré-secos em estufa de circulação de ar (55°C/24 horas) e moídos em micromoinho (marca Marconi®) por 60 segundos (partículas < 1 mm).

A análise da composição química das amostras de pães de mel seguiu os métodos analíticos propostos pela AOAC (1995). Foram realizadas em triplicata as seguintes determinações: umidade em estufa a 105°C por 12 horas; matéria mineral por incineração em mufla a 550°C por 5 horas; proteína bruta através da determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (N x 6,25); fibra alimentar (método enzimático 991.43), obtendo-se a fibra alimentar total e sua fração

insolúvel, sendo a fibra solúvel obtida por diferença entre as duas anteriores. O conteúdo de lipídeos, também realizado em triplicata, foi obtido pelo método de Bligh e Dyer (1959).

Estimou-se a fração de carboidratos não fibrosos por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, proteína, lipídeo, fibra alimentar total e matéria mineral. O valor calórico total foi calculado aplicando-se os valores de conversão para carboidratos ( $4,0 \text{ kcal g}^{-1}$ ), lipídios ( $9,0 \text{ kcal g}^{-1}$ ) e proteína ( $4,0 \text{ kcal g}^{-1}$ ) (BRASIL, 2003).

## 2.4 ANÁLISE SENSORIAL DOS PÃES DE MEL

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em seus aspectos éticos e metodológicos sob protocolo de nº 03540112.5.0000.5346.

As formulações de pães de mel contendo as farinhas dos subprodutos de frutas foram submetidas ao teste de aceitabilidade e de intenção de compra. A avaliação sensorial foi conduzida em sala com cabines individuais, perfazendo um total de 56 provadores não treinados, de ambos os sexos e com faixa etária entre 18 e 49 anos.

As amostras, com aproximadamente 10 g cada uma, foram oferecidas de forma aleatória e monádica para serem avaliadas, envoltas em papel filme de PVC transparente e codificadas com números de três dígitos correspondentes ao código de cada formulação.

Para o teste de aceitabilidade, utilizou-se escala hedônica estruturada de sete pontos (1= Desgostei muitíssimo, 2= Desgostei muito, 3= Desgostei moderadamente, 4= Indiferente, 5= Gostei moderadamente, 6= Gostei muito, 7= Gostei muitíssimo). O grupo de provadores avaliou cada amostra separadamente, quanto aos atributos de cor, aroma, sabor, textura (sensação na boca), bem como quanto à aceitação global dos produtos desenvolvidos.

O teste de intenção de compra foi realizado utilizando-se escala de cinco pontos, com nota máxima 5, referindo-se a “certamente compraria”, nota mínima 1 referindo-se a “certamente não compraria” e nota 3 referindo-se a “talvez comprasse/talvez não comprasse”.

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados na caracterização química e no teste sensorial de aceitação dos pães de mel foram avaliados estatisticamente pela análise de variância, e a comparação das médias das amostras pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 8.0. Os resultados da intenção de compra foram analisados por teste de frequência.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A inclusão das farinhas de subprodutos de frutas aumentaram significativamente os teores de fibra alimentar e de umidade das formulações teste em comparação à formulação padrão (Tabela 3). A presença de maior teor de fibra



nos pães de mel auxiliou na retenção de água no produto após o cozimento, o que pode estar relacionado à capacidade de hidratação da fibra, propriedade que influencia profundamente na textura final do produto (BORTOLUZZI, 2009; ELLEUCH et al., 2011). Resultados obtidos em outros estudos também verificaram elevada capacidade hidrofílica da fibra alimentar, a qual se mostrou diretamente relacionada com seu teor no alimento (SILVA et al., 2000; PEREZ e GERMANI, 2007; MAURO et al., 2010).

A substituição de 15% da farinha de trigo pela farinha proveniente dos subprodutos de frutas aumentou, em média, 4,3 vezes o aporte de fibra alimentar nos pães de mel, destacando-se a formulação com bagaço de maçã, a qual apresentou 9,61% de fibra, 5,2 vezes mais que a FP. A formulação FBM ainda mostrou maior teor desse nutriente quando comparada a outras formulações de pães de mel enriquecidas com fontes de fibra proveniente de grãos em substituição a 20% de farinha de trigo (POSSAMAI, 2005). Além disso, rótulos nutricionais de pães de mel comerciais mencionam teor de fibra alimentar entre 0 e 1% (POSSAMAI, 2005), fazendo com que as formulações propostas adicionadas dos subprodutos de frutas atendam às expectativas de consumidores que apreciam o produto e que primam pela qualidade nutricional de suas refeições.

Segundo a Portaria nº 27 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998), os pães de mel elaborados com as farinhas dos subprodutos de frutas poderiam ser classificados como produto com alto teor de fibra, o qual deve conter no mínimo 6% desse nutriente para ser declarado como tal.

Levando em consideração as recomendações nutricionais propostas para a população brasileira de no mínimo 20g/dia de fibra alimentar para jovens e adultos (MENEZES et al. 2001), as formulações testadas poderiam contribuir consideravelmente para se atingir tal recomendação. Preconizando-se uma porção de 30 g, quantidade normalmente encontrada para pães de mel comerciais, que corresponde a três unidades dos produtos desenvolvidos neste estudo, consegue-se atingir entre 9,9% (FBL) e 14,4% (FBM) da ingestão diária recomendada para esse nutriente. Essa adequação da ingestão de fibra alimentar é relevante, devido aos benéficos efeitos fisiológicos decorrentes da ingestão habitual desse componente dietético na prevenção de várias doenças degenerativas, como também na manutenção da regularidade das funções digestivas (LÓPEZ et al., 1997; MENEZES et al. 2001; GONÇALVES et al., 2007).

A utilização das farinhas dos subprodutos nas formulações testadas também contribuiu significativamente no aumento da fração solúvel da fibra, cujas propriedades físico-químicas, como o aumento da viscosidade do conteúdo intestinal e elevado grau de fermentabilidade, estão intimamente relacionadas com a maioria dos efeitos benéficos da fibra alimentar no organismo humano (LÓPEZ et al., 1997; FIETZ e SALGADO, 1999; RIQUE et al., 2002). Entre esses efeitos, estão o controle da glicemia pós-prandial e a diminuição do colesterol sérico, bem como o aumento do balanço microbótico e a produção de ácidos graxos de cadeia curta, resultantes da fermentação da fibra e fundamentais para a manutenção da saúde intestinal (LÓPEZ et al., 1997; RIQUE et al., 2002; COPPINI, 2004). É importante enfatizar que tal contribuição da fibra solúvel no produto alimentício não pode ser observada com tanta intensidade quando se utilizam as fibras convencionais provenientes de cereais, pois estas são compostas, quase que na sua totalidade, pela fração insolúvel (LARRAURI, 1999).

A formulação FBL e principalmente a FCM também tiveram aumentados seus teores de minerais em comparação com as demais formulações ( $p < 0,05$ ). Isso pode

ser explicado pelo maior conteúdo desse nutriente nas farinhas do bagaço de laranja e da casca de maracujá (2,97 % e 6,04% em base seca, respectivamente) em comparação com a farinha de bagaço de maçã e com a de trigo, que segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (NEPA, 2011) contém 0,8 g 100 g<sup>-1</sup>. Os resultados encontrados para matéria mineral nas formulações teste (1,54% a 1,82%) são próximos aos obtidos para pães de mel enriquecidos com farelo de trigo e linhaça descrito no estudo de Possamai (2005) (1,55 e 1,57% em base úmida, respectivamente).

Em relação ao conteúdo proteico, ele foi significativamente inferior para as formulações acrescidas das farinhas dos subprodutos de frutas. Tal resultado é subsidiado pelo menor teor desse componente dietético nessas farinhas em comparação à farinha de trigo (9,8g.100g<sup>-1</sup>) (NEPA, 2011), que está presente em maior quantidade na formulação padrão. Desse modo, tais farinhas não poderiam ser incorporadas em formulações alimentícias com a finalidade única de melhorar o aporte proteico.

Alimentos com elevado valor nutricional e valor calórico reduzido são desejados por pessoas que buscam qualidade de vida através da alimentação. As formulações enriquecidas com bagaço de maçã, bagaço de laranja e casca de maracujá mostraram-se excelentes alternativas para satisfazer esse perfil de consumidor. A substituição parcial da farinha de trigo pela adição dos subprodutos de frutas contribuiu significativamente para diminuir o aporte calórico e melhorar qualidade nutricional das formulações, pelo aumento do teor de fibra. Da mesma forma, constatou-se menor valor energético dessas formulações propostas em comparação a outras de pães de mel enriquecidas com fibra proveniente de cereais (POSSAMAI, 2005). Tais constatações são fundamentadas pelo fato de que a incorporação das farinhas de frutas reduz a quantidade de carboidratos não fibrosos e calóricos no produto, como o amido, e aumenta consideravelmente o teor de carboidratos complexos, devido à alta proporção (acima de 50%) de fibra alimentar nessas farinhas (Tabela 1). Diferente dos demais carboidratos, a fibra não é degradada pelas enzimas digestivas e assim não serve como fonte energética para o organismo humano. Calcula-se que apenas 7% da energia derive de açúcares liberados dos polissacarídeos por ação dos microrganismos intestinais, ou a partir de ácidos graxos de cadeia curta produzidos pela fermentação desses açúcares, os quais são parcialmente absorvidos e usados para a produção de energia (DAMODARAN et al., 2010).

Também vale ressaltar que a redução expressiva de 18,7% de carboidratos não fibrosos em relação à FP permitiu a formulação FBM menor contribuição calórica mesmo apresentando teor superior ( $p < 0,05$ ) de lipídeos em 4%, fato atribuído à presença de quantidade apreciável de gordura (8,19%) e fibra (76,84%) nesse subproduto de fruta (Tabela 1).

**Tabela 3.** Composição química das formulações de pães de mel (% base úmida).

	Formulações			
	FP	FBM	FBL	FCM
Umidade	15,94 ± 0,16 <sup>c</sup>	22,61 ± 0,07 <sup>ab</sup>	22,17 ± 0,13 <sup>b</sup>	22,93 ± 0,21 <sup>a</sup>
Proteína	5,83 ± 0,11 <sup>a</sup>	5,10 ± 0,01 <sup>b</sup>	4,74 ± 0,02 <sup>c</sup>	4,96 ± 0,08 <sup>b</sup>
Matéria Mineral	1,50 ± 0,06 <sup>c</sup>	1,54 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,60 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,82 ± 0,03 <sup>a</sup>
Lipídeos	3,51 ± 0,03 <sup>b</sup>	3,65 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,31 ± 0,04 <sup>c</sup>	3,07 ± 0,07 <sup>c</sup>
Fibra Alimentar Total	1,83 ± 0,07 <sup>d</sup>	9,61 ± 0,36 <sup>a</sup>	6,62 ± 0,05 <sup>c</sup>	7,59 ± 0,18 <sup>b</sup>
Fibra Alimentar Insolúvel	1,23 ± 0,02 <sup>d</sup>	6,43 ± 0,08 <sup>a</sup>	3,34 ± 0,02 <sup>c</sup>	4,38 ± 0,03 <sup>b</sup>
Fibra Alimentar Solúvel	0,60 ± 0,05 <sup>b</sup>	3,18 ± 0,28 <sup>a</sup>	3,28 ± 0,03 <sup>a</sup>	3,21 ± 0,15 <sup>a</sup>
Carboidratos não fibrosos	71,22 ± 0,34 <sup>a</sup>	57,93 ± 0,43 <sup>c</sup>	61,65 ± 0,12 <sup>b</sup>	59,75 ± 0,50 <sup>d</sup>
Valor calórico (Kcal 100 g <sup>-1</sup> )	340,46 ± 0,73 <sup>a</sup>	283,21 ± 1,63 <sup>c</sup>	294,58 ± 0,27 <sup>b</sup>	285,95 ± 1,48 <sup>c</sup>

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\* FP = formulação padrão, FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá.

