

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS

**CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE
MANDIOCA E SEU APROVEITAMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE
ALIMENTO EM BARRA.**

LEILA APARECIDA DA COSTA

Florianópolis, maio de 2004

LEILA APARECIDA DA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE
MANDIOCA E SEU APROVEITAMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE
ALIMENTO EM BARRA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências dos Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Evanilda Teixeira.

Florianópolis, maio de 2004.

RESUMO

O Brasil é o segundo produtor mundial de mandioca com uma produção de 22,5 milhões de toneladas no ano de 2003. Somente o estado de Santa Catarina contribuiu com uma produção anual de 600 mil toneladas. O seu consumo, na forma de farinha, é bastante representativo, considerando que, 60% das raízes colhidas são empregadas para esse fim. Esta dissertação de mestrado teve como tema principal, estudar o resíduo final do processamento da farinha de mandioca, denominado bagacinho, popularmente conhecido no sul do Brasil como carolo. Assim, na primeira parte, foram avaliadas suas características físicas, químicas, microscópicas e microbiológicas, a fim de investigar o seu potencial de utilização na indústria alimentícia. O bagacinho apresentou, em base seca, 78,7 g/100g de carboidratos, 6,51 g/100g de fibra alimentar insolúvel, 2,41 g/100g de fibra alimentar solúvel, 1,75 g/100g de proteínas, 0,3 g/100g de lipídios, 1,14 g/100g de cinzas, 9,27 % de umidade e 2,1 % de acidez. Microscopicamente é caracterizado por fibras e amido não gelatinizado. Na segunda parte deste trabalho, investigou-se a possibilidade de aplicação desse resíduo rico em fibra alimentar e isento de glúten no desenvolvimento de um alimento destinado a celíacos, similar às barras de frutas e cereais existentes no mercado. O produto desenvolvido foi avaliado nas suas características físicas, químicas e sensoriais, apresentando 86,15 g/100g de carboidratos, 4,37 g/100g de proteína bruta, 5,10 g/100g de gorduras totais, 1,84 g/100g de fibra alimentar solúvel, 6,16 g/100g de fibra alimentar insolúvel e 1,44 g/100g de resíduo mineral fixo. Através do teste de escala hedônica com 100 julgadores não treinados, consumidores habituais de barras de frutas e cereais, obteve um índice de aceitação de 81,33 %, situando-se entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. Para a indústria de farinha de mandioca é uma oportunidade de diversificação de mercado, como fornecedora para outros segmentos da indústria alimentícia, agregando valor a esse resíduo industrial, atualmente subutilizado majoritariamente para ração animal.

Palavras chaves: resíduo de farinha de mandioca; alimento para celíaco; fibra alimentar.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF THE RESIDUE OF THE MANIOC FLOUR PRODUCTION AND ITS USE IN THE DEVELOPMENT OF FOOD IN BAR

Brazil is the second world producer of manioc with a production of 22,5 million tons in the year of 2003 and the state of Santa Catarina contributed with an annual production of 600 thousand tons. Its consumption in the form of flour is quite representative, considering that 60% of the picked roots are used for this purpose. That master's degree dissertation had as main theme, to study the final residue of the processing of the manioc flour, denominated "bagacinho", popularly known in the south of Brazil as "carolo". Like this, in the first part its physical, chemical, microscopic and microbiological characteristics were appraised, in order to investigate its use potential in the foodstuffs industry. The "bagacinho" presented, in dry base, 78,7 g/100g of carbohydrates, 6,51 g/100g of insoluble alimentary fiber, 2,41 g/100g of soluble alimentary fiber, 1,75 g/100g of proteins, 0,3 g/100g of lipids, 1,14 g/100g of ashes, 9,27% of humidity and 2,1% of acidity. Microscopically it is characterized by fibers and nongelatinized starch. On the second part of this research we investigated the possibility of application of this residue rich in alimentary fiber and without of gluten, in the development of a food destined for the celíacos, similar to the bars of fruits and existent cereals in the market. The developed product was evaluated in its physical, chemical and sensorial characteristics, presenting 86,15 g/100g of carbohydrates, 4,37 g/100g of rude protein, 5,10 g/100g of total fats, 1,84 g/100g of soluble alimentary fiber, 6,16 g/100g of insoluble alimentary fiber and 1,44 g/100g of fixed mineral residue. Through the test of hedonic scale with 100 judges not, habitual consumers of bars of fruits and cereals, an index of acceptance of 81,33% was obtained, locating among the hedonic terms " I liked lightly " and " I liked a lot ". For the manioc flour industry it is an opportunity of market diversification, as a supplier for other segments of the foodstuffs industry, joining value to this industrial residue, nowadays sub-used the majority for animal ration.

Key-words: *manioc flour residue; gluten-free products ; alimentary fiber.*

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
<i>ABSTRACT</i>	4
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Mandioca	12
2.1.1 Produção	12
2.1.2 Botânica	12
2.1.3 Características físicas e químicas	16
2.2 Farinha de mandioca.....	17
2.2.1 Importância na gastronomia brasileira.....	17
2.2.2 Produção industrial	17
2.2.3 Características físicas e químicas	18
2.2.4 Resíduos gerados	20
2.3 Fibras alimentares	21
2.3.1 Definição	21
2.3.2 Classificação e funções fisiológicas	22
2.3.3 Fibra de mandioca	25
2.4 Doença celíaca	28
2.4.1 Caracterização da doença celíaca	28
2.4.2 Tratamento da doença celíaca.....	28
2.5 Análise Sensorial.....	30
2.5.1 Atributos sensoriais	30
2.5.2 Métodos subjetivos ou Afetivos	31
3 CAPÍTULO I.....	32
4 CAPÍTULO II.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
6 REFERÊNCIAS.....	65

CAPITULO I

RESUMO.....	33
RESUMEN.....	34
ABSTRACT	35
1 INTRODUÇÃO	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Material	37
2.2 Composição química	37
2.3 Análise microscópica	37
2.3 Avaliação microbiológica	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4 CONCLUSÕES.....	42
5 REFERÊNCIAS	43

CAPITULO II

RESUMO.....	46
ABSTRACT	47
1 INTRODUÇÃO	48
2 MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1 Matéria-prima.....	48
2.2 Formulação da barra de frutas e fibras.....	49
2.2.1 Modo de Preparo	49
2.3 Avaliação microbiológica	50
2.4 Composição química.....	50
2.5 Análise sensorial	50
2.5.1 Amostra	50
2.5.2 Identificação dos consumidores de barras de frutas e cereais.....	51
2.5.3 Condições do teste	51
2.5.4 Teste sensorial de aceitação.....	52
2.6 Análise estatística.....	52
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4 CONCLUSÕES.....	57
5 REFERÊNCIAS	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Seção transversal da raiz de mandioca.....	13
Figura 2 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de <i>Manihot esculenta</i> Crantz em início de tuberização – Detalhe Mostrando a formação da periderme (PE), Barra = 100 mm.....	13
Figura 3 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de <i>Manihot esculenta</i> Crantz em início de tuberização – Detalhe mostrando o câmbio vascular (ca), floema (FO) e fibras do floema (fi), Barra = 100 mm.....	14
Figura 4 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de <i>Manihot esculenta</i> Crantz em início de tuberização – Detalhe mostrando células parênquimáticas do xilema secundário com acúmulo de grãos de amido (setas) e parênquima radial (pr), Barra = 100 mm.	15
Figura 5 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de <i>Manihot esculenta</i> Crantz em início de tuberização – Detalhe mostrando células parênquimáticas do xilema secundário (pa) e parênquima radial (pr), Barra = 100 mm.	15
Figura 6 – Micrografia dos grânulos de amido da farinha de mandioca.	19
Figura 7 - Fluxograma do processo da fábrica de farinha de mandioca	20

CAPITULO I

Figura 1 Micrografia eletrônica do bagacinho, 20 Kv, elétrons retroespalhados, BSE 12.2-240 x ampliado	37
Figura 2 Micrografia eletrônica do bagacinho, 20 Kv, elétrons retroespalhados, BSE 12.1-240 x ampliado	38
Figura 3 Micrografia eletrônica do bagacinho, 20 Kv, elétrons retroespalhado, BSE 12.1-500 x ampliado	39

CAPITULO II

Figura 1. Modelo do questionário de recrutamento.....	49
Figura 2. Ficha utilizada para o teste de aceitação.	50
Figura 3. Histogramas de frequência dos valores hedônicos atribuídos à barra de frutas e fibras.	54
Figura 4. Histogramas de frequência das intenções de compra atribuídos à barra de frutas e fibras.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da farinha de mandioca.	19
--	----

CAPITULO I

Tabela 1. Composição química do bagacinho, em g/100 g de matéria seca.....	36
---	----

CAPITULO II

Tabela 1. Composição da barra de frutas e fibras a base de resíduo da farinha de mandioca.	47
Tabela 2. Composição química da barra de frutas e fibras em 100 g de matéria seca.....	52
Tabela 3. Informação nutricional da barra de frutas e fibras, porção de 25 g.....	53

1 INTRODUÇÃO

O resíduo da fabricação da farinha de mandioca é o tema principal desta dissertação de mestrado, com relação ao resíduo final do seu processamento, “o bagacinho”, e aproveitamento do seu potencial nutricional na indústria de alimentos.

A gastronomia brasileira, historicamente rica na utilização da farinha de mandioca, produz diversas variantes de subprodutos, com características regionais definidas e com forte apelo cultural.

A mandioca é uma cultura amplamente difundida, com diversas espécies adaptadas as regiões do planeta, devido a sua composição é considerado um dos principais alimentos de milhões de pessoas de países tropicais, inclusive o Brasil, sendo muito utilizada no consumo culinário e processada industrialmente para obtenção de farinhas e féculas.

Nas diversas etapas de processamento industrial da mandioca são geradas quantidades consideráveis de resíduos, atualmente descartados ou sub-utilizados, cujo acúmulo tem constituído importante problema de poluição ambiental.

Com base nas informações de estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2003), o Brasil destacou-se no ano de 2003, como segundo maior produtor mundial de mandioca, produzindo em torno de 22,5 milhões de toneladas (ICEPA, 2004). Considerando que 60 % das raízes colhidas são empregadas na produção farinha de mandioca, estima-se que a quantidade de matéria-prima utilizada para este fim é de aproximadamente 13,5 milhões de toneladas (BIANCHI e CEREDA,1999).

No setor de processamento da farinha de mandioca existe uma forte demanda para a transformação de resíduos em subprodutos, contribuindo com o meio ambiente e reduzindo custos.

Os estudos realizados nos últimos anos utilizando resíduos da fabricação da farinha de mandioca na formulação de produtos alimentares apresentaram resultados favoráveis para sua utilização em escala industrial. Entretanto, pesquisas com “bagacinho” ou “carolo” como é conhecido na região Sul, ainda são escassas.

Este trabalho teve como foco central o bagacinho, na primeira parte foram avaliadas suas características físicas, químicas, microscópicas e microbiológicas, a fim de investigar o seu potencial de utilização na indústria alimentícia. A segunda parte desse trabalho teve como objetivo investigar a possibilidade de aplicação deste resíduo rico em fibra alimentar e isento

de glúten, no desenvolvimento de um alimento similar às barras de frutas e cereais existentes no mercado.

A demanda por produtos destinados a celíacos, a preocupação com a forma física e com hábitos de vida saudáveis e as inovações tecnológicas estimularam o desenvolvimento de tal produto. Para a indústria de farinha de mandioca é uma oportunidade para alcançar novos nichos de mercado, como fornecedora para outros segmentos da indústria alimentícia, agregando valor a este resíduo industrial, atualmente utilizado majoritariamente para ração animal.

Atualmente, tem despertado na comunidade científica o interesse por pesquisas relacionadas aos alimentos com alto teor de fibras, decorrente das investigações sobre o papel que as fibras alimentares desempenham no organismo. Embora a fibra alimentar seja quantitativamente um componente minoritário na alimentação humana, apresenta aspectos fisiológicos associados com redução dos níveis de colesterol sérico, de doenças cardiovasculares, no controle de peso e da glicemia, risco reduzido de certas formas de câncer e melhoria da função gastrointestinal.

Neste contexto, o desenvolvimento deste trabalho, teve por finalidade ampliar os horizontes que norteiam a utilização dos resíduos da fabricação de farinha de mandioca, prospectar novos segmentos de mercado para sua utilização e conseqüentemente reduzir o descarte junto à natureza.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mandioca

2.1.1 Produção

A mandioca é uma cultura amplamente difundida, sendo cultivada em 90 países da América Latina, Caribe, África e Ásia. Na América tropical é cultivada a mais de 5000 anos. Constituí em alimento energético para mais de 400 milhões de pessoas no mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, onde é cultivada por pequenos agricultores (FAO, 2000).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE divulgados pelo Instituto de Planejamento Agrícola de Santa Catarina - ICEPA (2004), o Brasil é o segundo produtor mundial, com uma produção de 22,5 milhões de toneladas no ano de 2003. O estado de Santa Catarina contribuiu com uma produção anual de 600 mil toneladas.

No Brasil o cultivo da mandioca está associado desde o seu descobrimento. Planta-se mandioca em todas as regiões com destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais.

2.1.2 Botânica

Dentro da sistemática botânica de classificação hierárquica, a mandioca pertence à classe das Dicotiledôneas, a família *Euphorbiaceae*, ao gênero *Manihot* e a espécie *Manihot Esculenta Crantz*. Análises filogenéticas do gênero *Manihot* realizadas por Shaal et al (1994), baseando-se em marcadores moleculares, indicam que a mandioca originou-se na América do Sul, mais especificamente no Brasil.

A Figura 1 representa a seção transversal da raiz da mandioca, pode-se observar que a parte interna é basicamente constituída de células parênquimáticas de reserva, nas quais se encontram o amido e vasos de xilema, distribuídos em forma de estrias. No centro da raiz encontram-se os vasos xilógenos e fibras, e na periferia localiza-se o córtex ou casca constituída por capas superpostas de tecidos, fibras esclerenquimatosas, vasos com látex e câmbio (CIAT, 1983).

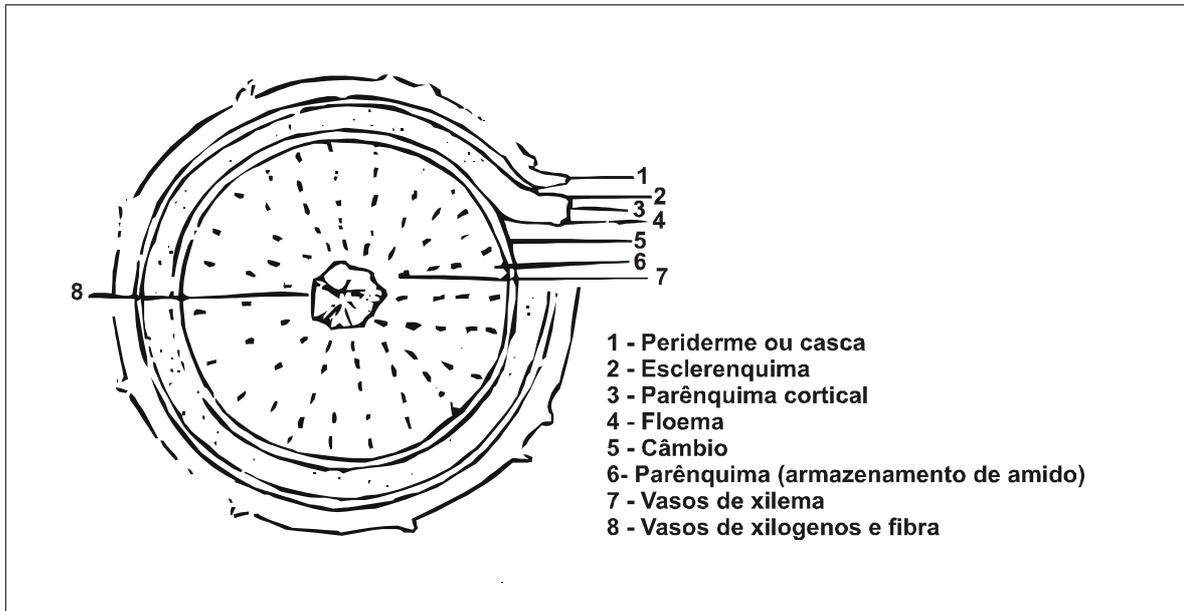
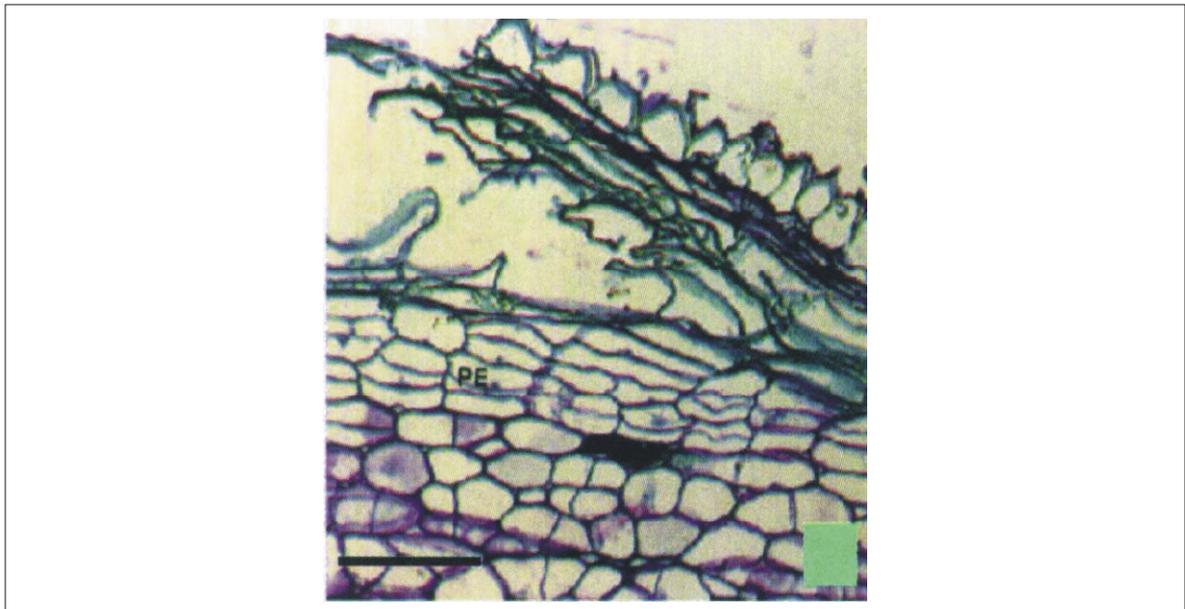


Figura 1 Seção transversal da raiz de mandioca. Fonte: Hunt et al citado em CIAT, (1983).

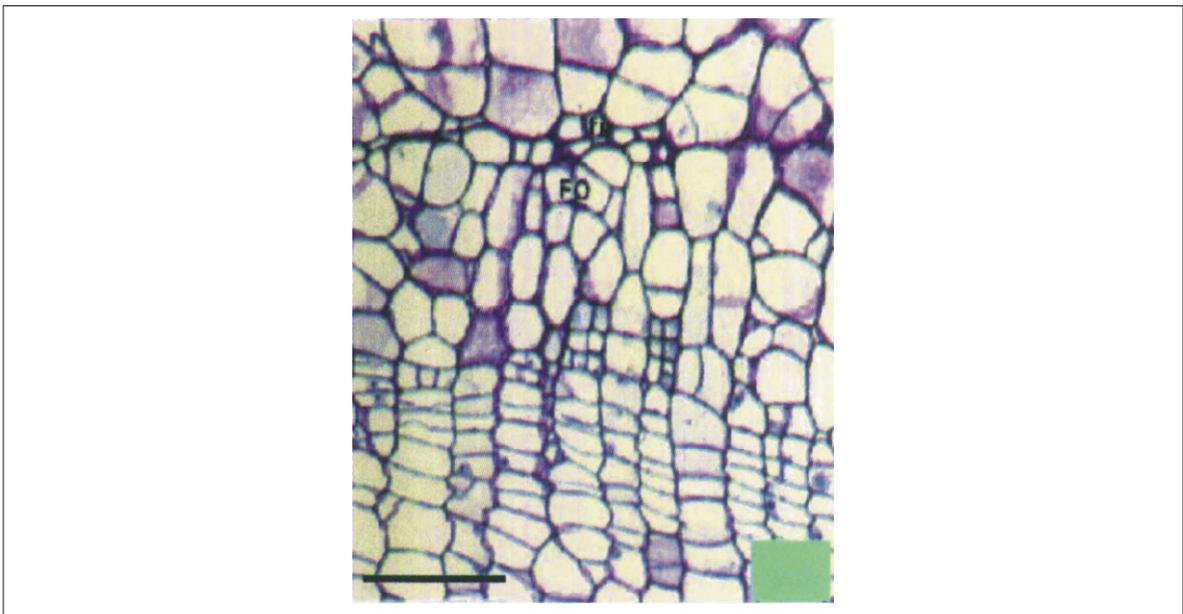
Dallaqua e Coral (2002), através de análise microscópica, acompanharam o desenvolvimento da raiz de mandioca e sua anatomia. A raiz em início de tuberização, após 64 dias do plantio, apresenta-se em estrutura secundária com o felogênio seguindo o padrão geral de formação da periderme (Figura 2).



Fonte: Dallaqua e Coral (2002)

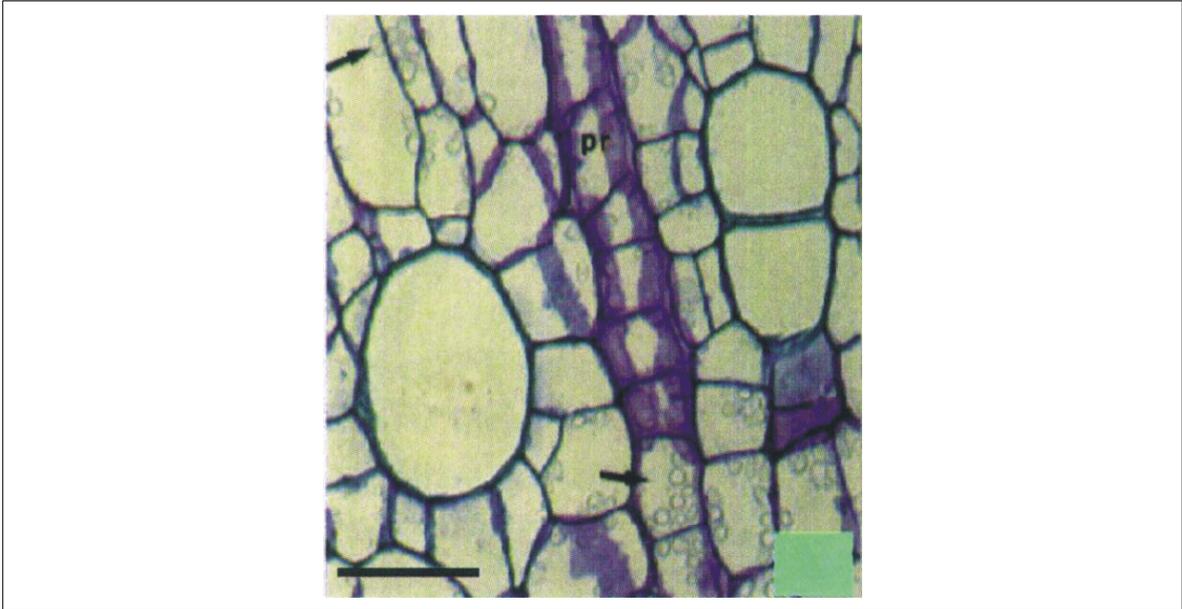
Figura 2 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de *Manihot esculenta* Crantz em início de tuberização – Detalhe Mostrando a formação da periderme (PE), Barra = 100 mm.