### 3.1 ANÁLISE SENSORIAL

É importante salientar que não basta o alimento desenvolvido apresentar considerável potencial funcional. Para garantir sua estabilidade no mercado e atingir diversas classes sociais, o produto alimentício precisa primordialmente atender às exigências do consumidor, tanto em relação ao custo, quanto em relação às suas características organolépticas, contribuindo, assim, de forma significativa na promoção da saúde da população.

A simples adição de teores elevados de fibra em alimentos nem sempre resulta produtos com características sensoriais aceitáveis (DREHER, 1995). Assim, além da importância de se buscar fontes alternativas de fibra alimentar, abundantes e de baixo custo como os subprodutos de frutas, os testes sensoriais são de fundamental importância para garantir o sucesso do produto desenvolvido.

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos na avaliação da aceitabilidade dos pães de mel com incorporação dos diferentes subprodutos de frutas. Nota-se que as três formulações avaliadas pelos 56 julgadores tiveram boa média de aceitabilidade para todos os atributos sensoriais, perfazendo um índice médio de aceitação global (que envolve todos os parâmetros de qualidade sensorial do produto) entre 77,4% e 80,3%. Da mesma maneira, outros estudos que incorporaram farinhas dos subprodutos de frutas em formulações alimentícias como biscoitos, bolos e barra de cereais, melhorando seu aporte de fibra, também apresentam boa aceitabilidade nos testes sensoriais (PROTZEK et al., 1998; ISHIMOTO et al., 2007; COELHO e WOSIACKI, 2010; ABUD E NARAIN, 2009; SANTOS et al., 2011; ROBERTO, 2011).

Independentemente da farinha de fruta incorporada na formulação do pão de mel, todas geraram a mesma resposta sensorial, embora alguns participantes mencionassem sentir certo sabor residual ou característico das frutas. Vale ressaltar que a adição de farinhas com notáveis diferenças de coloração, não interferiu de forma diferenciada na aceitação do produto em relação a esse parâmetro.

Para que um produto seja considerado aceito em termos de suas propriedades sensoriais pelo consumidor, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70% (TEIXEIRA et al., 1987). Dessa forma, apesar de estatisticamente insignificante, apenas a nota atribuída ao parâmetro textura para a formulação FBL encontra-se abaixo desse valor estipulado. Talvez o menor aporte de fibra dessa formulação, bem como as características físico-químicas dessa fonte fibrosa, possam ter contribuído para o índice ligeiramente inferior para esse atributo sensorial.

**Tabela 4.** Valores médios de aceitabilidade referentes aos atributos avaliados nas formulações de pães de mel.

Atributos	Formulações		
	FBM	FBL	FCM
Cor	5,80 ± 0,75 <sup>NS</sup>	5,85 ± 0,74 <sup>NS</sup>	5,57 ± 0,90 <sup>NS</sup>
Aroma	5,60 ± 0,77 <sup>NS</sup>	5,31 ± 1,25 <sup>NS</sup>	5,29 ± 0,92 <sup>NS</sup>
Sabor	5,56 ± 1,14 <sup>NS</sup>	5,32 ± 1,19 <sup>NS</sup>	5,49 ± 0,97 <sup>NS</sup>
Textura	5,21 ± 1,22 <sup>NS</sup>	4,84 ± 1,23 <sup>NS</sup>	5,06 ± 1,28 <sup>NS</sup>
Aceitação Global	5,62 ± 1,02 <sup>NS</sup>	5,42 ± 0,81 <sup>NS</sup>	5,45 ± 0,94 <sup>NS</sup>

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de Tukey

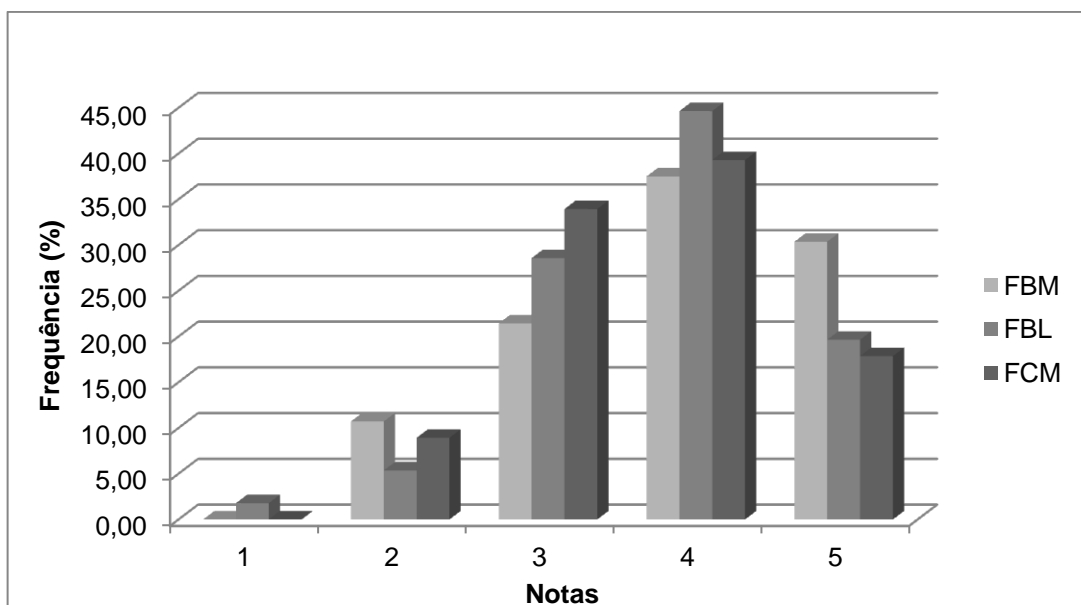
NS: médias não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá.

Quanto à intenção de compra, a maioria das notas atribuídas às formulações testadas (39,3% a 44,6%) situou-se na região da escala referente ao termo “possivelmente compraria” (nota 4), indicando intenção favorável de compra dos produtos desenvolvidos (Figura 1).

Considerando a média das notas positivas à compra, 5 (certamente compraria) e 4 (possivelmente compraria), a formulação FBM se destaca com 67,86% das intenções, seguida pela FBL (64,29%) e por último a FCM (57,14%). Os resultados condizentes com as melhores médias de aceitabilidade atribuídas também à formulação FBM para a maioria dos atributos sensoriais (exceto para o parâmetro cor), embora sem significância estatística.

Assim, do ponto de vista nutricional e sensorial, a formulação FBM merece atenção especial, pois a incorporação de farinha de bagaço de maçã em substituição a farinha de trigo na formulação proposta de pão de mel, além de reduzir o valor calórico do produto de forma significativa, possibilitou incremento superior ( $p < 0,05$ ) de fibra alimentar que os demais subprodutos, e, ainda, apresentou considerável índice de aceitabilidade (80,3%) e maior intenção de compra.



**Figura 1.** Frequência das notas atribuídas às amostras de pães de mel para o teste de intenção de compra. FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá. (1 = certamente não compraria, 2 = possivelmente compraria, 3 = Talvez comprasse/Talvez não comprasse, 4 = Possivelmente compraria, 5 = Certamente compraria).

#### 4 CONCLUSÃO

A adição das farinhas dos subprodutos de frutas testadas no presente estudo promoveu aumento no teor de fibra alimentar e redução no valor calórico, além de boa aceitabilidade e favorável intenção de compra das formulações de pão de mel. Viabiliza-se assim, a utilização racional desses subprodutos do processamento de frutas como novas fontes de fibras, evitando o desperdício desses nutrientes potenciais, frente à realidade preocupante da carência de alimentação de qualidade para a população de baixa renda. Além disso, os pães de mel enriquecidos com farinhas elaboradas a partir da casca de maracujá, bagaço de maçã e bagaço de laranja possibilitaram a obtenção de produtos funcionais e diferenciados, tornando-se alternativas interessantes para quem busca melhorar o consumo de fibra alimentar, principalmente em relação à sua fração solúvel.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutritional and sensory quality of honey bread enriched with flours of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel. With the intention of make feasible the use of these alternative ingredients and low cost as sources of dietary fiber, was tested replacing 15% of wheat flour standard formulation by flours their respective fruit by-products. The test formulations showed high concentration of dietary fiber, especially the soluble fraction, higher moisture and reduced caloric value. The formulation added with apple pomace stood out among the others, by the significantly higher contribution of fiber (9.61%). The results obtained in the sensory analysis of honey breads enriched with fiber from fruit by-products indicated good acceptability of these products for all sensory parameters evaluated (color, aroma, flavor and texture), totaling up average index of overall

acceptance between 77.4% and 80.3%, besides positive purchase intent, presenting the majority of the responses (39.3% to 44.6%) concentrated on the hedonic term "possibly buy", with no significant difference between the test formulations. The results indicate the possibility of use of these fruit by-products as fibrous ingredients to be used in the formulation of food products differentiated, such as honey bread, by significantly improve fiber content (mainly in relation to soluble fraction), which will contribute to prevention of wastage of potential nutrients and to promote consumer health.

KEYWORDS: APPLE POMACE; PASSION FRUIT PEEL, ORANGE BAGASSE; SOLUBLE FIBER; FUNCTIONAL FOOD; ACCEPTABILITY.

## REFERÊNCIAS

- 1 AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16<sup>th</sup> ed., Supplement 1998. Washington: 1995, 1018p.
- 2 ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, n 4, p.257-265, 2009.
- 3 BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**. v. 37, n.52, p. 911-917. 1959.
- 4 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 16 de janeiro de 1998.
- 5 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003, Seção I, p. 33-44.
- 6 BORTOLUZZI R.C. **Aplicação da fibra da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. São Paulo, 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Área de Bromatologia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de alimentos e Nutrição experimental, Universidade de São Paulo.
- 7 CANTERI, M. H. G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. Curitiba, 2010.162 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Setor de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná.
- 8 CANTERI, M. H. G.; MORENO, L.; WOSIACKU, G.; SCHEER, A. Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final. **Polímeros**, v.22, n.2, p. 149-157, 2012.