A faixa cambial constituí-se de 4 a 6 camadas de células (Figura 3) diferenciando internamente o xilema secundário que possui grande quantidade de células parênquimáticas. Após oitenta e cinco dias do plantio (Figuras 4 e 5) as células parênquimáticas do xilema secundário apresentam acúmulo de grânulos de amido.



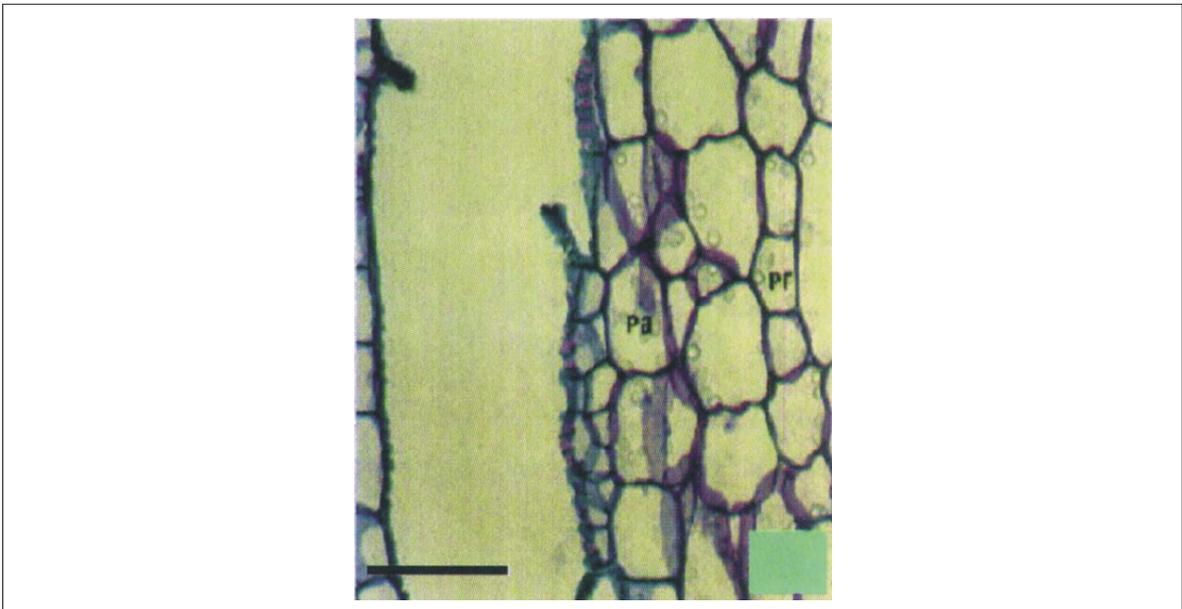
Fonte: Dallaqua e Coral (2002)

Figura 3 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de *Manihot esculenta* Crantz em início de tuberação – Detalhe mostrando o câmbio vascular (ca), floema (FO) e fibras do floema (fi), Barra = 100 mm.



Fonte: Dallaqua e Coral (2002)

Figura 4 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de *Manihot esculenta Crantz* em início de tuberização – Detalhe mostrando células parênquimáticas do xilema secundário com acúmulo de grãos de amido (setas) e parênquima radial (pr), Barra = 100 mm.



Fonte: Dallaqua e Coral (2002)

Figura 5 – Seção transversal mediana da raiz adventícia de *Manihot esculenta Crantz* em início de tuberização – Detalhe mostrando células parênquimáticas do xilema secundário (pa) e parênquima radial (pr), Barra = 100 mm.

2.1.3 Características físicas e químicas

As características microscópicas da mandioca também foram analisadas por Lavínia et al (2000) constatando a compartimentação dos grânulos de amido nas células parênquimáticas. Conforme Mauseth (1988) e Metcalfe (1989) deve-se considerar que as *septate fibers* ou fibras divididas por um septo, comumente encontradas no xilema secundário, têm um papel importante na estocagem de material, como o amido. É necessário desenvolver uma investigação detalhada para distinguir uma “septate fibers” de uma camada de células de parênquima.

A mandioca contém um glicosídeo cianogênico chamado linamarina, que em presença de enzimas linamarases e de ácidos sofre hidrólise originando ácido cianídrico; sua concentração é maior no córtex da raiz, porém se encontra em todas as partes da planta. O ácido cianídrico é volátil e no processo de fabricação da farinha, fécula ou durante a cocção é eliminado quase totalmente. Cagnon et al (2002) afirma que, efetivamente, pela forma de preparo da mandioca no Brasil, todos os produtos são seguros para a alimentação humana.

A raiz da mandioca é eminentemente calórica, gerando cerca de 1500 kcal/kg. Os carboidratos constituem a fração mais importante da mandioca, da qual a maior parte é constituída de amido. Contém menos de 1 % de proteína, teores negligenciáveis de lipídios, sendo uma fonte reduzida de minerais e vitamina do complexo B. Embora, a raiz fresca apresente teores apreciáveis de vitamina C no processamento culinário ou industrial, essa vitamina é destruída (CEREDA, 1994).

A fração da raiz da mandioca correspondente às fibras é pouco mencionada, embora visivelmente fibrosa, cita-se apenas cerca de 2,0 %, de acordo com Vitti (1966), citado por Cereda (1994).

A composição química das raízes tuberosas de mandioca é dependente de cultivares, épocas de colheita e condições climáticas das regiões de cultivo (CORRÊA, 1972)

Sua utilização, conforme Cereda (1994), é feita de duas formas: direta, através do consumo culinário e outra industrial, pela qual se processa a farinha de mandioca e a extração da fécula. A utilização industrial causa sérios problemas ambientais, podendo gerar quantidades significativas de resíduos.

2.2 Farinha de mandioca

2.2.1 Importância na gastronomia brasileira

A farinha de mandioca, considerada por Cascudo (1983) como um dos mais tradicionais alimentos da gastronomia brasileira, é o basalto fundamental, todos os outros alimentos são posteriores. O processamento da farinha de mandioca é de origem indígena, sendo as raízes raladas pelo atrito de espinhos, dentes de animais e cascas de ostras. A massa era prensada com as mãos e secada ao sol.

Após o descobrimento do Brasil, quando a posse da terra começou a ser feita, já existiam registros de elogios à mandioca. Afirmavam ser essa raiz o alimento regular, obrigatório e indispensável aos nativos e europeus recém vindos. Era conhecida como “o pão da terra”, pela sua funcionalidade, sabor, fácil digestão e substancialidade (CASCUDO, 1983).

A mandioca dominou o paladar português no consumo diário tornando-se indispensável como reserva, provisão e recurso. O europeu no Brasil ampliou o cultivo da mandioca, consumindo, vendendo, comprando, valorizando, melhorando “as casas de farinha” e exportando-a para as colônias africanas (ORNELLAS, 2003).

2.2.2 Produção industrial

O Brasil produziu 22,5 milhões de toneladas de mandioca no ano de 2003. Considerando que, de acordo com Bianchi e Cereda (1999), 60% das raízes colhidas são empregadas na produção de farinha de mandioca, estima-se que a quantidade de matéria-prima utilizada para esse fim é de aproximadamente 13,5 milhões de toneladas.

De acordo com Vieira et al (2002), somente no estado de Santa Catarina há cerca de 500 indústrias, sendo na sua grande maioria representada por micro e pequenas empresas. Conforme o Instituto de Planejamento Agrícola de Santa Catarina - ICEPA (2003) a produção média anual de farinha de mandioca em Santa Catarina foi de 65 mil toneladas, sendo 45 % de farinha de mandioca fina. Entre as farinhas, a fina é a que tem maior valor de mercado.

A quantidade de farinha de mandioca produzida, em relação às raízes consumidas, varia de acordo com a variedade, idade da cultura e sistema de fabricação adotado. De acordo

com Lima (1982) citado por Vilela & Junior (1987) são produzidas de 25 a 35 kg de farinha por 100 kg de mandioca. As indústrias de farinha de mandioca preferem cultivares de raízes com elevados teores de matéria seca, casca e entrecasca claras.

A transformação da raiz em farinha é a principal forma de industrialização da mandioca, predominantemente, em micro empresas ou “engenhos de farinha”, que ocupam essencialmente mão-de-obra familiar (LIMA, 1982 citado por VILELA & JUNIOR, 1987).

Conforme a legislação brasileira, Portaria nº 554, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1995), a farinha de mandioca, segundo a tecnologia de fabricação utilizada, é classificada em três grupos: farinha de mandioca seca, farinha de mandioca d’água e farinha de mandioca mista.

A farinha de mandioca seca, também chamada de farinha de mesa, é o produto obtido das raízes de mandioca devidamente limpas, descascadas e raladas. A massa obtida é prensada, peneirada ou não, e torrada em fornos com fogo brando ou alto. O produto é peneirado e embalado. Essa farinha é consumida com variações granulométricas diferentes em alguns estados, em Santa Catarina especificamente, a preferência é a granulometria mais fina (BRASIL, 1995).

A farinha d’água, também chamada farinha de puba, é o produto obtido das raízes de mandioca devidamente limpas, maceradas (fermentadas), descascadas e trituradas. A massa resultante é prensada, esfarelada e torrada em fornos com fogo brando, em seguida o produto é peneirado e embalado. O maior consumo está na região Norte (BRASIL, 1995).

A farinha mista é o resultado da mistura antes da prensagem, da massa ralada com a massa de mandioca fermentada, na proporção de 75 a 80 % da primeira massa, de acordo com a preferência do mercado consumidor. Seguindo após a mistura das massas, o processo da farinha de mandioca d’água. O seu maior consumo também está na região Norte (BRASIL, 1995).

2.2.3 Características físicas e químicas

A composição química da farinha de mandioca está representada na Tabela 1, de acordo com os dados do IBGE (1999).

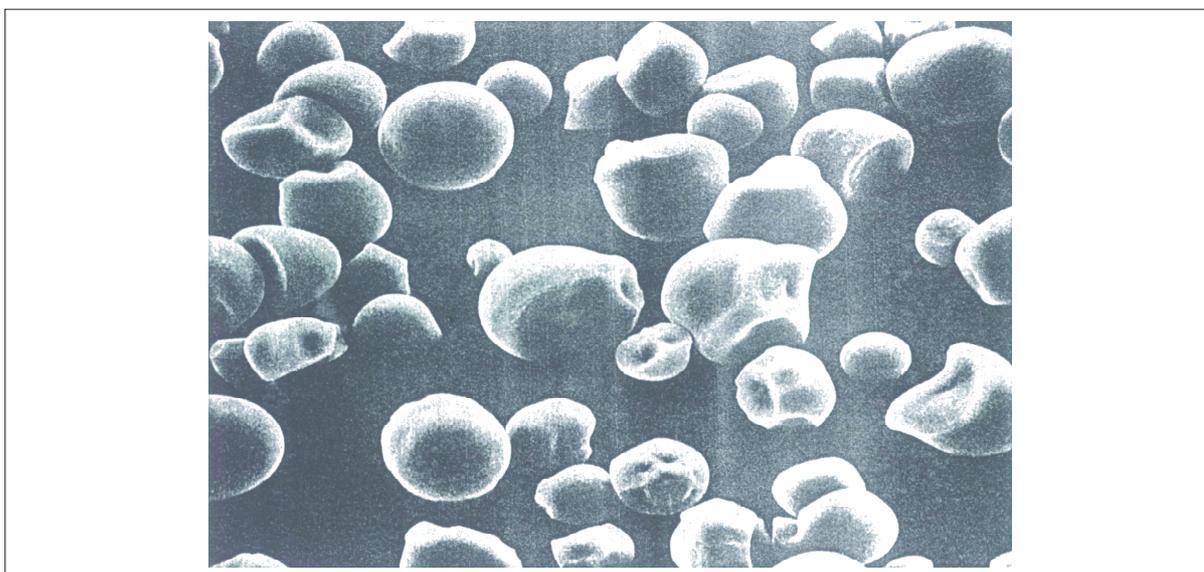
Tabela 1. Composição química da farinha de mandioca.