- 9 CERQUEIRA, P. M.; FREITAS, M. C. J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Curcubita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, v.21, n.2, p.129-136, 2008.
- 10 COELHO, L. M.; WOSIACKI, G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p. 582-588, 2010.
- 11 DAMODARAN, S., PARKIN, K. L., FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.
- 12 DREHER, M. L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C. (Eds). **Dietary fiber in health & disease**. Minnesota: Eagan Press, 1995. p. 467-474.
- 13 ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S. BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v.124, p. 411-421.
- 14 FIETZ VR, SALGADO JM. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p. 318-321, 2010.
- 15 GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 53, n. 1, p. 14-20, 2003.
- 16 GONÇALVES, M. C. R., COSTA, M. J. C., ASCIUTTI, L. S. R., DINIZ, M. F. F. M. Fibras dietéticas solúveis e suas funções nas dislipidemias. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.22, n.2, p.167-173, 2007.
- 17 ISHIMOTO, F. Y; HARADA, A. I.; BRANCO, I.G.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá- Amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.9, n.2, p. 279-292, 2007.
- 18 LÓPEZ, G.; ROS, G.; RINCÓN, F.; PERIAGO, M. J.; MARTÍNEZ, C.; ORTUÑO, J. Propiedades funcionales de la fibra dietética: mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. **Archivos Latino Americanos de Nutrition**, v.47, n.3, p. 203-207, 1997.
- 19 LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, n.1,p. 3-8, 1999.
- 20 MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, v.34, n.1, p. 50-55, 2000.

- 21 MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M. Perfil da ingestão de fibra alimentar e amido resistente pela população brasileira nas últimas três décadas. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética em Iberoamérica: tecnología y salud: Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2001. p. 433-444.
- 22 NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO.** 4.ed. Campinas: BookEditora, 2011. 164 p.
- 23 POSSAMAI, T. N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial.** Curitiba, 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.
- 24 PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.186-192, 2007.
- 25 PROTZEK EC, FREITAS RJS, WASCZYNSKJ N. Aproveitamento do bagaço de maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**,v.16, n.2, p. 263-275, 1998.
- 26 RAUPP, D. S. R.; CARRIJO, K. C. R.; COSTA, L. L. F.; MENDES, S. D. C.; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia agricola**, v.57, n.3, p. 395-402, 2000.
- 27 RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, n.6, p.244- 254, 2002.
- 28 ROBERTO, B. S. **Resíduo de goiaba: metabolismo em ratos e aplicabilidade em barras de cereais.** Santa Maria, 2012. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Área de Concentração em Qualidade de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria.
- 29 SANTOS, A. A. O.; SILVA, I. V. C.; SANTOS, J. P. A.; SANTANA, D. G.; ALMEIDA, M. L.; MARCELLINI, P. S. Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. **Ciência Rural**, v.41, n.3, p.531-536, 2011.
- 30 SILVA, M. R.; BORGES, S.; MARTINS, K. A. Avaliação química, física e sensorial de biscoitos enriquecidos com farinha de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata como fonte de fibra alimentar. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.4, n.73, p.163-70, 2001.
- 31 TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis : UFSC, 1987. 182 p.



## 4 DISCUSSÃO GERAL

Considerando que o Brasil apresenta produção expressiva de maracujá, maçã e laranja (IBGE, 2012), e o volume de subprodutos gerados pela industrialização dessas frutas para produção de suco representam inúmeras toneladas no país, este trabalho buscou avaliar o potencial tecnológico e nutricional do bagaço de maçã (BM), bagaço de laranja (BL) e casca de maracujá (CM), oferecendo subsídios para aplicabilidade direcionada desses alimentos alternativos na nutrição humana, principalmente como fontes de fibras alimentares, as quais são fundamentais para a promoção e a manutenção da saúde humana.

O conhecimento detalhado da real composição química das farinhas desidratadas desses subprodutos de frutas, bem como de suas propriedades tecnológicas, foram inicialmente avaliados, uma vez que é indispensável para validar a aplicação dessas fontes alternativas em formulações alimentícias, seja como fonte de nutrientes seja como aditivo alimentar.

A análise da composição química dessas farinhas demonstrou que a fibra alimentar é de fato o constituinte de maior relevância, apresentando teores que variaram de 54,82% (BL) a 76,84% (BM) em base seca (MS), acima do recomendado (>50%) para o pó de fibra dietética obtido de subprodutos de frutas (LARRAURI, 1999), o que as torna alimentos interessantes para serem incorporados na alimentação diária ou no enriquecimento de produtos alimentícios, contribuindo para atingir a recomendação diária para esse componente dietético. Além disso, o teor de umidade e o valor energético das farinhas analisadas estão de acordo com o preconizado para esse tipo de alimento (< 9% de umidade e < 199,81Kcal.100g<sup>-1</sup>) (LAURRANI, 1999), com valores máximos para o BL (8,45% de umidade e 189,90 Kcal% MS).

Diferente das fibras de cereais, amplamente utilizadas pela indústria para enriquecer os alimentos, as farinhas das frutas demonstraram ser fontes importantes de fibra solúvel (FS) (fração associada à maioria dos efeitos benéficos da fibra no organismo humano), apresentando teor mínimo de 18,97% para o BM e máximo de 25,17% para o BL, sendo a pectina responsável pela maior parte dessa fração (49,19% da FS para o BL a 91,25% para o BM). Além das reconhecidas propriedades tecnológicas da pectina, como agente espessante, estabilizante e

geleificante em alimentos, ela possui implicações benéficas à saúde humana, como redução do colesterol LDL, da absorção de glicose e do peso corporal, além de efeito prebiótico, estimulando o crescimento da microflora intestinal (CANTERI et al., 2012).

A CM, além de se destacar pelo seu elevado teor de minerais (6,04%) e baixo teor de gordura (1,26%), apresentou alta capacidade de hidratação (20,65 g água. g<sup>-1</sup> MS). Isso indica que a natureza dos polissacarídeos que constituem a fração solúvel da CM também contribui para que esse subproduto possua propriedades higroscópicas relevantes. A alta capacidade de hidratação da CM aliada à sua maior capacidade de ligação à gordura viabiliza sua aplicação como ingrediente alimentício, auxiliando na textura do alimento e na estabilidade de emulsão e ainda, do ponto de vista da saúde, contribuindo no controle da glicemia e do colesterol pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal.

O BM, além do maior teor de fibra alimentar, demonstrou maior capacidade de ligação ao cobre (CLCu) (22,63 mg cobre.g<sup>-1</sup> MS), o que provavelmente está relacionado à maior contribuição de pectina e de taninos condensados em sua composição quando comparado aos demais subprodutos, e também devido à presença de teores relevantes de lignina (CHEN et al., 1988), os quais são os principais constituintes da fibra capazes de exercer influência sobre essa propriedade (JERACI e VAN SOEST, 1990; RETORE, 2009). A CLCu está relacionada à habilidade da fibra em “ligar” sais biliares, impedindo de serem reabsorvidos pelo epitélio intestinal, e dificultar a emulsificação das gorduras, conferindo, assim, ao BM maior potencial de redução da lipidemia por tal mecanismo (LÓPEZ et al., 1997; CAMIRE, 2003; RETORE, 2009).

O bagaço de laranja se destacou pelo maior conteúdo de compostos fenólicos, o que pode indicar maior potencial antioxidante (MARTÍNEZ et al., 2012). Também apresentou o maior teor de fibra solúvel em sua composição (45,90% da fibra total). Esses componentes podem agir de forma sinérgica para a promoção da saúde humana.

Cada fonte vegetal de fibra apresenta características constitucionais diferenciadas que vão exercer efeitos fisiológicos e metabólicos próprios que precisam ser conhecidos. Assim, é indispensável avaliar se esses subprodutos de frutas apresentam realmente potencial nutricional para fundamentar sua utilização

na nutrição humana como fontes alternativas de fibras, com finalidades mais funcionais e eficazes.

Pensando nisso, o presente estudo avaliou, através de ensaio biológico com ratos Wistar em crescimento, as propriedades biológicas da farinha do BM, BL e CM como fontes de fibras, em substituição à celulose da dieta controle (TC), e obteve resultados satisfatórios.

O consumo de dietas contendo os subprodutos do processamento de frutas influenciou de forma positiva o metabolismo lipídico e glicídico dos animais, promovendo reduções nos níveis séricos de triglicérides e glicose e nos níveis hepáticos de colesterol, bem como desempenhou importante ação no controle da glicemia pós-prandial. As fibras das frutas contribuíram ainda para aumentar (em 25,5% a 38,6%) a umidade fecal dos animais, o que é importante para prevenir constipação e hemorroidas (CHERBUT et al., 1997).

Os componentes da fibra alimentar influenciam distintamente no processo da digestão e da absorção de nutrientes. Observou-se menor ( $p < 0,05$ ) digestibilidade aparente da proteína e maior ( $p < 0,05$ ) excreção fecal de gordura nas fezes dos animais submetidos às dietas adicionadas dos subprodutos de frutas. Nesse aspecto, pressupõe-se que, além dos mecanismos associados à viscosidade proporcionada pela fração solúvel da fibra (GALISTEO et al., 2008), a maior capacidade de ligação catiônica das fibras advindas dos subprodutos em relação à celulose - fibra com baixo potencial de troca iônica (NAWIRSKA e KWASNIEWSKA, 2005) - possa ter exercido influência negativa na digestibilidade dos nutrientes, quelando/indisponibilizando co-fatores de enzimas digestivas e sais biliares, colaborando para os resultados encontrados, entretanto, sem exercer efeito antinutricional suficiente para afetar o desenvolvimento normal dos animais, conforme observado na Tabela 3 do Artigo 2. Vale ressaltar que ambos os mecanismos estão intimamente associados ao carboidrato pectina, pois como foi observado nos resultados de caracterização das farinhas, este carboidrato está presente em quantidades substancial nos subprodutos das frutas.

Os ratos submetidos ao tratamento com bagaço de maçã (TBM) excretaram mais que o dobro de gordura nas fezes do que aqueles submetidos ao tratamento controle (TC) (10,36% e 4,05%, respectivamente), sendo também superior ( $p < 0,05$ ) aos valores observados para os demais tratamentos. Tais resultados estão relacionados à sua maior ( $p < 0,05$ ) CLCu, afetando a quantidade de sais biliares

circulantes, e conseqüente emulsificação das gorduras (forma menos micelas). Assim, levanta-se a hipótese de que esse mecanismo tenha influenciado com mais intensidade a redução observada nos níveis de triglicérides séricos e colesterol hepático para os animais desse grupo. Destaca-se, também, que a substituição da celulose por essa fonte de fibra não influenciou de forma significativa a glicemia de jejum, mas apresentou menor pico glicêmico pós-prandial.

As fibras solúveis, que estão presentes em maior proporção nas dietas teste adicionadas dos subprodutos de frutas, são mais suscetíveis à fermentação pelas bactérias intestinais do que as fibras insolúveis (JERACI e VAN SOEST, 1990, LÓPEZ et al., 1997; RIQUE et al., 2002). Esse fato fundamenta o teor de nitrogênio fecal significativamente maior para esses tratamentos e a média de digestibilidade aparente da fibra alimentar (DAFA) quase sete vezes superior a do grupo controle. A fermentação da fibra também leva à produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), componentes necessários para o bom desenvolvimento da microflora intestinal, o que reflete na acidificação das fezes observada nos tratamentos TBL e TCM, o que é importante para inibir o crescimento de bactérias patogênicas e contribuir na prevenção de infecções gastrointestinais e câncer de cólon (HERNANDEZ et al., 1995; LÓPEZ et al. 1997; RAUPP et al., 2000; ZARAGOZA et al, 2001 RIQUE et al., 2002).

Os AGCC produzidos pela fermentação da fibra podem afetar o metabolismo de lipídeos e carboidrato (LÓPEZ et al., 1997; CAMBRODÓN e MARTÍN-CARRÓN, 2001; KUMAR et al., 2002; COPPINI, 2004). A influência da fermentação sobre o metabolismo desses nutrientes foi observada com mais intensidade no tratamento com casca de maracujá (TCM), contribuindo para a redução observada nos níveis de glicose e de triglicérides séricos e colesterol no fígado dos animais desse grupo. As fibras advindas da casca de maracujá (CM) apresentaram maior indicativo de fermentabilidade, devido à DAFA obtida para esse tratamento ser superior ( $p < 0,05$ ) aos demais, o que favoreceu para a menor produção de fezes úmidas e secas pelos animais desse grupo. A elevada capacidade de hidratação (CH) da casca de maracujá também teve sua efetividade nutricional comprovada no ensaio biológico, contribuindo assiduamente para bons resultados bioquímicos observados para o tratamento TCM. Isso porque a alta CH das suas fibras solúveis está relacionada ao aumento da viscosidade do bolo alimentar, que atua como barreira física, dificultando ou impedindo a ação das enzimas e dos sais biliares sobre o substrato,

limitando a absorção do material já digerido e restringindo o seu aproveitamento para o organismo (JERACI e VAN SOEST, 1990; TOPPING, 1991; GALISTEO et al., 2008)

A dieta adicionada de bagaço de laranja (TBL), além de reduzir significativamente a glicemia de jejum, resultou na melhor resposta glicêmica pós-prandial pela elevação tênue da glicemia e sua estabilidade ao longo dos 90 min após o desjejum. Esse comportamento está relacionado tanto às características físico-químicas de suas fibras e sua maior proporção da fração solúvel, quanto aos compostos bioativos associados a elas, pois estão presentes em maior quantidade nesse subproduto de fruta (24,2% e 79,7% superior a CM e BM, respectivamente). Segundo evidências científicas, os compostos fenólicos também podem contribuir no controle glicêmico (KENDALL et al., 2010). Isso indica que o BL possui mecanismos intrínsecos que agem sinergicamente proporcionando essa melhor resposta glicêmica, o que é de extrema relevância especialmente para pacientes diabéticos, que necessitam manter regulares os níveis de glicose no sangue (KOPP, 2006)

Embora sem significância estatística, foi possível observar tendência na redução nos níveis séricos de colesterol total (valor médio 12,2% inferior ao TC) e elevação nos níveis de colesterol HDL (valor médio 8,5% superior ao TC) para os animais alimentados com os subprodutos das frutas durante o período experimental.

A substituição da celulose pelas diferentes fontes de fibras não ocasionou sobrecarga hepática ou renal, não provocou alteração no peso do intestino, nem foi capaz de alterar a quantidade de gordura armazenada. A presença de proporção variada da fibra solúvel (FS) e insolúvel (FI) entre as dietas experimentais não influenciou de forma significativa no tempo de trânsito intestinal. A FS, ao contrário da FI, a qual melhora a motilidade intestinal prevenindo, por exemplo, a constipação (LÓPEZ et al., 1997), torna o processo de passagem da digesta mais lento. Assim, as propriedades físico-químicas da fração solúvel da fibra dos subprodutos não foram suficientes para modificar esse parâmetro, sendo que tais proporções mantiveram a regularidade das funções digestivas.

Após a comprovação de que a farinha do bagaço de maçã, do bagaço de laranja e da casca de maracujá são fontes de fibras com considerável potencial nutricional, foi fundamental avaliar a viabilidade quanto às características sensoriais do uso desses subprodutos na elaboração de produtos alimentícios funcionais, pois a adição de teores elevados de fibra em alimentos nem sempre resulta produtos

com características sensoriais aceitáveis. Nesse sentido, a terceira etapa deste trabalho foi desenvolvida a fim de avaliar a qualidade nutricional e sensorial de pães de mel enriquecidos com as farinhas desses subprodutos das frutas, com o intuito de viabilizar o uso desses ingredientes alternativos e de baixo custo como fontes de fibra alimentar.

Testou-se a substituição de 15% da farinha de trigo da formulação padrão pelas farinhas dos respectivos subprodutos de frutas, proporcionando pães de mel que podem ser classificados como produtos com alto teor de fibra alimentar (mínimo 6% de fibra), segundo a Portaria nº 27 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998). A presença de maior teor de fibra nos pães de mel auxiliou na retenção de água no produto após o cozimento, propriedade que influencia profundamente na textura final (maciez) do produto (BORTOLUZZI, 2009; ELLEUCH et al. 2011). As formulações com as farinhas das frutas, além de reduzir o valor calórico do produto, também contribuíram no aumento da fração solúvel da fibra, fato que não pode ser observado com tanta intensidade quando se utiliza as fibras convencionais provenientes de cereais (LAURRARI, 1999).

Sabe-se que não basta o alimento desenvolvido apresentar considerável potencial funcional, ele precisa primordialmente atender às exigências do consumidor, tanto em relação ao custo do produto, quanto em relação às suas características organolépticas para garantir sua estabilidade no mercado. Assim, considerando que as fontes de fibras utilizadas são ingredientes de baixo custo, o que pode reduzir o valor do produto no qual forem adicionadas, as suas propriedades sensoriais na formulação testada se mostraram satisfatórias.

Os pães de mel enriquecidos com fibra advinda das frutas analiadas foram avaliados por 56 julgadores e obtiveram boa média de aceitabilidade para todos os atributos sensoriais avaliados (cor, aroma, sabor e textura), perfazendo um índice de aceitação global (que envolve todos os parâmetros de qualidade sensorial do produto) entre 77,4% e 80,3%. Não foi constatada diferença significativa entre as formulações teste, indicando que, independentemente da farinha de fruta incorporada na formulação do pão de mel, todas geraram a mesma resposta sensorial, embora existam propriedades físico-químicas diferenciadas entre as farinhas, além de coloração e sabores característicos, que podem influenciar de forma divergente a qualidade sensorial do produto.

Aliadas à boa aceitabilidade, as formulações teste demonstraram também positiva intenção de compra, apresentando a maioria (39,3% a 44,6%) das respostas concentradas no termo hedônico “possivelmente compraria”.

Em face aos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que os subprodutos de frutas, bagaço de maçã, bagaço de laranja e casca de maracujá, podem ser ingredientes naturais promissores para a indústria alimentícia, pois além de apresentar qualidade nutricional e tecnológica, estão disponíveis em grandes quantidades e apresentam baixo custo.





## 5 CONCLUSÕES

Todas as farinhas dos subprodutos de frutas analisados apresentaram alto teor de fibra alimentar e compostos fenólicos, além de serem fontes importantes da fração solúvel, principalmente pectina. O bagaço de maçã se destacou pelo maior teor de fibra (especialmente composta por pectina), bem como apresentou superior capacidade de ligação ao cobre. A casca de maracujá mostrou-se fonte natural de minerais, percentual ínfimo de gordura e elevada capacidade de hidratação. O bagaço de laranja foi o subproduto com maior teor de fibra solúvel e com conteúdo de compostos bioativos.

Através do ensaio biológico, constatou-se que esses subprodutos influenciam positivamente o metabolismo lipídico e glicídico, promovendo reduções significativas nos níveis de triglicerídeos e de colesterol hepático, bem como desempenharam importante ação no controle da glicemia pós-prandial. A fibra oriunda do bagaço de maçã apresentou maior potencial em reduzir a absorção e a metabolização da gordura pela sua excreção aumentada nas fezes, mas foi o único subproduto que não exerceu influência significativa na glicemia de jejum. As fibras advindas da casca de maracujá apresentaram maior indicativo de fermentabilidade pela sua maior digestibilidade aparente. Já o bagaço de laranja apresentou a melhor resposta glicêmica pós-prandial. Constatou-se ainda que essas fontes de fibras promoveram modificações em parâmetros importantes para a saúde do intestino (pH, NF e UF) e que a presença de maior proporção de fibra solúvel não afetou a regularidade do tempo de trânsito intestinal.

A adição das farinhas dos subprodutos de frutas promoveu aumento no teor de fibra alimentar dos pães de mel e redução no seu valor calórico. Ao mesmo tempo obteve-se boa aceitabilidade e favorável intenção de compra para esses produtos, viabilizando assim, a utilização racional dos subprodutos do processamento de frutas analisados no presente estudo como novas fontes de fibras, com potencial nutricional e tecnológico.



## REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, v.46, p.112-126. 2001.

ABDUL-HAMID, A.; LUAN, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**, v.68, p.15-19. 2000.

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal Food Technology**, v.12, n.4, p.257-265, out./dez. 2009.

ALEXANDRINO, A. M. et al. Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus* (Jack:Fr). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.2, p. 364-368, abr./jun. 2007.

ANDERSON, J. W. et al. Dietary fiber and coronary heart disease. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.29, p.95-147, 1990.

ANDERSON, J. W. et al. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, v.67, n.4, p.188–205. 2009.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides – their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM, 10., 1994, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: University Press, 1994. p. 51-56.

APRIKIAN, O. et al. Apple pectin and a polyphenol-rich apple concentrate are more effective together than separately on cecal fermentation and plasma lipids in rats. **The Journal of Nutrition**, v.133, n.6, p.1860-1865. 2003.

ARAÚJO, J.L.P. et al. **Análise do custo de produção e rentabilidade do maracujá explorado na região do submédio do São Francisco**. Petrolina – PE: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. ISSN 1808-9984. (Comunicado Técnico 122).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th ed., Supplement 1998. Washington: 1995, 1018p.

ASSIS, L. M. et al. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 15-24. 2009.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**. v.99, n.1, p.191–203. 2006.

BORGES, S. V.; BONILHA, C. C.; MANCINI, M. C. Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.3, p.317-321, jul./set. 2006.

BORTOLUZZI, R. C. **Aplicação da fibra da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BOYER, J.; LIU, R.H. Apple phytochemicals and their health benefits. **Nutrition Journal**, v.12, p. 3-5. 2004.

BUCKERIDGE; M. S.; TINÉ, M. A. S. Composição polissacarídica: estrutura da parede celular e fibra alimentar. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 3, p.43-60.

CANTERI, M. H. G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 2010. 162 f Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) –Universidade Federal do Paraná; Curitiba, 2010

CANTERI, M. H. G. et al. Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final. **Polímeros**. v.22, n.2, p.149-157. 2012.

CAMARGO, L. A. et al. Utilização de bagaço de laranja na produção de pectinases de *Aspergillus* sp. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 2, p. 153-156, abr./jun. 2005.

CAMARGO, P. et al. Redimento da pectina da casca do maracujá em seus estádios diferentes de maturação: verde, maduro e senescência. In: **V Semana de Tecnologia em Alimentos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v. 2, n.1. 2007.

CAMBRODÓN, I. G.; MARTÍN-CARRÓN, N. Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 24, p.311-338.

CAMIRE, M. E. Raisin dietary fiber composition and vitro bile acid binding. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.3, p.834-837. 2003.