Constituintes	Farinha de mandioca (100g)
Calorias	354 kcal
Umidade	10,4 %
Proteínas	1,7 g
Lipídios	0,3 g
Glicídios	86,4 g
Fibra	1,8 g
Cinzas	1,2 g
Cálcio	61,0 mg
Fósforo	48,0 mg
Ferro	3,1 mg

Fonte: IBGE (1999)

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, o consumo de farinha de mandioca é bastante elevado, sendo freqüentemente o principal aporte nutricional. Considerando que o teor protéico da farinha de mandioca é bastante baixo, Conceição (1986) desenvolveu algumas pesquisas de enriquecimento da farinha de mandioca com proteína de soja.

Quanto às características microscópicas da farinha de mandioca no que se refere aos grânulos de amido, observa-se na micrografia representada na Figura 6 as formas dos grânulos, descritas por Whistler (1984) como normais, variando de circular, capsular, ovalada e truncada.



Fonte: Whistler (1984)

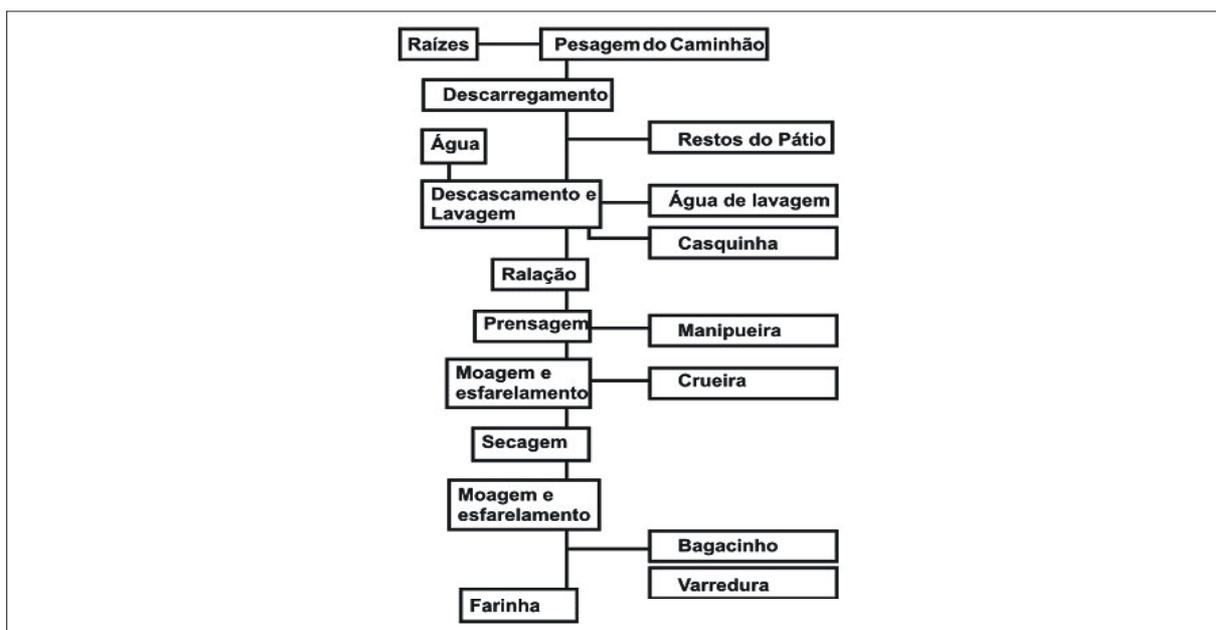
Figura 6 - Micrografia dos grânulos de amido da farinha de mandioca.

2.2.4 Resíduos gerados

O processamento industrial das raízes da mandioca pode trazer problemas ambientais, mesmo pequenas unidades podem contribuir para elevadas quantidades de resíduos produzidos pelo costume de se concentrarem em um determinado local ou município (CEREDA, 1994).

O processo de produção de farinha de mandioca caracteriza-se, de um modo geral, como uma atividade de significativa importância no setor agro-industrial, como também no aspecto social, tanto pela fixação do homem no campo como pela produção do principal alimento energético para milhões de pessoas. Durante as diversas fases de processamento são geradas quantidades consideráveis de materiais que são, atualmente, descartados como resíduos ou sub utilizados. Considerando apenas a parte sólida, Bianchi e Cereda (1999) definem, como inaceitável, um material que apresenta na sua composição amido, fibras e um alto poder calorífico, seja sub-utilizado ou simplesmente disposto no ambiente, sem nenhuma utilidade.

Bianchi e Cereda (1999) realizaram um balanço de massa em uma fábrica de farinha de mandioca de médio porte, do estado de São Paulo, com capacidade média de processamento de 30 toneladas de raízes por dia. A Figura 7 apresenta o fluxograma do processamento da farinha de mandioca, a coluna ao lado direito representa os materiais obtidos nas etapas.



Fonte: Bianchi e Cereda (1999).

Figura 7 Fluxograma do processo da fabricação de farinha de mandioca

Após o descascamento e a lavagem, as raízes são levadas ao ralador. A massa ralada resultante é prensada e esfarelada e então, encaminhada para um sistema de peneiras que separa o material em três partes. O mais grosseiro, denominado crueira, é retirado do processo e destinado à alimentação animal. O material de tamanho médio retorna ao esfarelador. O material mais fino é encaminhado aos fornos secadores, após o processo de secagem, é transportado a um outro moinho e posteriormente a um outro conjunto de peneiras para a classificação. Dessas peneiras de classificação fica retido o material mais grosseiro, denominado de bagacinho, que é utilizado como matéria-prima para a alimentação animal (BIANCHI; CEREDA, 1999).

Conforme o balanço de massa realizado por Bianchi e Cereda (1999), a casquinha pode representar de 15 a 20 % do total de mandioca processada, em peso úmido. A crueira corresponde a pouco mais de 1,0 % do total de matéria-prima, sendo que a varredura e o bagacinho alcançam em conjunto valores em torno de 0,5 %. De cada tonelada de matéria-prima processada é gerado em torno de 2 kg de bagacinho. Quanto à umidade, tanto a farinha como o bagacinho, apresentam teores na ordem de 7,5 a 10 % de umidade quando saem dos fornos. Porém, até se efetuar a análise do teor de umidade nos laboratórios, ambos materiais adquirem valores mais elevados.

Como conclusão deste trabalho foi indicada a necessidade de pesquisas sobre a destinação mais apropriada dos resíduos gerados. Nos últimos anos alguns pesquisadores têm dedicado seus temas de trabalho aos resíduos gerados no processamento da farinha de mandioca, (FIORETTO, 1994; MENESES 2001; WOSIAKI et al, 2001; CEREDA, 2001), entretanto são escassos os trabalhos de pesquisas com o bagacinho, considerando esse, um resíduo final do processo sinalizando um provável potencial para o seu aproveitamento no setor de alimentos.

2.3 Fibras alimentares

2.3.1 Definição

Conforme De Francisco (2000) a definição de fibras alimentares ainda gera controvérsias, algumas merecem destaque:

- segundo De Vries (1999), fibra alimentar consiste em remanescentes de plantas comestíveis, polissacarídeos, lignina e substâncias associadas resistentes à hidrólise

por enzimas digestivas humanas. Esta definição inclui remanescentes de plantas, macronutrientes de alimentos como celulose, hemicelulose, lignina, gomas, celulose modificada, mucilagens, oligossacarídeos, pectinas e substâncias menores associadas como cutinas e suberinas;

- para Almeida (1999), fibras alimentares, na maior parte, são materiais das paredes celulares das plantas, que por sua resistência à digestão por meio de enzimas humanas, sofrem modificações muito limitadas em sua estrutura e são eliminadas quase que totalmente;
- conforme a *American Association of Cereal Chemists – AACC*, fibras alimentares são os remanescentes de partes comestíveis de plantas e carboidratos análogos, que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano, com completa ou parcial fermentação no intestino grosso. Incluem-se polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina, e substâncias vegetais associadas. Fibra alimentar exhibe um ou mais desses efeitos laxativos (aumento do bolo fecal, aumento da frequência e/ou regularidade das evacuações), atenuação do colesterol e ou glicose sanguínea.
- O Ministério da Saúde, no Brasil através da Portaria nº 41, de 14 de janeiro, (BRASIL, 1998), define fibras alimentares como: “qualquer material comestível de origem vegetal que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, determinado segundo o método enzimático-gravimétrico da *ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC*, 15º ed. de 1990 ou edição mais atual”.

2.3.2 Classificação e funções fisiológicas

Carboidratos complexos não-digeríveis, constituintes da chamada fração fibra, também tem ações fisiológicas importantes, que vão muito além da ação física de formar volume e manter o peristaltismo e a regularidade intestinal. As quais vem sendo cada vez mais exploradas na produção de alimentos com funções específicas. De acordo com de Angelis (2001), dependendo de sua composição, solubilidade, viscosidade e fermentabilidade no intestino, as fibras podem ter ações no controle da glicemia e nos níveis de colesterol sanguíneo. O mecanismo está associado à redução da absorção do colesterol da dieta, redução da reabsorção de ácidos biliares e ainda, influência de ácidos orgânicos produzidos pela fermentação colônica na síntese hepática do colesterol.

As fibras alimentares têm, cada qual, efeitos fisiológicos diferentes. Conforme Almeida (1999), geralmente as fibras solúveis em água (pectina, gomas, mucilagens, e certas hemiceluloses) retardam a passagem intestinal, o esvaziamento gástrico e a absorção da glicose, ajudando a reduzir o colesterol no soro sanguíneo. As fibras insolúveis em água (lignina, celulose e algumas hemiceluloses) aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, desaceleram a hidrólise do amido e retardam a absorção da glicose, contribuindo para a redução do risco de alguns males do cólon (ALMEIDA, 1999).

As diferentes fibras podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água. As fibras solúveis são compostas por polissacarídeos não amiláceos, tais como: β -glucanas, gomas e pectinas, apresentam a tendência de formação de géis quando em contato com a água. São altamente fermentáveis e tem alta viscosidade. A celulose, a lignina e algumas hemiceluloses são classificadas como fibras insolúveis. As fibras insolúveis são pouco fermentáveis e não são viscosas (DE FRANCISCO et al, 2000).

Estudos recentes sobre as propriedades fisiológicas das fibras comprovam os efeitos benéficos na prevenção ou no tratamento de diabetes, obesidade, úlcera duodenal, diverticulitis e câncer de cólon.

Giacco et al (2000), realizaram um estudo em grupos paralelos com 63 pacientes diabéticos tipo 1, sendo um grupo com uma dieta rica em fibra e outro grupo com uma dieta pobre em fibras. As duas dietas, compostas exclusivamente de alimentos naturais, tiveram quantidades similares para todos os nutrientes, exceto seu conteúdo de fibra. Comparada com a dieta com baixo teor de fibras, a dieta rica em fibras depois de 24 semanas, reduziu significativamente as concentrações de glicose sanguínea diária e o número de eventos hipoglicêmicos. Esse estudo mostra que em pacientes diabéticos tipo 1, o consumo maior de alimentos naturais ricos em fibras dietéticas e com baixo índice glicêmico são efetivos para o controle da glicose sanguínea em longo prazo. A quantidade de fibra dietética utilizada nesse estudo não foi muito mais alta do que a recomendada à população em geral (30 g/dia).

Em uma pesquisa realizada por Bessesen et al (2001), foram estudados os mecanismos que mediam muitas ações biológicas da insulina e os efeitos dos carboidratos sobre a sensibilidade à insulina. A insulina estimula a distribuição de glicose ingerida para o músculo esquelético e para o tecido adiposo e a redução da produção de glicose pelo fígado, reduzindo glicogenólises e gliconeogeneses. Além do mais, a insulina impede a liberação de ácidos graxos não esterificados do tecido adiposo em função do impedimento das lipólises. O índice glicêmico (IG) tem sido indicado como meio para classificar os alimentos com carboidratos, daqueles que são rapidamente absorvidos (alto IG) e com mais demorada absorção (baixo IG).

Vários estudos recentes sugerem que dietas que têm baixo IG podem melhorar a sensibilidade à insulina e que podem estar associadas com um menor risco de diabetes tipo 2. Os dados disponíveis nesta pesquisa sustentam a idéia que o consumo de uma dieta com alto teor de fibra (20-30 g/dia) pode melhorar a ação insulínica.