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

CARDOSO, S. M. G. **Efeito da polpa de laranja sobre parâmetros fisiológicos, morfológicos e a absorção intestinal de glicose e metionina em ratos Wistar jovens e adultos**. 1998. 82 f. Dissertação (Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

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

CENCI, S. **[Entrevista disponibilizada em 16 de agosto de 2010, a Internet]**. 2010. Disponível em: <<http://www.ctaa.embrapa.br/index.php?id=20&tipo=completa&cod=269>>. Acesso em: 4 nov. 2011.

CERQUEIRA, P. M. Avaliação da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita máxima*, L.) no trato intestinal e no metabolismo glicídico e lipídico em ratos. 2006. 68f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

CERQUEIRA, P. M. et al. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Curcubita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.21, n.2, p.129-136, mar./abr. 2008.

CHAU, C.; HUANG, Y. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.9, p. 2615-2618. 2003.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibres - a potential fibre source. **Food Chemistry**. v. 85 p.189 -194, 2004.

CHAU, C. F; CHEN C. H; WANG, Y. T. Effects of a novel pomace fiber on lipid and cholesterol metabolism in the hamster. **Nutrition Research**, v.24, n.5, p.337-345. 2004.

CHEN, H. et al. Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. **Cereal Chemistry**, v.65, n.3, p.244-247. 1988.

CHERBUT, C. et al. Digestive and metabolic effect of potato and maize fibers in human subjects. **British Journal of Nutrition**, v.77, n.1, p.33-46. 1997.

CHO, S.S., DREHER M.L. **Handbook of Dietary Fiber**. New York, NY: Marcel Dekker, Inc. 2001.

COELHO, L. M. **Potencial da Farinha de Bagaço de Maçã no tratamento dietiterápico de pessoas idosas**. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

COELHO, L. M.; WOSIACKI, G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.3, p.582-588, jul./set. 2010.

COPPINI, L. Z. **Fibra Alimentar**. Congresso Brasileiro de Nutrição e Câncer. São Paulo, 2004.

CÓRDOVA, K. R. V. et al. Características Físico-Químicas da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) Obtida por Secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 221-230, jan./jun. 2005.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**.(4th ed.). Porto Alegre: Artmed. 2010.

DA SILVA, I. Q. et al. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.2, p. 321-329, abr./jun. 2009

DELAHAYE, E. P; JIMÉNEZ, P.; PÉREZ, E. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. **Journal of Food Engineering**, v.68, p.1–7. 2005.

DERIVI, A. C. N.; MENDEZ, M. H. M. Uma visão retrospectiva da fibra e doenças cardiovasculares. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 30, p.411-430.

DIAS, M. V. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.1, p.65-71, jan./mar. 2011

DREHER, M. L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C. (Eds). **Dietary fiber in heath & disease**. Minnesota: Eagan Press, 1995. p. 467-474.

EGGUM, B. O. et al. The effect of protein quality and fibre level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats. **British Journal of Nutrition**, v.51, p.305–314. 1984.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**. v.124, p.411–421. 2011.

ESTRUCH, R. et al. Effects of dietary fibre intake on risk factors for cardiovascular disease in subjects at high risk. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v.63, p.582–588. 2009.

FACHINELLO, J. C; NACHTIGAL; J. C Situação da Fruticultura no Brasil. In: **Fruticultura - Fundamentos e Práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Livro Eletrônico, 2009, cap. 1. Disponível em <[www.cpatc.embrapa.br](http://www.cpatc.embrapa.br)>. Acesso em: 09 set. 2011.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. M. et al. Application of functional citrus by-products to meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p.176-185. 2004.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá- aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 101-102. 2004.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In Simpósio internacional de produção de não-ruminantes, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p 85-113.

FERTONANI, H. C. R. Influência da concentração de ácidos no processo de extração e na qualidade de pectina de bagaço de maçã. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.4, p.599-612, out./dez. 2006.

FIETZ, V. R.; SALGADO, J. M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 318-321, set./dez. 1999.

FIGUEROLA, F. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. **Food Chemistry**, v.91, p.395–401. 2005.

FINCO, A. M. O. et al. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de berinjela. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 03, n. 01, p. 49-59. 2009.

FIORENTIN, L. D. et al. Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.6, p.653–659. 2010.

GALISTEO, M.; DUARTE, J.; ZARZUELO, A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.19, p.71-84. 2008.

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

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.825-827. 2005.

GONÇALVES, M. C. R. et al. Fibras dietéticas solúveis e suas funções nas dislipidemias. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.22, n.2, p.167-173, 2007.

GONZÁLEZ, M. C. et al. Effect of orange and apple pectin on cholesterol concentration in serum, liver and faces. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v.54, n.2, p.99-104. 1998.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; MARTMHN-BELLOSO, O. Comparison of dietary fibre from by-products of processing fruits and greens and from cereals. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.32, p.503-508.1999.



HERNANDEZ, T.; HERNANDEZ, A.; MARTINEZ, C. Concepto, propiedades y metodos de analisis. **Alimentaria**, v.4, p.19-30, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal [Acesso 2012 jul 23]. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>

ISHIMOTO, F. Y. et al.. Aproveitamento Alternativo da Casca do Maracujá- Amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para Produção de Biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.9, n.2, p.279-292. 2007.

ÍTAVO, L. C. V. et al. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1485-1490. 2000.

JERACI, J. L.; VAN SOEST, P. J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, v. 270, p.245-263, 1990.

JANEBRO, D. I. et al. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 18 (Supl.): 724-732, Dez. 2008.

JERACI, J. L.; VAN SOEST, P. J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, v. 270, p. 245-263. 1990.

JONES, P. J. H.; KUBOW, S. Lipídios, Esteróis e Seus Metabólitos. In: Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C., **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. 9ª ed. São Paulo: Manole;. p.83 – 84. 2003.

KAC, G.; VELASQUEZ-MELÉNDEZ, G. A. Transição Nutricional e a epidemiologia da Obesidade na América Latina.; **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19 (Sup 1), p.s4-s5. 2003.

KENDALL, C. W. C.; ESFAHANI, A.; JENKINS, D. J. A. The link between dietary fibre and human health. **Food Hydrocolloids**, v.24, p.42–48. 2010.

KOBORI, C. N.; JORGE N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1008-1014. 2005.

KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa L.*). **LWT-Food Science and Technology**, v.43, p.1026-1031. 2010.

KUMAR, C. M. et al. Modulatory effect of butyric acid - a product of dietary fiber fermentation in experimentally induced diabetic rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.13, p.522-527. 2002.

LAIRON, D. Dietary fibre metabolism and cardiovascular disease. In: VAN DER KAMP, J. M. et al. **Dietary Fibre: bio-active carbohydrates for food and feed**. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2004. Cap.3, p.183-191.

LARRAURI, J. A. et al. Measurement of health-promoting properties in fruit dietary fibers: antioxidant capacity, fermentability and glucose retardation index. **Journal of Science and Food Agriculture**, v.71, p.515-519. 1996.

LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, n.1, p. 3-8. 1999.

LARREA, M. A; CHANG, Y. K; MARTINEZ-BUSTOS, F. Some functional properties of extruded orange pulp and its effect on the quality of cookies. **LWT-Food Science and Technology**, v.38; n.3, p.213–220. 2005.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (a) the upgrading concept; (b) practical implementations. **Bioresource Technology**, Essex, v. 87, p. 167-198, 2003.

LEE, S. C.; PROSKY, L. International survey on dietary fiber: definition, analysis, and reference materials. **Journal of Association of Analytical Chemists International**, Washington, v. 78, n.1, p.22-36. 1995.

LEONEL, M. Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca como base para produtos dietéticos. In: LEONEL, M. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, p. 221-226, 2001.

LEONTOWICZ, M. et al. Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol. **Food Chemistry**, v.72, p.73-78. 2001.

LÓPEZ, G. et al. Propiedades funcionales de la fibra dietética: mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal. **Archivos Latino Americanos de Nutrition**, v 47, n.3, p.203-206. 1997.

LOUSADA JÚNIOR, J. E. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.37, n.1, p.70 -76. 2006.

MANN, J. I.; CUMMINGS, J. H. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.19, p.226–229. 2009.

MANRIQUE, G. D.; LAJOLO, F. M. Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: modificaciones em los componentes de La fibra soluble. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 22, p.283-296.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil). Citrus [Acesso 2012 jul 14]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus>>.

MARCON, M. V. et al. Pectins from Apple Pomace. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.15, n.2, p.127-129. 2005.

MARIN, R. F. et al. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibers. **Food Chemistry**, v.100, p. 736-741. 2007.

MARTÍNEZ R. et al. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v.135, n.3, p.1520-1526. 2012.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, v.34, n.1, p.50-55, 2000.

MAYER, E. T. Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra na resposta biológica de ratos. 2007. 75f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MEDEIROS, J. S. et al. Avaliação das atividades hipoglicemiantes e hipolipemiantes da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, vol.41, n.2, p.99-101. 2009a.

MEDEIROS, J. S. et al. Ensaio toxicológico clínico da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*), como alimento com propriedade de saúde. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19 (2.A), p394-399, abr./jun. 2009b.

MIGUEL, A. C. A. et al. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.733-737, jul./set. 2008.

MOMM, A. N. **Efeito do bagaço de maçã sobre a glicemia, lipidemia, peroxidação de lipídeos e peso corporal em ratos obesos**. 2007. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

MONGEAU, R. et al. Relationship between dietary fiber levels and protein digestibility in selected foods as determined rats. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.39, n.1, p.45–51. 1989.

MOURA, F. A. et al. Biscoitos tipo “cookie” elaborados com diferentes frações de semente de abóbora (*Curcubita maxima*) **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 579-585, out./dez. 2010.

NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, v.91, p.221–225. 2005.

NEVES, M. F.; LOPES, F. F. **Estratégias para a Laranja no Brasil**. São Paulo: Editora Atlas. 2005.

NUNES, D. V. et al. Efeito da farinha de casca de maracujá amarelo (*Passiflora alata*) na glicemia de ratos. In: **XVI Congresso de iniciação científica e XI Encontro de pós-graduação**, 2007, Pelotas.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa deg.*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.259-262. Set/Dez. 2002.

OU, S. et al. In Vitro study of possible role of dietary fibre in lowering postprandial serum glucose. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.1026–1029. 2001.

PACHECO, M. T. B.; SGARBIERI, V. C. Fibra e doenças gastrointestinais. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 28, p.385-397.

PÁDUA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; SGARBIERI, V. C. Importance of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell wall as source of dietary fiber. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.233-239. 2000.

PAGANINI, C. et al. Aproveitamento de bagaço de maçã para a produção de álcool e obtenção de fibras alimentares. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1231-1238, nov./dez., 2005.

PELIZER, L. H.; PONTIRRI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, Chile, v. 2, n. 1, p.118-127. 2007.

PEREIRA, C. L. F. **Avaliação da Sustentabilidade Ampliada de Produtos Agroindustriais. Estudo de caso: Suco de Laranja e Etanol**. 2008. 290f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

RAMOS, A. T. et al. Uso de *Passiflora edulis f. flavicarpa* na redução do colesterol. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.17, n.4, p.592-97. Out./Dez. 2007.

RIBEIRO, E. T. S. **Emprego de técnicas de extração a alta e baixa pressão para obtenção de polifenóis antioxidantes do subproduto agroindustrial de maçã**. 2007. 133 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

RUPÉREZ, P.; BRAVO, L. Oligofructanos y gomas. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 4, p.61-76.

POSSAMAI, T. N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**, 2005. 69 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

POURCHET-CAMPOS, M. A. Fibra: A fração que desafia os estudiosos. **Revista Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.2, p. 53-63. 1990.

PROTZEK, E. C.; FREITAS, R. J. S.; WASCZYNSKJ, N. Aproveitamento do bagaço de maçã na elaboração de biscoitos ricos em fibra alimentar. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.16, n.2, p.263-275. 1998.

RAUPP, D. S. et al. Composição e propriedades fisiológico-nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.2, p.205-210. 1999.

RAUPP, D. S. R. et al. Propriedades funcionais, digestivas e nutricionais de polpa-refinada de maçã. **Scientia Agricola**, v.57, n.3, p. 395-402, jul./set. 2000.

RAUPP, D. S. et al. Arraste via fecal de nutrientes da ingestão produzido por bagaço de mandioca hidrolisado. **Scientia Agricola**, v. 59, n.2, p. 235-242. 2002.

RETORE, M. **Caracterização da fibra de co-produtos agroindustriais e sua avaliação nutricional para coelhos em crescimento**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

REYES, F. G. R.; AREAS, M. A. Fibras alimentares e metabolismo de carboidratos. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 20, p.399-409.

RIEGEL, R. E. **Bioquímica** (4th ed). São Leopoldo: Unisinos. 2006.

RIQUE, A. B. R. et al. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, n.6, Nov/Dez. 2002.

RODRÍGUEZ, R. et al. A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n.1, p.3-15. 2006.

RUIZ-ROSO, B.; PÉREZ-OLLEROS, L.; GARCÍA-CUEVAS, M. Influencia de La fibra dietaria (FD) em la biodisponibilidad de los nutrientes. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 26, p.345-370.

SALGADO, J. M. et al. Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic rat. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.3, p.784-789, jul./set. 2010.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. 2005. 168f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SANTANA, M. F. S.; GASPARETTO, C. A. Microestrutura da fibra alimentar do albedo de laranja: um estudo por técnicas físicas e análise de imagens. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.29, n.1, p.124-134, jan./mar. 2009.

SANTOS, A. A. O. et al. Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.3, p.531-536, mar. 2011.

SAURA-CALIXTO, F. et al. In vitro determination of the indigestible fraction in foods: an alternative to dietary fiber analysis. **Journal of agricultural and food chemistry**, v.48, p.3342–3347. 2000.

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

SAURA-CALIXTO, F.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; GOÑI, I. Contribution of cereals to dietary fibre and antioxidant intakes: Toward more reliable methodology. **Journal of Cereal Science**, v.50, p. 291–294. 2009.

SANTOS, G. T. et al. Silagens alternativas de resíduos agro-industriais. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. In: **Anais do Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas**, Maringá, 2001. 319p.

SCHENEEMAN, B. O. Soluble vs. insoluble fibre-different physiological responses. **Food Technology**, v.41, p.81–82. 1987.

SOARES, M. C. et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante de bagaço de maçã. In: **Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC**, Florianópolis, SC, julho, 2006.

SOARES, M. et al. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n.3, p.727-732. 2008.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p.33-36. 2008

SOUZA, L. B.; LEONEL, M. Efeito da concentração de fibra e parâmetros operacionais de extrusão sobre as propriedades de pasta de misturas de fécula de mandioca e polpa cítrica. . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.686-692. 2010.

SUDHA, M.L.; BASKARAN, V.; LEELAVATHI, K. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. **Food Chemistry**, v.104, p.686–92. 2007.

THEBAUDIN, J. Y. et al. Dietary fibres: nutritional and technological interest. **Trends in Foods Science & Technology**, v.8, p.41-48.1997.

TOPPING, D. L. Soluble fiber polysaccharides: effects on plasma cholesterol and colonic fermentation. **Nutrition Reviews**, v.49, n.7, p.195-203. 1991.

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

UBANDO-RIVERA, J.; NAVARRO-OCAÑA, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.A. Mexican lime peel: Comparative study on contents of dietary fibre and associated antioxidant activity. **Food Chemistry**, v.89, p.57–61.2005.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Cambridge, v.74, p.358. 1991.



VAN SOEST, P. J. Carbohydrates. In: \_\_\_\_\_. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. Cap. 11, p.156-176.

VERGARA-VALENCIA, N. et al. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. **Food Science and Technology**, London, v.40, p.722-729. 2007.

VILLAS-BÔAS, S. G.; ESPOSITO, E. Bioconversão do bagaço de maçã. **Biotecnologia - Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, p. 38-42. 2001

VITTI, P. et al. **O Uso de farinhas mistas em pão, biscoito, macarrão**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1979. 175p.

WESTENBRINK, S.; BRUNT, K.; KAMP, J. Dietary fibre: Challenges in production and use of food composition data. **Food Chemistry**. Set. 2012.

WASZCZYNSKYJ, N. et al. Tecnologia para obtenção de fibras alimentares a partir de matérias primas regionais. Experiência do Brasil. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 16, p.237-243.

YOUNES, H.; Demigné, C.; Behr, S.; Rémésy, C. Resistant starch exerts a lowering effect on plasma urea by enhancing urea N transfer into the large intestine. **Nutrition Research**, v.15, p.1199–1210. 1995.

ZARAGOZA, M. L. Z.; PÉREZ, R. M.; NAVARRO, Y. T. G. Propriedades funcionales y metodologia para su evaluación em fibra dietética. In: LAJOLO, F. M. et al. **Fibra Dietética en Iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. cap. 14, p.195-209.

ZERAIK, M. L. et al. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.3, p. 459-471, Jun./Jul. 2010.



## ANEXOS

### ANEXO A - Manual para publicação na Revista de Nutrição.

#### Escopo e política

A Revista de Nutrição é um periódico especializado que publica artigos que contribuem para o estudo da Nutrição em suas diversas subáreas e interfaces. Com periodicidade bimestral, está aberta a contribuições da comunidade científica nacional e internacional.

Os manuscritos podem ser rejeitados sem comentários detalhados após análise inicial, por pelo menos dois editores da Revista de Nutrição, se os artigos forem considerados inadequados ou de prioridade científica insuficiente para publicação na Revista.

#### Categoria dos artigos

A Revista aceita artigos inéditos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês, nas seguintes categorias:

**Original:** contribuições destinadas à divulgação de resultados de pesquisas inéditas, tendo em vista a relevância do tema, o alcance e o conhecimento gerado para a área da pesquisa (limite máximo de 5 mil palavras).

**Especial:** artigos a convite sobre temas atuais (limite máximo de 6 mil palavras).

**Revisão (a convite):** síntese de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente, de modo a conter uma análise crítica e comparativa dos trabalhos na área, que discuta os limites e alcances metodológicos, permitindo indicar perspectivas de continuidade de estudos naquela linha de pesquisa (limite máximo de 6 mil palavras). Serão publicados até dois trabalhos por fascículo.

**Comunicação:** relato de informações sobre temas relevantes, apoiado em pesquisas recentes, cujo mote seja subsidiar o trabalho de profissionais que atuam na área, servindo de apresentação ou atualização sobre o tema (limite máximo de 4 mil palavras).

**Nota Científica:** dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento (limite máximo de 4 mil palavras).

**Ensaio:** trabalhos que possam trazer reflexão e discussão de assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas (limite máximo de 5 mil palavras).

**Seção Temática (a convite):** seção destinada à publicação de 2 a 3 artigos coordenados entre si, de diferentes autores, e versando sobre tema de interesse atual (máximo de 10 mil palavras no total).

**Categoria e a área temática do artigo:** os autores devem indicar a categoria do artigo e a área temática, a saber: alimentação e ciências sociais, avaliação nutricional, bioquímica nutricional, dietética, educação nutricional, epidemiologia e estatística, micronutrientes, nutrição clínica, nutrição experimental, nutrição e geriatria, nutrição materno-infantil, nutrição em produção de refeições, políticas de alimentação e nutrição e coletiva.

### **Pesquisas envolvendo seres vivos**

Resultados de pesquisas relacionadas a seres humanos e animais devem ser acompanhados de cópia de aprovação do parecer de um Comitê de Ética em pesquisa.

### **Registros de Ensaio Clínicos**

Artigos com resultados de pesquisas clínicas devem apresentar um número de identificação em um dos Registros de Ensaio Clínicos validados pelos critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), cujos endereços estão disponíveis no site do ICMJE. O número de identificação deverá ser registrado ao final do resumo.

Os autores devem indicar três possíveis revisores para o manuscrito. Opcionalmente, podem indicar três revisores para os quais não gostaria que seu trabalho fosse enviado.

### **Procedimentos editoriais**

#### **Autoria**

A indicação dos nomes dos autores logo abaixo do título do artigo é limitada a 6. O crédito de autoria deverá ser baseado em contribuições substanciais, tais como concepção e desenho, ou análise e interpretação dos dados. Não se justifica a inclusão de nomes de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima.

Os manuscritos devem conter, na página de identificação, explicitamente, a contribuição de cada um dos autores.

#### **Processo de julgamento dos manuscritos**

Todos os outros manuscritos só iniciarão o processo de tramitação se estiverem de acordo com as Instruções aos Autores. Caso contrário, serão devolvidos para adequação às normas, inclusão de carta ou de outros documentos eventualmente necessários.

Recomenda-se fortemente que o(s) autor(es) busque(m) assessoria lingüística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e inglesa) antes de submeter(em) originais que possam conter incorreções e/ou inadequações morfológicas, sintáticas, idiomáticas ou de estilo. Devem ainda evitar o uso da primeira pessoa "meu estudo...", ou da primeira pessoa do plural "percebemos...", pois em texto científico o discurso deve ser impessoal, sem juízo de valor e na terceira pessoa do singular.

Originais identificados com incorreções e/ou inadequações morfológicas ou sintáticas serão devolvidos antes mesmo de serem submetidos à avaliação quanto ao mérito do trabalho e à conveniência de sua publicação.

Aprovados nesta fase, os manuscritos serão encaminhados aos revisores ad hoc selecionados pelos editores. Cada manuscrito será enviado para dois revisores de reconhecida competência na temática abordada, podendo um deles ser escolhido a partir da indicação dos autores. Em caso de desacordo, o original será enviado para uma terceira avaliação.

Todo processo de avaliação dos manuscritos terminará na segunda e última versão.

O processo de avaliação por pares é o sistema de blind review, procedimento sigiloso quanto à identidade tanto dos autores quanto dos revisores. Por isso os

autores deverão empregar todos os meios possíveis para evitar a identificação de autoria do manuscrito.

Os pareceres dos revisores comportam três possibilidades: a) aprovação; b) recomendação de nova análise; c) recusa. Em quaisquer desses casos, o autor será comunicado.

Os pareceres são analisados pelos editores associados, que propõem ao Editor Científico a aprovação ou não do manuscrito.

Manuscritos recusados, mas com possibilidade de reformulação, poderão retornar como novo trabalho, iniciando outro processo de julgamento.

### **Conflito de interesse**

No caso da identificação de conflito de interesse da parte dos revisores, o Comitê Editorial encaminhará o manuscrito a outro revisor ad hoc.

Manuscritos aceitos: manuscritos aceitos poderão retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações, no processo de editoração e normalização, de acordo com o estilo da Revista.