Brown et al (1999) analisaram 67 testes clínicos controlados e indicaram que dietas ricas em fibra solúvel diminuíram o colesterol total e LDL. Essas descobertas são coerentes com relatórios individuais publicados, pois os altos níveis de ingestão de fibra solúvel foram associados com significantes reduções no colesterol total e LDL em 67-70 % dos testes.

De acordo Bell e Goodrick (2002), a quantidade de fibras consumidas na dieta influencia o peso corporal. Em dez anos de estudo com 2909 pessoas saudáveis na idade entre 18 e 30 anos; foi avaliada a relação entre dieta de fibras e doenças vasculares. A quantidade de fibras consumidas na dieta entre a mais baixa e a mais alta faixa foi < 5,9g/1000 kcal e >10,5g/1000kcal. A alta quantidade consumida de fibra foi significativamente associada com a mais baixa concentração de triglicerídios. O consumo de fibras pode afetar o ganho de peso, independentemente da insulina, através de sua baixa densidade de energia, o qual aumenta a saciedade e previne ganho de peso. A fibra tem tido um duplo papel no controle do peso: prevenindo a hiperglicemia, reduzindo diretamente os níveis de insulina na circulação e diminuindo a saciedade. Alimentos com fibras e baixo índice glicêmico são importantes para controlar o peso e conseqüentemente deveria ser incluído em dietas de obesos ou pessoas acima do peso. Somente reduzindo a quantidade de gordura pode não ser suficiente para assegurar perda de peso e a sua manutenção em longo prazo.

A fonte de fibras e carboidratos de baixo teor glicêmico promove a saciedade e reduz o risco de desenvolver doenças crônicas da idade. A maioria dos produtos de grãos integrais tem o mais baixo índice de glicemia e mais fibras que os produtos refinados (LIU et al, 2000).

O consumo de fibras e carboidratos com baixo índice de glicemia estão associados com a redução de riscos de desenvolver diabetes e derrame cerebral. Um suplemento alimentar incluindo fibras e carboidratos de baixo teor glicêmico, é mais útil se consumido no meio da manhã ou no meio da tarde, como um lanche saudável (ANDERSON, et al 1994; AGNUS, et al 2000).

São diversos os mecanismos que justificam utilização das fibras. Márquez, (2001) destaca os mais importantes:

- a fibra seqüestra em sua matriz, os produtos de degradação das gorduras (colesterol e triglicerídios), diminuindo subseqüentemente sua absorção;

- a fibra seqüestra sais biliares que serão eliminados nas fezes interferindo em sua circulação enterohepática. Esse fato acarretará uma diminuição da concentração de colesterol plasmático, visto que esse será utilizado para sintetizar os sais biliares eliminados;
- o propionato e outros graxos de cadeia curta decorrente da fermentação bacteriana da fibra, são absorvidos via circulação enterohepática e podem atuar inibindo a enzima HMG-CoA redutase, enzima limitante da síntese de colesterol endógeno, conseqüentemente redução dos níveis de colesterol sérico;
- devido a sua solubilidade formam géis e conseqüentemente proporcionam a sensação de saciedade;
- redução da absorção de carboidratos, conseqüência desse fato seria uma diminuição da síntese hepática de lipídeos.

A *American Dietetic Association* – ADA recomenda, para adultos saudáveis, o consumo de 20 a 35 g/dia, das quais 70-75 % deverão ser de fibra insolúvel e 20-25 % de fibra solúvel (REDONDO 2001).

2.3.3 Fibra de mandioca

Holloway et al, (1985) analisando a composição de alguns alimentos quanto ao teor de fibras dietéticas e demais constituintes, verificaram em raízes de mandioca em peso seco: 84,9 % de amido, 5,8 % de pectina, 2,7 % de hemicelulose, 1,9 % de celulose e 1,1 % de lignina.

Já Rivera et al (1993), caracterizando a fração fibrosa de raízes de mandioca utilizando métodos gravimétricos, encontraram em base seca 39,7 % de fibra detergente neutro (FDN), 23,8 % de fibra detergente ácido (FDA), 16,7 % de hemicelulose, 15 % de celulose, 4,8 % de lignina e 10 % de pectina.

A celulose, hemicelulose, pectinas e ligninas apresentam características diferentes quanto ao grau de degradação, absorção de água e atuação sobre a atividade motora do intestino, entre outras.

A celulose é um homopolímero de moléculas de glicose unidas por ligações β (1-4). As moléculas de celulose paralelas e adjacentes estão interligadas por meio de pontes de hidrogênio, formando microfibrilas muito resistentes. As fibras de celulose são formadas por

regiões cristalinas e amorfas. A porção hidrolisável por enzimas é chamada de região amorfa e a porção resistente constitui a porção cristalina. A celulose nativa difere em sua cristalinidade quanto à localização na parede celular: a camada secundária contém celulose amorfa (da SILVA et al, 1997).

As hemiceluloses compreendem um grupo heterogêneo de polissacarídeos ramificados que se ligam firmemente à superfície das microfibrilas de celulose e entre si, cobrindo as microfibrilas e mantendo ligações cruzadas, via pontes de hidrogênio, em uma rede complexa. Quimicamente, os polímeros das hemiceluloses são heteropolissacarídeos formados por vários resíduos de açúcares como D-xilose, D-manose, D-arabinose e D-galactose, dentre outros e por seus ácidos urônicos. Estes açúcares estão ligados entre si por ligações glicosídicas β (1-4), formando uma estrutura principal composta por um tipo específico de resíduos, a partir da qual surgem ramificações laterais de cadeias curtas de outros açúcares. Eles são classificados de acordo com o açúcar predominante na cadeia principal e na ramificação lateral. Assim, têm-se os seguintes polissacarídeos: xilanas, galactomananas, arabinoxilanas, galactosanas, ramnogalactosanas, etc, (FERREIRA-FILHO, 1994). A xilana é o principal polissacarídeo componente das hemiceluloses (DA SILVA et al, 1997).

As hemiceluloses estão presentes em todas as camadas da parede celular das plantas, mas concentram-se principalmente nas camadas primária e secundária, onde estão intimamente associadas à lignina (BISARIA e GHOSE, 1981).

As ligninas são compostos polifenólicos, altamente insolúveis, formados pela polimerização de três precursores principais: álcool trans-p-coumaril, álcool coniferil e álcool trans-sinapil. Através de uma extensa rede de ligações cruzadas, dentro das paredes celulares, as ligninas conferem elevada resistência (FERREIRA-FILHO, 1994).

As pectinas são os principais componentes da lamela média e um dos principais polímeros da parede celular vegetal. Os polissacarídeos pécticos são ricos em ácido galacturônico, ramnose, arabinose e galactose. As substâncias pécticas são formadas por duas frações interligadas: a ramnogalacturonana e a homogalacturonana (THAKUR et al, 1997). A primeira é um heteropolímero, que tem a estrutura principal formada por repetidas unidades de ácido galacturônico, ligado a ramnose e cadeias laterais constituídas de arabinose e galactose, que não interagem com Ca^{++} . Por outro lado, a homogalacturonana é um homopolímero formado por unidades de ácido galacturônico e/ou o seu metiléster unidos por ligações glicosídicas β (1-4). Devido à sua capacidade de ligar Ca^{++} , aumentar a viscosidade e formar gel, a pectina apresenta grande importância tecnológica (DA SILVA et al, 1997).

Raupp et al (1999), desenvolveram um produto farináceo para consumo na alimentação humana, adicionando o bagaço, descarte de fecularias, à farinha de mandioca, apresentando em comparação com as farinhas comerciais, alta quantidade (43,1%) de fibra alimentar e baixa quantidade (47,1%) de amido. Os teores de proteína, lipídio e cinzas foram semelhantes ao das farinhas comerciais. Em um teste biológico, esse produto, denominado “farinha teste”, foi utilizado no preparo de dietas semi-sintéticas, para ratos em crescimento nas concentrações de 11,6, 34,8 e 58,0 %. Farinhas de mandioca adquiridas no comércio foram usadas como referência. Uma redução no ganho de peso corpóreo dos animais, resultante de diminuição da ingestão de alimento, foi observada para os tratamentos contendo a farinha teste. Tais resultados permitiram concluir que a "farinha de mandioca teste" apresentou propriedades fisiológicas, em nível intestinal, características da fibra alimentar insolúvel e, em vista disso, pode constituir-se numa fonte potencial de fibra para a alimentação humana. Dos componentes da dieta, somente a fibra alimentar é capaz de influenciar no peso das fezes. Essa influência é dependente das características físico-químicas do material fibroso, sendo que as mais importantes são a capacidade de retenção de água da fibra e a maior resistência à fermentação. Os resultados dessa pesquisa mostram que a “farinha de mandioca teste”, preparada a partir do bagaço de mandioca resultante do processamento de fecularias, apresenta propriedades nutricionais e fisiológicas apropriadas para consumo na alimentação humana, como fonte de fibra alimentar insolúvel.

De acordo com Leonel et al (1998), durante o processo de extração da fécula de mandioca (amido) é gerado o farelo, massa ou bagaço; resíduo sólido composto pelo material fibroso da raiz e parte da fécula que não foi possível extrair no processamento. Segundo Cereda (1994), o farelo de mandioca é uma fonte de fibra de boa qualidade em uma proporção de 6:1 de insolúveis para solúveis.

O resíduo do farelo de mandioca, resultante de processos de hidrólise enzimática para obtenção de etanol, foi analisado por Leonel et al (1999) visando o aproveitamento desses como fonte de fibras dietéticas. Foram realizados quatro ensaios enzimáticos utilizando as enzimas amilolíticas, α -amilase e amiloglicosidase, complementadas ou não com celulase e/ou pectinase. A análise microscópica dos resíduos mostrou a presença de amido não hidrolisado preso às células em todos os ensaios enzimáticos. Os resultados obtidos levam à hipótese da existência de uma forte ligação do grânulo de amido à parede celular, fazendo com que mesmo após a hidrólise e a destruição da parede, fique algum vestígio de amido ligado às células.

2.4 Doença celíaca

2.4.1 Caracterização da doença celíaca

A doença celíaca é definida como uma intolerância permanente ao glúten, em indivíduos geneticamente susceptíveis, caracterizada por atrofia total ou sub-total das vilosidades da mucosa do intestino delgado, provocando má-absorção de nutrientes. O glúten é a proteína presente no trigo, na cevada, na aveia e centeio, portanto, os produtos onde está presente essa proteína devem ser eliminados da dieta dos celíacos, (MORAIS et. al, 2001). A fração protéica do glúten solúvel em etanol denominada de prolamina, constitui a fração tóxica e essa difere de acordo com o tipo de cereal: gliadina no trigo, secalina no centeio, hordeína na cevada e avenina na aveia (SDEPANIAN, 2003).

De acordo com Catassi et al (1996), a incidência da doença celíaca na Europa é alta, igual a 1:184 de acordo com estudos multicêntricos realizados na Itália. No Brasil, em um estudo recente utilizando os marcadores sorológicos antigliadina e antiendomísio observou-se prevalência a doença celíaca igual a 1:681 entre doadores de sangue da cidade de Brasília (GANDOLFI, 2000).

A doença celíaca pode apresentar-se, segundo Polanco (1996), por diferentes formas clínicas: clássica, não clássica e assintomática. A forma clássica, que se inicia nos primeiros anos de vida, caracteriza-se por diarreia crônica, vômitos, irritabilidade, falta de apetite, déficit de crescimento, distensão abdominal, diminuição do tecido celular subcutâneo e atrofia da musculatura glútea. Nas formas não clássicas as manifestações digestivas estão ausentes, ou quando presentes ocupam um segundo plano, essa forma apresenta-se mais tardiamente na criança. Os pacientes desse grupo podem apresentar manifestações isoladas, como por exemplo: baixa estatura, anemia, artrites, hipoplasia do esmalte dentário e osteoporose. A doença assintomática, comprovada fundamentalmente entre familiares de primeiro grau de pacientes celíacos, vem sendo reconhecida com maior frequência nas duas últimas décadas, após o desenvolvimento de marcadores sorológicos.