Provas: serão enviadas provas tipográficas aos autores para a correção de erros de impressão. As provas devem retornar ao Núcleo de Editoração na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não serão aceitas nesta fase.

### **Preparo do manuscrito**

#### **Submissão de trabalhos**

Serão aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho e da área temática, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Revista de Nutrição e de concordância com a cessão de direitos autorais e uma carta sobre a principal contribuição do estudo para a área.

Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso.

Enviar os manuscritos via site <<http://www.scielo.br/rn>>, preparados em espaço entrelinhas 1,5, com fonte Arial 11. O arquivo deverá ser gravado em editor de texto similar ou superior à versão 97-2003 do Word (Windows).

O texto deverá contemplar o número de palavras de acordo com a categoria do artigo. As folhas deverão ter numeração personalizada desde a folha de rosto (que deverá apresentar o número 1). O papel deverá ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).

Os artigos devem ter, aproximadamente, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50. Sempre que uma referência possuir o número de Digital Object Identifier (DOI), este deve ser informado.

**Versão reformulada:** a versão reformulada deverá ser encaminhada via <<http://www.scielo.br/rn>>. O(s) autor(es) deverá(ão) enviar apenas a última versão do trabalho.

O texto do artigo deverá empregar fonte colorida (cor azul) ou sublinhar, para todas as alterações, juntamente com uma carta ao editor, reiterando o interesse em publicar nesta Revista e informando quais alterações foram processadas no manuscrito, na versão reformulada. Se houver discordância quanto às

recomendações dos revisores, o(s) autor(es) deverão apresentar os argumentos que justificam sua posição. O título e o código do manuscrito deverão ser especificados.

**Página de rosto:**

- a) título completo - deve ser conciso, evitando excesso de palavras, como "avaliação do....", "considerações acerca de..." 'estudo exploratório....";
  - b) short title com até 40 caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol) e inglês;
  - c) nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um. Será aceita uma única titulação e filiação por autor. O(s) autor(es) deverá(ão), portanto, escolher, entre suas titulações e filiações institucionais, aquela que julgar(em) a mais importante.
  - d) Todos os dados da titulação e da filiação deverão ser apresentados por extenso, sem siglas.
  - e) Indicação dos endereços completos de todas as universidades às quais estão vinculados os autores;
  - f) Indicação de endereço para correspondência com o autor para a tramitação do original, incluindo fax, telefone e endereço eletrônico;
- Observação: esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

**Resumo:** todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras.

Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês.

Para os artigos originais, os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos básicos adotados, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicando formas de continuidade do estudo.

Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações.

O texto não deve conter citações e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em Ciência da Saúde - DeCS - da Bireme <<http://decs.bvs.br>>.

**Texto:** com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Comunicação, Nota Científica e Ensaio, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

**Introdução:** deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema, e que destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão.

**Métodos:** deve conter descrição clara e sucinta do método empregado, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

Em relação à análise estatística, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex.  $p < 0.05$ ;  $p < 0.01$ ;  $p < 0.001$ ) devem ser mencionados.

Informar que a pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde e fornecer o número do processo.

Ao relatar experimentos com animais, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas.

**Resultados:** sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto.

Tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. É imprescindível a informação do local e ano do estudo. A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros e tabelas terão as bordas laterais abertas.

O(s) autor(es) se responsabiliza(m) pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que deverão ser elaboradas em tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente); não é permitido o formato paisagem. Figuras digitalizadas deverão ter extensão jpeg e resolução mínima de 300 dpi.

Gráficos e desenhos deverão ser gerados em programas de desenho vetorial (Microsoft Excel, CorelDraw, Adobe Illustrator etc.), acompanhados de seus parâmetros quantitativos, em forma de tabela e com nome de todas as variáveis.

A publicação de imagens coloridas, após avaliação da viabilidade técnica de sua reprodução, será custeada pelo(s) autor(es). Em caso de manifestação de interesse por parte do(s) autor(es), a Revista de Nutrição providenciará um orçamento dos custos envolvidos, que poderão variar de acordo com o número de imagens, sua distribuição em páginas diferentes e a publicação concomitante de material em cores por parte de outro(s) autor(es).

Uma vez apresentado ao(s) autor(es) o orçamento dos custos correspondentes ao material de seu interesse, este(s) deverá(ão) efetuar depósito bancário. As informações para o depósito serão fornecidas oportunamente.

**Discussão:** deve explorar, adequada e objetivamente, os resultados, discutidos à luz de outras observações já registradas na literatura.

**Conclusão:** apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Não serão aceitas citações bibliográficas nesta seção.

**Agradecimentos:** podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

**Anexos:** deverão ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá aos editores julgar a necessidade de sua publicação.

**Abreviaturas e siglas:** deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por extenso, quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

#### **Referências de acordo com o estilo Vancouver**

**Referências:** devem ser numeradas consecutivamente, seguindo a ordem em que foram mencionadas pela primeira vez no texto, conforme o estilo Vancouver.

Nas referências com dois até o limite de seis autores, citam-se todos os autores; acima de seis autores, citam-se os seis primeiros autores, seguido de et al.

As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o Index Medicus.

Não serão aceitas citações/referências de monografias de conclusão de curso de graduação, de trabalhos de Congressos, Simpósios, Workshops, Encontros, entre outros, e de textos não publicados (aulas, entre outros).

Se um trabalho não publicado, de autoria de um dos autores do manuscrito, for citado (ou seja, um artigo in press), será necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo.

Se dados não publicados obtidos por outros pesquisadores forem citados pelo manuscrito, será necessário incluir uma carta de autorização, do uso dos mesmos por seus autores.

**Citações bibliográficas no texto:** deverão ser expostas em ordem numérica, em algarismos arábicos, meia linha acima e após a citação, e devem constar da lista de referências. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo "&"; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor, seguido da expressão et al.

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor. Todos os autores cujos trabalhos forem citados no texto deverão ser listados na seção de Referências.

## Exemplos

### Artigo com mais de seis autores

Oliveira JS, Lira PIC, Veras ICL, Maia SR, Lemos MCC, Andrade SLL, et al. Estado nutricional e insegurança alimentar de adolescentes e adultos em duas localidades de baixo índice de desenvolvimento humano. Rev Nutr. 2009; 22(4): 453-66. doi: 10.1590/S1415-52732009000400002.

### Artigo com um autor

Burlandy L. A construção da política de segurança alimentar e nutricional no Brasil: estratégias e desafios para a promoção da intersetorialidade no âmbito federal de governo. Ciênc Saúde Coletiva. 2009; 14(3):851-60. doi: 10.1590/S1413-81232009000300020.

### Artigo em suporte eletrônico

Sichieri R, Moura EC. Análise multinível das variações no índice de massa corporal entre adultos, Brasil, 2006. Rev Saúde Pública [Internet]. 2009 [acesso 2009 dez 18]; 43(supl.2):90-7. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102009000900012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102009000900012&lng=pt&nrm=iso)>. doi: 10.1590/S0034-89102009000900012.

### Livro

Alberts B, Lewis J, Raff MC. Biologia molecular da célula. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2010.

### Livro em suporte eletrônico

Brasil. Alimentação saudável para pessoa idosa: um manual para o profissional da saúde [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2009 [acesso 2010 jan 13]. Disponível em: <[http://200.18.252.57/services/e-books/alimentacao\\_saudavel\\_idosa\\_profissionais\\_saude.pdf](http://200.18.252.57/services/e-books/alimentacao_saudavel_idosa_profissionais_saude.pdf)>.

### Capítulos de livros

Aciolly E. Banco de leite. In: Aciolly E. Nutrição em obstetrícia e pediatria. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. Unidade 4.

### Capítulo de livro em suporte eletrônico



Emergency contraceptive pills (ECPs). In: World Health Organization. Medical eligibility criteria for contraceptive use [Internet]. 4th ed. Geneva: WHO; 2009 [cited 2010 Jan 14]. Available from: <[http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563888\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563888_eng.pdf)>.

### **Dissertações e teses**

Duran ACFL. Qualidade da dieta de adultos vivendo com HIV/AIDS e seus fatores associados [mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.

### **Texto em formato eletrônico**

Sociedade Brasileira de Nutrição Parental e Enteral [Internet]. Assuntos de interesse do farmacêutico atuante na terapia nutricional. 2008/2009 [acesso 2010 jan 14]. Disponível em: <<http://www.sbnpe.com.br/ctdpg.php?pg=13&ct=A>>.

### **Programa de computador**

Software de avaliação nutricional. DietWin Professional [programa de computador]. Versão 2008. Porto Alegre: Brubins Comércio de Alimentos e Supergelados; 2008. Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do Committee of Medical Journals Editors (Grupo Vancouver) <<http://www.icmje.org>>.

### **Lista de checagem**

- Declaração de responsabilidade e transferência de direitos autorais assinada por cada autor.
- Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letras fonte Arial, corpo 11 e entrelinhas 1,5 e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).
- Indicação da categoria e área temática do artigo.
- Verificar se estão completas as informações de legendas das figuras e tabelas.
- Preparar página de rosto com as informações solicitadas.
- Incluir o nome de agências financiadoras e o número do processo.
- Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, o ano de defesa.
- Incluir título do manuscrito, em português e em inglês.
- Incluir título abreviado (short title), com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas.
- Incluir resumos estruturados para trabalhos submetidos na categoria de originais e narrativos para manuscritos submetidos nas demais categorias, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras nos dois idiomas, português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com termos de indexação
- Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo Vancouver, ordenadas na ordem em que foram mencionadas pela primeira vez no texto, e se todas estão citadas no texto.
- Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas.
- Cópia do parecer do Comitê de Ética em pesquisa.

**ANEXO B** - Manual para publicação na Revista Food Chemistry.**GUIDE FOR AUTHORS****INTRODUCTION*****Types of paper***

Original research papers; review articles; rapid communications; short communications; viewpoints; letters to the Editor; book reviews.

1. Research papers - original full-length research papers which have not been published previously, except in a preliminary form, and should not exceed 7,500 words (including allowance for no more than 6 tables and illustrations).

2. Review articles - will be accepted in areas of topical interest, will normally focus on literature published over the previous five years, and should not exceed 10,000 words (including allowance for no more than 6 tables and illustrations).

3. Rapid communications - an original research paper reporting a major scientific result or finding with significant implications for the research community, designated by the Editor.

4. Short communications - Short communications of up to 3000 words, describing work that may be of a preliminary nature but which merits immediate publication.

5. Viewpoints - Authors may submit viewpoints of about 1200 words on any subject covered by the Aims and Scope.

6. Letters to the Editor - Letters are published from time to time on matters of topical interest.

7. Book reviews

***Page charges***

This journal has no page charges.

**BEFORE YOU BEGIN*****Ethics in publishing***

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

The work described in your article must have been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html> ; EU Directive 2010/63/EU for animal experiments [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab\\_animals/legislation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm).

### **Conflict of interest**

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

### **Submission declaration and verification**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

### **Changes to authorship**

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

*Before the accepted manuscript is published in an online issue:* Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who **AUTHOR INFORMATION PACK 9 Oct 2012** [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem) 5 must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

*After the accepted manuscript is published in an online issue:* Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the

corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

### ***Retained author rights***

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

### ***Role of the funding source***

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

### ***Funding body agreements and policies***

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

### ***Open access***

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

### ***Language and language services***

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://webshop.elsevier.com/languageservices> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

### ***Submission***

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

AUTHOR INFORMATION PACK 9 Oct 2012 [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem) 6

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in EES, or a department.

### ***Referees***

Authors are required to submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 3 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

### ***Review Policy***

A peer review system involving two or three reviewers is used to ensure high quality of manuscripts accepted for publication. The Managing Editor and Editors have the right to decline formal review of a manuscript when it is deemed that the manuscript is

- 1) on a topic outside the scope of the Journal;
- 2) lacking technical merit;
- 3) focused on foods or processes that are of narrow regional scope and significance;
- 4) fragmentary and providing marginally incremental results; or
- 5) is poorly written.

### **PREPARATION**

#### *Use of wordprocessing software*

**General:** Manuscripts must be typewritten, double-spaced with wide margins on one side of white paper. Each page must be numbered, and lines must be consecutively numbered from the start to the end of the manuscript. Good quality printouts with a

font size of 12 or 10 pt are required. The corresponding author should be identified (include a Fax number and E-mail address). Full postal addresses must be given for all co-authors. Authors should consult a recent issue of the journal for style if possible. An electronic copy of the paper should accompany the final version. The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity. Authors should retain a copy of their manuscript since we cannot accept responsibility for damage or loss of papers. Original manuscripts are discarded one month after publication unless the Publisher is asked to return original material after use.

### *Article structure*

Follow this order when typing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Main text, Acknowledgements, Appendix, References, Vitae, Figure Captions and then Tables. Do not import the Figures or Tables into your text. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. All other footnotes (except for table footnotes) should be identified with superscript Arabic numbers. The title of the paper should unambiguously reflect its contents. Where the title exceeds 70 characters a suggestion for an abbreviated running title should be given.

### *Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered

1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

### ***Essential title page information***

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which

the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

AUTHOR INFORMATION PACK 9 Oct 2012 [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem) 7

### ***Abstract***

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not exceed 150 words.

### ***Highlights***

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

### ***Units***

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Temperatures should be given in degrees Celsius. The unit 'billion' is ambiguous and should not be used.

### ***Database linking***

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving their readers oneclick access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research.

Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

### ***Artwork***

#### *Electronic artwork*

#### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.

- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

### *Formats*

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

### **Please do not:**

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

AUTHOR INFORMATION PACK 9 Oct 2012 [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem) 8

Please insert the following text before the standard text - Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as "Figure(s)" and should be numbered consecutively in the order to which they are referred. They should accompany the manuscript, but should not be included within the text. All illustrations should be clearly marked with the figure number and the author's name. All figures are to have a caption. Captions should be supplied on a separate sheet.



### *Color artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then

Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### **Tables**

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

### **References**

#### *Citation in text*

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

#### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed

separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Example: CTAHR (College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii). Tea (*Camellia sinensis*) a New Crop for Hawaii, 2007. URL [http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/tea\\_04\\_07.pdf](http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/tea_04_07.pdf) . Accessed 14.02.11.

All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. No more than 30 references should be cited in your manuscript. In the text refer to the author's name (without initials) and year of publication (e.g. "Steventon, Donald and Gladden (1994) studied the effects..." or "...similar to values reported by others (Anderson, Douglas, Morrison & Weiping, 1990)..."). For 2-6 authors all authors are to be listed at first citation. At subsequent citations use first author et al.. When there are more than 6 authors, first author et al. should be used throughout the text. The list of references should be arranged alphabetically by authors' names and should be as full as possible, listing all authors, the full title of articles and journals, publisher and year. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.

AUTHOR INFORMATION PACK 9 Oct 2012 [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem) 9

### *Reference style*

*Text:* Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered from <http://books.apa.org/books.cfm?id=4200067> or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

*List:* references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

### *Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

### **Supplementary data**

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, highresolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

### **Submission checklist**

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

#### **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print

- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

### *Additional information*

Abbreviations for units should follow the suggestions of the British Standards publication BS 1991. The full stop should not be included in abbreviations, e.g. m (not m.), ppm (not p.p.m.), % and '/' should be used in preference to 'per cent' and 'per'. Where abbreviations are likely to cause ambiguity or may not be readily understood by an international readership, units should be put in full.

Current recognised (IUPAC) chemical nomenclature should be used, although commonly accepted trivial names may be used where there is no risk of ambiguity.

AUTHOR INFORMATION PACK 9 Oct 2012 [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem) 10

The use of proprietary names should be avoided. Papers essentially of an advertising nature will not be accepted.

## **AFTER ACCEPTANCE**

### ***Use of the Digital Object Identifier***

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>. When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

### ***Proofs***

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with

PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then

mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

### ***Offprints***

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

### **AUTHOR INQUIRIES**

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. For detailed instructions on the preparation of electronic artwork, please visit <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs at <http://www.elsevier.com/authorFAQ> and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

**ANEXO C** – Manual para publicação no Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos.

## **POLÍTICA EDITORIAL**

O Boletim do CEPPA divulga trabalhos técnico-científicos inéditos (não publicados ou submetidos a outro periódico), resultantes de pesquisas e revisões bibliográficas na área de tecnologia de alimentos e afins.

Os trabalhos (sem identificação dos autores) são apreciados por dois relatores recorrendo-se a outrorelator caso haja discordância entre os pareceres. A decisão final cabe ao Conselho Editorial após análise dos três pareceres.

As opiniões emitidas nos artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores. O Boletim se reserva o direito de adaptar os originais para manter a homogeneidade da publicação, respeitando sempre o estilo do autor.

São aceitos originais em português, inglês e espanhol, que atendam as disposições normativas abaixo:

### ***Forma do manuscrito***

As colaborações devem ser enviadas pelo Sistema Eletrônico de Revistas da UFPR, digitadas em **Word for windows**, usando fonte **Arial**, tamanho **12**, espaçamento simples e organizadas da seguinte forma:

- título breve e descritivo do conteúdo do artigo;
- nome do autor (titulação e instituição a que pertence em nota de rodapé);
- resumo em português (250 palavras ou 5% do texto - NBR-6028/03);
- palavras-chave (de 3 a 6 – recomenda-se consulta aos tesouros da área);
- introdução;
- material e métodos;
- resultados e discussão;
- conclusão;
- título em inglês, abstract (resumo em inglês) e palavras-chave em inglês;
- referências (em sua maioria publicada após 1995).

### ***Tabelas e ilustrações***

As tabelas e ilustrações devem ser numeradas distinta e consecutivamente, inseridas o mais próximo possível do local em que são mencionadas no texto e apresentar títulos explicativos. Enviar figuras e gráficos em arquivos separados com extensão \*.jpeg.

Para assegurar nitidez, **os desenhos, mapas e fotografias** devem ser apresentados no original em **preto-e-branco**.

### **Conjugação verbal**

Recomenda-se a expressão impessoal evitando o uso da primeira pessoa do singular ou plural. Os dados referentes aos resultados de experiências e observações devem ser expressos no passado.

Generalidades, verdades imutáveis, fatos e situações estáveis exigem formas verbais indicativas de seu valor constante (presente).

### **Referências**

As referências efetivamente citadas no artigo pelo sistema autor/data devem constituir lista única no final do trabalho e serem apresentadas de acordo com a NBR - 6023/02 (reeditada em agosto de 2002) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Modelos

### **Livros**

Ex.: FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424 p.

### **Publicações periódicas**

Ex.: MISLIVEC, P.B.; BRUCE, V.R.; GIBSON, R. Incidence of toxigenic and other molds in green coffee beans. **Journal of Food Protection**, v.46, n.11, p. 969-973, Sept. 2003.

### **Dissertações e teses**

Ex.: MACHADO, C.M.M. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de hormônio vegetal (ácido giberélico – GA3) por fermentação no estado sólido em resíduos agroindustriais brasileiros: relação da produção de GA3 em biorreator piloto e bioensaios em mudas de tomateiro (*Lycopersicum esculentum*)**. Curitiba, 2002. 95 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos), Área de Concentração Agroindústria, Departamento de Tecnologia Química, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

### **Legislação**

Ex.: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 12 de 4 de setembro de 2003. Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 de setembro de 2003. Seção 1, p. 2.

**Anais de Congressos, Simpósios, Seminários e Conferências**

Ex: TANIWAKI, Marta Hiromi; BANHE, A.A.; IAMANAKA, Beatriz Thie. Fungos produtores de ocratoxina em café. In: ENCONTRO NACIONAL DE MICOTOXINAS, 9., 1998; SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM QUALITATIVA DE GRÃOS DO MERCOSUL, 1., 1998, Florianópolis. **Livro de resumos...** Florianópolis: UFSC/Dep. Ciência e Tecnologia de Alimentos/Centro de Ciências Agrárias; Sociedade Latino-Americana de Micotoxicologia, 1998. p. 107.

**Documentos eletrônicos**

Ex.: SUPERINTERESSANTE on line. São Paulo: Abril, 2000. Disponível em: <[www2.uol.com.br/super](http://www2.uol.com.br/super)>. Acesso em: 20/12/2003.

Ex.: TANIWAKI, Marta Hiromi; IAMANAKA, Beatriz Thie; VICENTINI, Maria Carolina. **Fungos produtores de ocratoxina e ocratoxina A em cafés.** Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=119>>. Acesso em: 31/01/2003.



## APÊNDICES

**APÊNDICE A** – Aspecto visual das farinhas dos subprodutos das frutas após desidratação a 55 °C e moagem. BM = farinha de bagaço de maçã; BL = farinha de bagaço de laranja; CM = farinha de casca de maracujá.



## APÊNDICE B – Ficha utilizada para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de pão de mel

AVALIAÇÃO SENSORIAL							
Nome: _____		Data: _____					
Idade: _____		Sexo: ( )M ( )F					
Código da amostra: _____							
<p>Você está recebendo uma amostra codificada de pão de mel. Por favor, deguste e avalie a amostra, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou, marcando a resposta que melhor reflita seu julgamento sobre cada característica do produto.            Obs.: A aceitação global corresponde a quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo geral.</p>							
Característica	1. Desgostei Muitíssimo	2. Desgostei Muito	3. Desgostei Moderadamente	4. Indiferente	5. Gostei Moderadamente	6. Gostei Muito	7. Gostei Muitíssimo
<i>Cor</i>	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
<i>Aroma</i>	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
<i>Sabor</i>	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
<i>Textura</i>	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
<i>Aceitação Global</i>	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
<b>Observações:</b> _____							
Com base em sua avaliação acima da amostra, indique na escala abaixo, sua atitude, caso encontrasse esta amostra à venda.							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Certamente não compraria</b> ( )</li> <li>2. <b>Possivelmente não compraria</b> ( )</li> <li>3. <b>Talvez Comprasse/ Talvez não comprasse</b> ( )</li> <li>4. <b>Possivelmente compraria</b> ( )</li> <li>5. <b>Certamente compraria</b> ( )</li> </ol>							

**APÊNDICE C** – Aspecto visual das formulações de pães de mel oferecidas na análise sensorial. FBL = formulação adicionada de bagaço de laranja; FBM = formulação adicionada de bagaço de maçã; FCM = formulação adicionada de casca de maracujá.