2.4.2 Tratamento da doença celíaca

O tratamento é essencialmente dietético, com restrição absoluta e definitiva do glúten. Tal dieta deverá ser mantida por toda a vida, pois existe um risco potencial da lesão evoluir

para complicações malignas, como: linfoma, carcinoma de esôfago e faringe e adenocarcinoma de intestino delgado (MARCONDES, 1991).

Krause e Mahan (1994,), relatam que pacientes que não seguem uma dieta rigorosa ou rotineira, saem e entram na dieta várias vezes, podem atingir um estágio em que eles não respondem mais à dieta. Dificuldades são encontradas quando a descoberta da doença ocorre em um estágio de vida mais avançado, residindo na substituição de alimentos como pães, massas, bolachas, guloseimas e outros alimentos industrializados. Esse fato ocorre com menos frequência quando descoberto na faixa etária de 0-6 meses, que fazem somente uso de leite, facilitando a restrição alimentar dos próximos meses, visto que a criança não conhece nenhum outro tipo de alimento, portanto, favorecendo a educação nutricional (MARCONDES, 1991).

Sdepanian (2003) alerta que a dieta dos portadores de doença celíaca deverá atender às necessidades nutricionais de acordo com a idade, no que se refere a carboidratos, proteínas e lipídios, assim como os micronutrientes. Os alimentos que contém glúten podem ser substituídos por milho, batata, arroz e mandioca.

É imprescindível a leitura cuidadosa dos rótulos dos produtos industrializados, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, órgão responsável pela regulamentação da rotulagem de alimentos industrializados no Brasil, estabeleceu através da Resolução nº 40 (BRASIL, 2002) a obrigatoriedade dos rótulos de embalagens de alimentos e bebidas industrializados conter em caracteres com destaque, nítidos e de fácil leitura a advertência “contém glúten” a fim de evitar a síndrome celíaca e proteger os portadores dessa doença.

Embora, a princípio, seguir uma dieta restrita isenta de glúten possa parecer simples, na prática evidencia-se uma série de dificuldades pela mudança de hábito alimentar. Segundo alguns estudos realizados pela Associação Brasileira de Celíacos - ACELBRA uma das dificuldades encontradas pelas pessoas portadoras dessa doença é a pequena oferta de produtos industrializados especiais, sem glúten, no mercado brasileiro. Com isso, a maior parte das preparações do cardápio do paciente celíaco deve ser caseira, demandando tempo e dedicação para o preparo e, muitas vezes, por falta de tempo e disposição não é seguido por essas pessoas. Em estudos realizados com celíacos constatou-se que 44 % dessas pessoas reconhecem que transgridem a dieta decorrente das limitações encontradas (ACELBRA, 2003).

2.5 Análise sensorial

A análise sensorial é um conjunto de métodos e técnicas que permitem perceber, identificar e apreciar, mediante os órgãos dos sentidos, determinado número de propriedades sensoriais dos alimentos e objetos (TEIXEIRA, 2002).

De acordo com Faria e Yotsuyanagi (2002) inicialmente *experts* em um determinado produto estabeleciam através de técnicas de avaliação sensorial a classificação de qualidade, e com base nessa classificação, os preços eram definidos. Com a industrialização dos alimentos e o desenvolvimento de muitos produtos novos, percebeu-se que o nível de qualidade definido pelos *experts* não refletia necessariamente as atitudes dos consumidores, os quais passaram a ser focados como responsáveis tanto pelo fracasso ou o sucesso das novas indústrias.

Meilgaard et al (1999) descreveram a cadeia de percepção sensorial envolvendo três etapas básicas: o estímulo alcança o órgão sensor e é convertido em sinal nervoso transportado até o cérebro, que organiza e interpreta a sensação recebida em percepção e então uma resposta é elaborada com base na percepção.

2.5.1 Atributos sensoriais

Conforme Meilgaard et al (1999) citado em Faria e Yotsuyanagi (2002) os atributos de um produtos são observados geralmente na seguinte ordem: aparência, odor/aroma, consistência ou textura e sabor. Deve-se considerar que no processo global de percepção os atributos se sobrepõem uma vez que todas as impressões surgem quase que simultaneamente.

A aparência é um dos principais fatores levados em conta na hora de decidir sobre a compra ou o consumo de um alimento. As características gerais da aparência são: cor, tamanho e forma, textura da superfície e viscosidade de líquidos, opacidade, transparência e grau de efervescência (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

O odor de um produto é percebido quando seus componentes voláteis entram na cavidade nasal e são percebidos pelo sistema olfatório. Considera-se como aroma o odor de um alimento. Os julgadores devem ser informados que a otimização da percepção de odores é obtida por meio de inspirações moderadas e de curta duração um a dois segundos, justificado pelo fato que após 2 segundos os receptores se adaptam ao estímulo e é necessário aguardar de 5 a 20 segundos ou mais antes de que uma nova inspiração possa produzir uma percepção completa de odor (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

A consistência está relacionada com produtos líquidos heterogêneos e com produtos semi-sólidos e a textura está relacionada com produtos sólidos e semi-sólidos. A percepção da textura oral ocorre por meio das sensações evocadas quando o alimento é mordido, mastigado ou engolido. Os órgãos sensoriais envolvidos na percepção são aqueles localizados na estrutura superficial da boca, aqueles localizados ao redor das raízes dos dentes e aqueles localizados nos músculos e tendões que controlam o movimento da mandíbula (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

Laing e Jinks (1996) definem o sabor como uma sensação originada na integração ou inter-relação de sinais produzidos como consequência dos sentidos de olfato e do gosto e de sensações químicas que levam à “irritação” da mucosa bucal, estimulados por um alimento ou bebida. Para o sentido do gosto, ao contrário do que ocorre para os odores, os quais podem ser classificados em diversas categorias, são reconhecidos somente cinco gostos básicos: doce, salgado, ácido, amargo e umami.

2.5.2 Métodos subjetivos ou Afetivos

Expressam a opinião pessoal do julgador e medem o quanto uma população gostou de um determinado produto, para avaliar sua preferência ou aceitabilidade. De acordo com Teixeira (2002) a aceitabilidade pode ser definida como uma experiência caracterizada por uma atitude positiva e pode ser dimensionada pela preferência ou grau de gostar para um produto único. Para se determinar a probabilidade de aceitação de um produto recomenda-se no mínimo 100 julgadores.

O principal critério a ser aplicado na condução de testes de aceitabilidade é a necessidade do julgador fazer parte do grupo da população que consome a classe do produto de interesse, ou seja, da população alvo do produto. Assim são os próprios consumidores do produto que devem ser consultados (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

De acordo com Meilgaard et al (1999) os testes afetivos são aplicados geralmente frente a quatro objetivos principais: verificação do posicionamento do produto no mercado, otimização da formulação do produto, desenvolvimento de novos produtos e avaliação de potencial de mercado.

CAPITULO I

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E MICROSCÓPICA DO BAGACINHO, RESÍDUO FINAL DO PROCESSAMENTO DA FARINHA DE MANDIOCA

*Artigo enviado para Revista Acta Científica Venezolana.
(Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia) Caracas - Venezuela.*

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E MICROSCÓPICA DO BAGACINHO, RESÍDUO FINAL DO PROCESSAMENTO DA FARINHA DE MANDIOCA.

Leila Aparecida DA COSTA*

RESUMO

O Brasil é um grande produtor de mandioca e o seu consumo na forma de farinha é bastante representativo, considerando que 60% das raízes colhidas são empregadas para este fim. Os resíduos da fabricação da farinha, tais como, a manipueira e crueira são temas de vários trabalhos, entretanto são escassos os trabalhos com o resíduo final denominado bagacinho, popularmente conhecido no sul do Brasil como carolo. Esse resíduo é constituído de fibras de mandioca e aglomerados de amido, que permanecem retidos nas peneiras de classificação da farinha depois de torrada e moída, antes de seguir para o empacotamento. Neste trabalho foram avaliadas suas características físicas, químicas, microscópicas e microbiológicas, a fim de investigar o seu potencial de utilização na indústria alimentícia. O bagacinho apresentou, em base seca, 78,7 g/100g de carboidratos, 6,51 g/100g de fibra alimentar insolúvel, 2,41 g/100g de fibra alimentar solúvel, 1,75 g/100g de proteínas, 0,3 g/100g de lipídios, 1,14 g/100g de cinzas, 9,27 % de umidade e 2,1 % de acidez. As amostras foram consideradas próprias para o consumo de acordo com os resultados das análises microbiológicas. Microscopicamente é caracterizado por fibras e amido não gelatinizado. Neste contexto, esta pesquisa permitiu avaliar esse resíduo ainda pouco valorizado, que por certo, poderá ser utilizado no desenvolvimento de produtos alimentícios, possibilitando ainda, para as indústrias de processamento da mandioca, agregar mais valor a esse resíduo, atualmente descartado ou sub-utilizado.

Palavras-chave: farinha de mandioca, resíduo agro-industrial, fibra alimentar, bagacinho.

* Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – UFSC - Florianópolis, SC - Brasil

RESUMEN

El Brasil es un gran productor de mandioca y su consumo en forma de harina es bastante representativo, considerando que 60% de las raíces recogidas son empleadas con este fin. Los residuos de la fabricación de harina, tales como, la “manipueira” y “cruera” son tema de varios trabajos, aunque son escasos los trabajos con el residuo final denominado bagacillo, popularmente conocido en el sur del Brasil como “carolo”. Este residuo es constituido por fibras de mandioca y aglomerados de almidón, que permanecen retenidos en los cernidores de clasificación de harina después de tostada y molida, antes de seguir para el empaquetamiento. En este trabajo fueron evaluadas sus características físicas, químicas, microscópicas e microbiológicas, con el objetivo de investigar su potencial de utilización en la industria alimenticia. El bagacillo presentó, en base seca, 78,7 g/100g de hidratos de carbono, 6,51 g/100g de fibra alimenticia no soluble, 2,41 g/100g de fibra alimenticia soluble, 1,75 g/100g de proteínas, 0,3 g/100g de lípidos, 1,14 g/100g de cenizas, 9,27 % de humedad e 2,1 % de acidez. Las muestras fueron consideradas apropiadas para el consumo de acuerdo con los resultados de los análisis microbiológicos. Microscópicamente es caracterizado por fibras y almidón no gelatinizado. Dentro de este contexto, esta pesquisa permitió evaluar ese residuo todavía poco valorizado, que por cierto, podrá ser utilizado en el desarrollo de productos alimenticios, posibilitando también, para las industrias de procesamiento de mandioca, agregar mas valor a esos residuos, actualmente descartados o sub-utilizados.

Palabras-clave: *harina de mandioca, residuos agro-industrial, fibra alimentar, bagacillo.*

ABSTRACT

Brazil is a big producer of manioc and its consumption as flour is considerable, taking into account that 60% of the roots that are picked are used for this purpose. Some residue of manioc flour processing, for instance, “manipueira” and “crueira”, have been thoroughly studied, but research in the final residue called “bagacinho”, popularly known in south brazilian areas as “carolo”, is still scarce. This residue consists of manioc fiber and starch clusters which remain in the flour classification sieves after grinding and toasting, prior to packing. In this study, physical, chemical, microscopic and microbiological characteristics of “carolo” were evaluated, to investigate its potential as a food industry ingredient. The “bagacinho” presented, in a dry base, 78.7 g/100g of carbohydrates, 6.51 g/100g of insoluble alimentary fiber, 2.41 g/100g of soluble alimentary fiber, 1.75 g/100g of proteins, 0.3 g/100g of lipids, 1.14 g/100g of ashes, 9.27% of humidity and 2.1% of acidity. Samples were considered fit for human consumption according to the microbiological analysis results. Microscopically it is characterized by fibers and nongelatinized starch. This research allowed the evaluation of this undervalued residue, which certainly can be used in new food products development, and may enable manioc processing industries to add new value to this residue, that is nowadays discarded or underutilized.

Key-words: *manioc flour, industrial residue; alimentary fiber; “bagacinho”.*

1 INTRODUÇÃO

A mandioca é uma cultura amplamente difundida, considerada um dos principais alimentos de milhões de pessoas de países tropicais, inclusive o Brasil, sendo muito utilizada no consumo culinário e processada industrialmente para obtenção da farinha de mandioca e fécula. Segundo Cereda (1994), durante as diversas etapas do processamento industrial da mandioca são gerados grandes quantidades de resíduos, atualmente descartados ou subutilizados, cujo acúmulo tem constituído importante problema de poluição ambiental.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2003 o Brasil foi o maior produtor mundial de farinha de mandioca, produzindo cerca de 22,5 milhões de toneladas. Considerando que 60 % das raízes colhidas são empregadas na produção farinha de

mandioca, estima-se que a quantidade de matéria-prima utilizada para esse fim é de aproximadamente 13,5 milhões de toneladas (ICEPA, 2004).

As principais etapas da produção industrial de farinha de mandioca são as seguintes, pesagem, descascamento, lavagem, ralação, prensagem, esfarelamento e secagem. Após o esfarelamento o material é encaminhado para um sistema de peneiras, separando-o em três partes. A crueira, a parte mais grossa, é retirada do processo e destinada à alimentação animal, o material de tamanho médio retorna ao esfarelador e o material mais fino é encaminhado aos fornos secadores. Após o processo de secagem, o mesmo é novamente moído e encaminhado a outro conjunto de peneiras para a classificação. O material mais grosseiro retido nessas peneiras é denominado de bagacinho, sendo atualmente utilizado como matéria-prima para a alimentação animal. Essas etapas foram descritas por Bianchi e Cereda (1999) que realizaram um balanço de massa em uma fábrica de farinha de mandioca, de médio porte, com capacidade média de processamento de 30 toneladas de raízes por dia, gerando a cada tonelada de matéria-prima processada aproximadamente 2 kg de bagacinho.

Poucos são os trabalhos desenvolvidos para o reaproveitamento desses resíduos atualmente sub-utilizados, que por certo, devido sua composição, poderia agregar valor nutricional às preparações alimentícias e aumentar a rentabilidade financeira para as próprias empresas.

Atualmente, tem despertado na comunidade científica, o interesse por pesquisas relacionadas às fibras dos alimentos, decorrente das investigações sobre o papel que as mesmas desempenham no organismo. As populações dos países do centro da Europa, há muitos anos, têm dado uma importância especial para o consumo de fibras. Na Alemanha, por exemplo, encontra-se muito generalizado o conceito de utilizar alimentos ricos em substâncias com resíduos, o que equivale a ingerir muitas fibras (MÁRQUEZ, 2002).

Embora a fibra alimentar seja quantitativamente um componente minoritário na alimentação humana, apresenta aspectos fisiológicos associados com redução dos níveis de colesterol sérico, de doenças cardiovasculares, no controle de peso e da glicemia, risco reduzido de certas formas de câncer, e melhoria da função gastrointestinal (MÁRQUEZ, 2002; ANDERSON, 1994).

Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo caracterizar o bagacinho e apontar um possível potencial de aproveitamento para utilização em formulações alimentícias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As amostras de bagacinho foram cedidas pela Fábrica e Comércio de Farinha de Mandioca FF, localizada no município de Antônio Carlos no estado de Santa Catarina.

2.2 Composição química

Foram efetuadas as determinações de resíduo mineral fixo (938.08, 1998), lipídios (13.033, 1998) e proteínas (923.04, 1998) de acordo com os métodos recomendados pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Umidade (4420,1999) e fibras (32-07, 1999) através dos métodos da AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. A acidez conforme o método descrito por Kirk (1991) e o teor de carboidratos foi determinado pelo cálculo da diferença entre 100g do produto e a soma total dos valores encontrados para proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo, umidade e fibra alimentar insolúvel e solúvel. Todas as análises foram realizadas com amostras em triplicata.

2.3 Microscopia eletrônica de varredura

Na preparação das amostras foi utilizada fita adesiva de dupla face, na qual foi aplicada e aderida uma fina camada de bagacinho sobre os suportes de alumínio. Através de um aparelho à vácuo Polaron E5000 esses suportes foram recobertos com uma camada de ouro, conforme procedimento descrito por De Francisco (1989), citado em Yari (1999).

A análise microscópica foi realizada através do Microscópio Eletrônico de Varredura, modelo XL 30 da marca Philips, utilizando elétrons retroespalhados e uma voltagem de 20 KV.

2.3 Avaliação microbiológica

As análises foram realizadas conforme procedimentos recomendados internacionalmente pela *American Public Health Association – APHA* (1998), a saber: Contagem de Coliformes fecais, pesquisa de *Salmonella* sp e *Bacillus cereus*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a comparação da composição química do bagacinho em g/100g de matéria seca e da farinha de mandioca, (IBGE,1999).

Tabela 1. **Composição química do bagacinho, em g/100g de matéria seca.**

Constituintes	Bagacinho (g/100g)	Farinha de mandioca dados IBGE (g/100g)
Valor energético	324 kcal	345 kcal
Carboidratos *	78,7	84,5
Proteínas	1,7	1,7
Lipídios	0,3	0,3
Fibra alimentar total	8,9	1,8
Fibra alimentar solúvel	2,4	ND
Fibra alimentar insolúvel	6,5	ND
Cinzas	1,1	1,2
Umidade	9,3	10,5

* calculados por diferença ND = não declarado

O bagacinho apresentou alto valor calórico (3,2 kcal/g) em função da elevada concentração de carboidratos, proveniente do amido retido no resíduo após a secagem. Lockhart et al. (1980), analisando o valor calórico de cereais matinais encontraram: 3,8 kcal/g para farelo de aveia, 2,4 kcal/g para farelo de arroz e 2,5 kcal/g para farelo de trigo. Dados esses que não diferem muito dos encontrados para farinha de mandioca (3,5 kcal/g), bem como do bagacinho. Neste contexto, os resultados demonstram a possibilidade desse resíduo, altamente energético ser utilizado como complemento de dietas.

A quantidade de fibras totais encontradas no bagacinho é aproximadamente cinco vezes superior a média encontrada na farinha de mandioca. Fato esse, que pode ser justificado devido ao próprio processamento da farinha de mandioca, mais especificamente na etapa de classificação das farinhas comerciais. Observa-se na Tabela 1, que o bagacinho possui em sua composição, maior proporção de fibra alimentar insolúvel. Raupp et al. (1999) constataram, através de ensaio biológico, que as fibras provenientes da mandioca possuem propriedades

fisiológicas apropriadas para consumo na alimentação humana, especialmente como fonte de fibra alimentar insolúvel.

Os teores de lipídios, proteínas e cinzas não apresentaram diferenças significativas quando comparado com a farinha de mandioca.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que o bagacinho apresentou uma umidade de 9,3 %, valor esse inferior ao estabelecido como limite máximo pela legislação brasileira vigente para a farinha de mandioca, ou seja, 13 % (BRASIL, 1995). Bianchi e Cereda (1999) relataram teores na faixa de 7,5 a 10% de umidade para farinha de mandioca e bagacinho logo após o processamento, podendo ocorrer pequenas alterações decorrentes do tempo entre o final do processamento e a análise laboratorial. Outro parâmetro que controla a qualidade da farinha é o grau de acidez, que neste trabalho foi de 2,1 %.

Na micrografia apresentada na Figura 1 pode-se observar a presença de grãos de amido e fibras, justificada pelo fato da raiz de mandioca armazenar reservas, além da função de sustentação mecânica da plantas, absorção de água e nutrientes (MAUSETH, 1988).

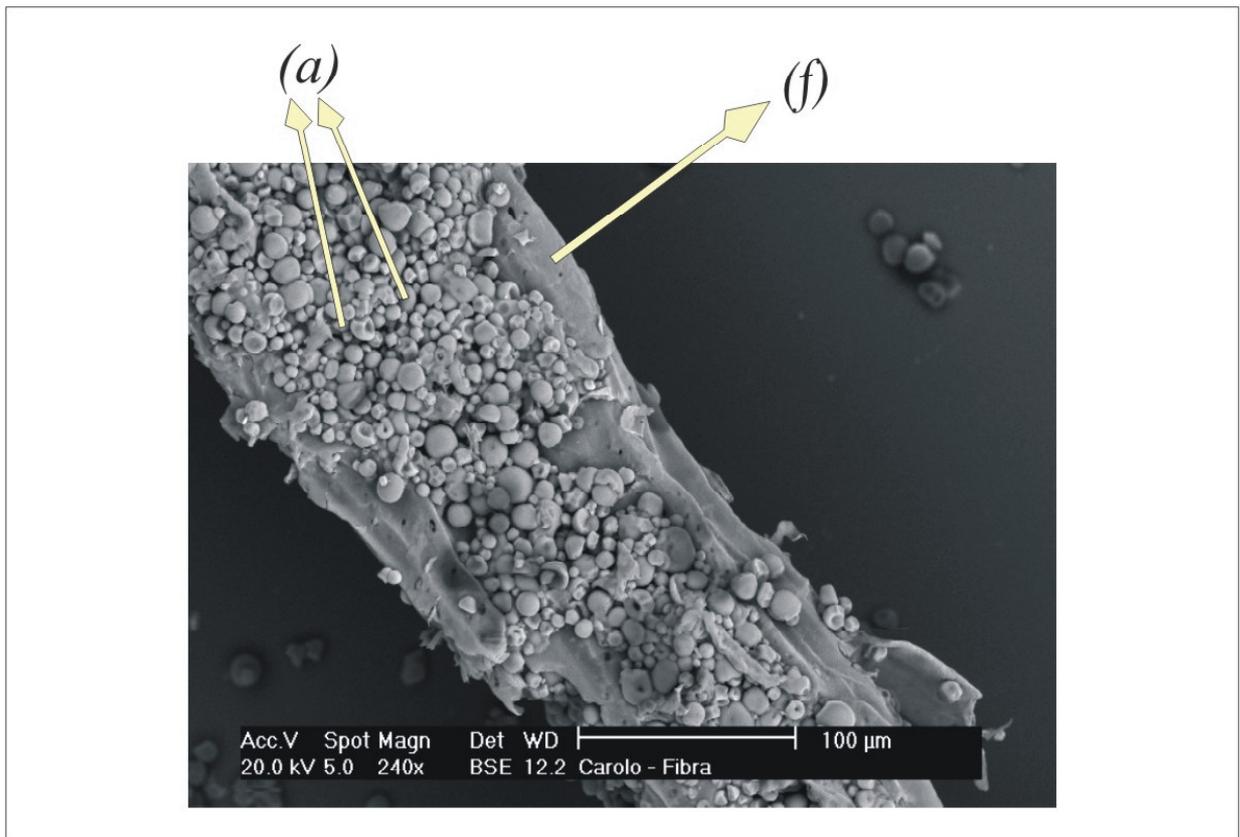


Figura 1 Micrografia eletrônica de varredura do bagacinho apresenta:

- (f): fibras, estrutura alongada e com pequenas perfurações espaçadas.
- (a): grânulos de amido

Os grânulos de amido apresentaram-se normais quanto a sua forma de acordo com Whistler (1984), variando de circular, ovalada e truncada. Observa-se nas micrografias representadas nas figuras 1,2 e 3 a inclusão de amido na estrutura da fibra, evidenciada por Leonel et al (1999) que constataram no farelo de mandioca uma forte ligação do grânulo do amido à parede celular. De acordo com Metcalfe (1989), alguns tipos de fibras podem apresentar também a função de estocar amido.

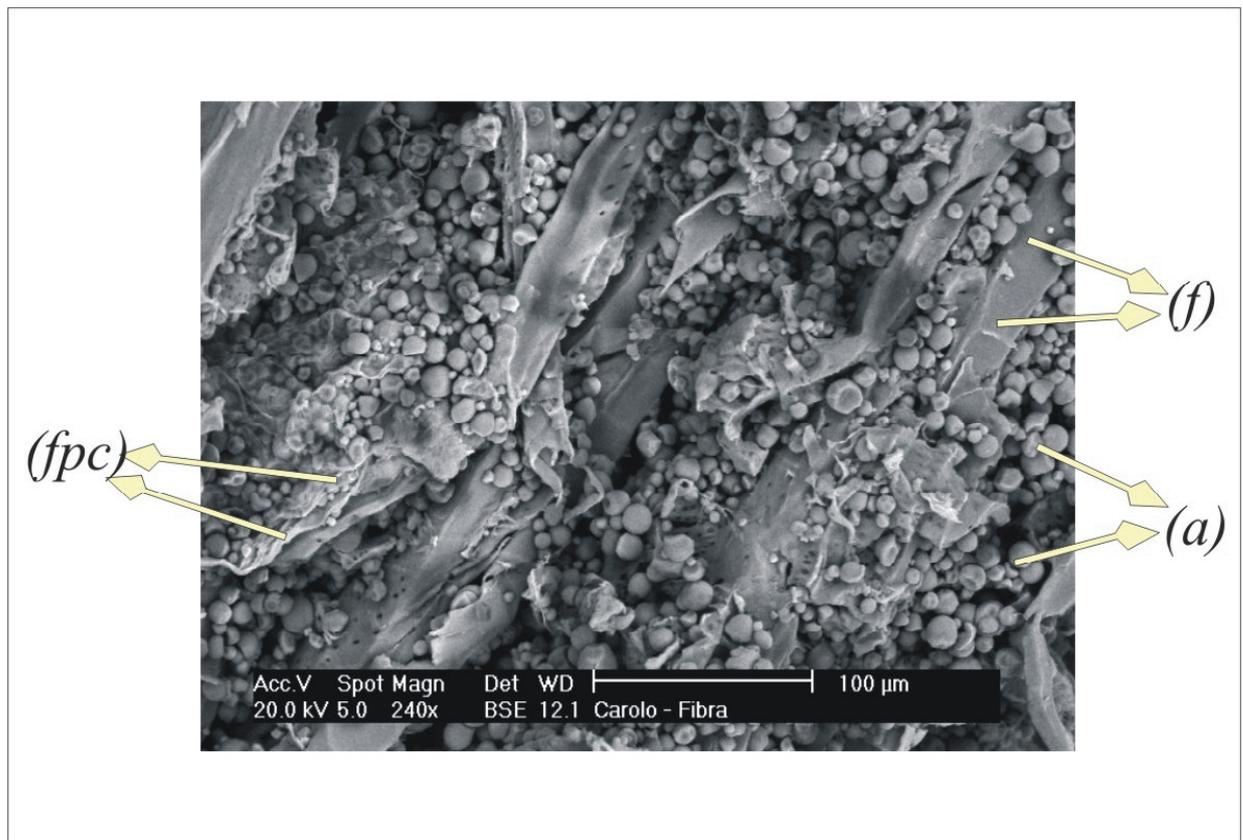


Figura 2 Micrografia eletrônica de varredura do bagacinho apresenta:

- (f): fibras, estrutura alongada e com pequenas perfurações espaçadas.
- (fpc): fibras, paredes celulares.
- (a): grânulos de amido

As fibras alimentares, na maior parte, são materiais das paredes celulares das plantas que, por sua resistência à digestão por meio de enzimas humanas, sofrem modificações muito limitadas em sua estrutura e são eliminadas quase que totalmente (DE VRIES et al 1999; ALMEIDA, 1999). Nas micrografias representadas pelas Figuras 2 e 3 pode-se observar a presença de materiais alongados e com espessura fina, constituinte típicos das paredes celulares.

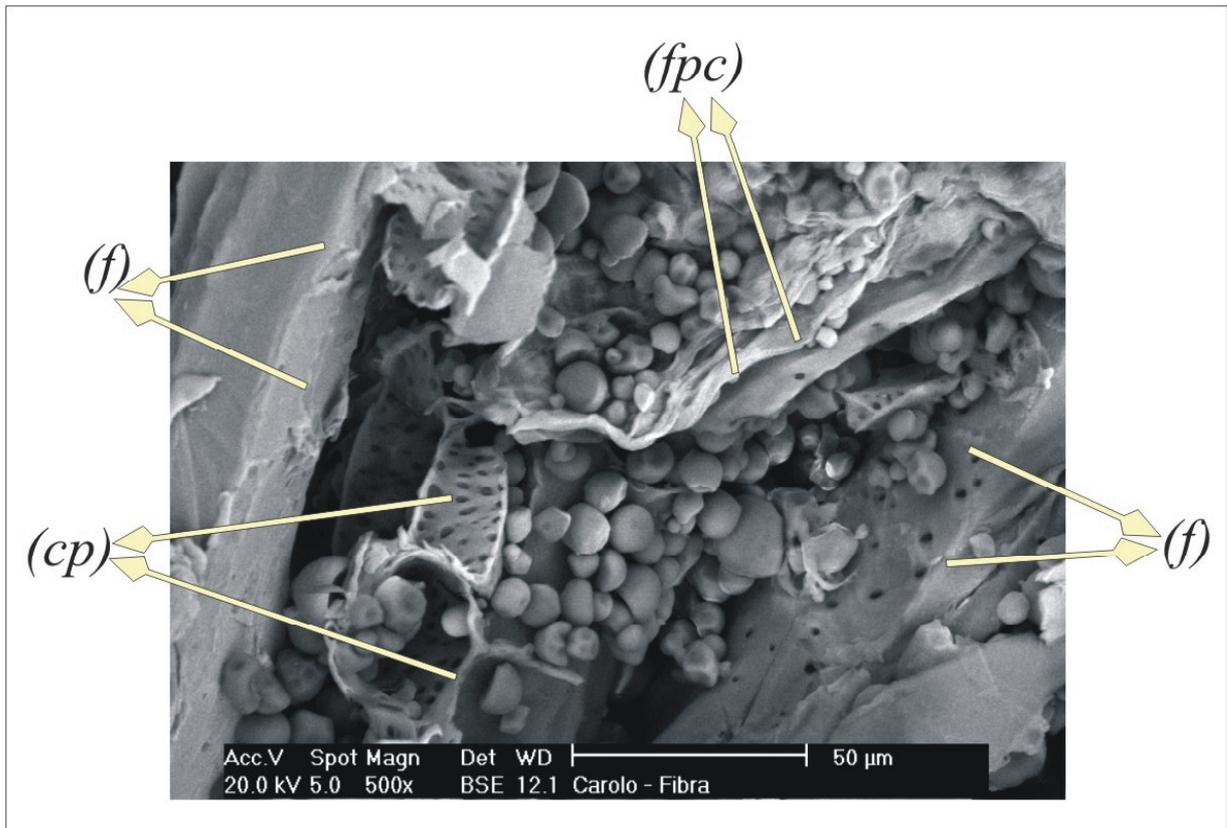


Figura 3 Micrografia eletrônica de varredura do bagacinho apresenta:
 (f): fibras, estrutura alongada e com pequenas perfurações espaçadas.
 (fpc): fibras, paredes celulares
 (cp): células parênquimáticas com perfurações maiores e próximas

Na Figura 3 observa-se também a presença de células parênquimáticas, justificada pela polpa da raiz da mandioca ser constituída basicamente de células de parênquima de reserva, conforme (CIAT, 1983).

As fibras e as células parênquimáticas apresentam cisalhamentos, possivelmente causados por danos mecânicos provenientes do processo de ralação, uma das primeiras etapas do processamento da farinha de mandioca.

Provavelmente, devido à inclusão do amido na estrutura das fibras e nas células parênquimáticas, não foi observado a gelatinização dos grânulos de amido. Outro fator a ser considerado, é o próprio processamento da farinha de mandioca, conforme Bianchi e Cereda (1999), antes de passar pelos fornos de secagem a massa de mandioca ralada é prensada, esfarelada e peneirada reduzindo muito a sua umidade e o tempo utilizado no processo provavelmente não foi suficiente para que a água da massa fosse absorvida, possibilitando o processo de gelatinização.

Do ponto de vista microbiológico as amostras foram consideradas próprias para o consumo segundo os parâmetros regulamentados pela legislação brasileira RDC n° 12 (BRASIL, 2001), ou seja, apresentaram número mais provável de coliformes a 30 °C e a 45 °C, < 3 NMP/g, número de *Bacillus cereus* < 100 UFC/g e *Salmonella* sp ausência em 25 g.

Considerando que, na etapa final do processamento da farinha de mandioca é realizado um tratamento térmico (secagem), grande parte das células viáveis são eliminadas, além do calor possibilitar a eliminação de água, fator esse, indispensável para o desenvolvimento microbiano.

Portanto, os resultados obtidos mostram que o resíduo resultante do processamento da farinha de mandioca apresentou características químicas, microbiológicas e microscópicas, próprias para utilização como base no desenvolvimento de produtos alimentícios ricos em fibras alimentares e baixos teor de lipídios, bem como, disponibilizar dados técnicos que permitam auxiliar na seleção de alternativas economicamente viáveis para o aproveitamento desse resíduo.

4 CONCLUSÕES

O resíduo proveniente do processamento da farinha de mandioca, denominado bagacinho, apresentou em sua composição química alto teor de fibras alimentares, em maior proporção a fibra insolúvel, baixo teor de lipídios e alto valor energético. As micrografias demonstram que o bagacinho é predominantemente composto de fibras e amido não gelatinizado.

Os resultados das análises microbiológicas mostraram que, as amostras de bagacinho utilizadas neste trabalho estão aptas para o consumo humano.

Para as indústrias de farinha de mandioca, setor tradicional na economia do Brasil, o aproveitamento desse resíduo possibilitará agregar mais valor a um produto atualmente sub-utilizado.

Os resultados apresentados no presente trabalho visam ampliar os conhecimentos sobre o potencial do bagacinho para a nutrição humana e colaborar para preencher a lacuna ainda existente na literatura sobre a utilização desse resíduo agro-industrial.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N.G. **A importância das fibras alimentares.** Dieta e Saúde. Boletim Informativo da Kellogg's sobre Nutrição e Saúde. Querétaro, v.7, n.1,1999.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. **Approved methods.** 9 ed. St. Paul, Minnesota, 1999.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA- **Compendium of methods for the microbiological examinations of foods.** 5 ed., Washington, D.C., 1998. .

ANDERSON, J. W et al. **Health benefits and practical aspects of high-fiber diets.** Am J Clin Nutr, 1994.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis.** 15th ed. Washington: AOAC, 1998.

BIANCHI,V.L. D.; CEREDA, M.P. **Balço de massa de uma fábrika de farinha de mandioca de médio porte do estado de São Paulo.** Energia na Agricultura , São Paulo. v.14, p. 34-48, 1999.

BRASIL. ANVISA. **Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001.** Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Portaria n. 554, de 30 de agosto de 1995.** Norma de identidade, qualidade, apresentação, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de mandioca. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 set. 1995.

CEREDA, M. P. **Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca.** In: Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, 1994, p.11-50.

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Almacenamiento de raíces fresca de yuca:** guia de estudio. Cali, Colômbia: p. 35, 1983.

DE VRIES, J.W.; PROSKY, L.; LI, B. & CHO, A. **A Historical Perspective on Defining Dietary Fiber.** Cereal Foods World, p. 367-369.1999.

IBGE. **Tabela composição farinha de mandioca.** 5. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 30.

ICEPA/SC - Instituto de Planejamento Agrícola de Santa Catarina. **Mandioca:** Produtos e sub-produtos, tabela de produção. Disponível em <http://www.icepa.com.br.html>. Acesso em 23.01.2004.

KIRK, R. S.; SAWYER, R. **Pearson's composition and analysis of foods.** 9 ed. London: Longman Group UK, 1991. p.295.

LEONEL, M; CEREDA, M.P.; ROAU, X. **Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 19, n 2. Campinas may/aug, 1999. Disponível em: <<<http://www.scielo.br>>> Acesso em: 11 set 2002.

LOCKHART, H. B. et. al. **Caloric value of fiber-containing cereal fractions and breakfast cereals**. Journal of Food Science, v. 45, p. 372-374, 1980.

MÁRQUEZ, L. R. **A fibra terapêutica**. 2. ed. São Paulo: Byk Química e Farmacêutica, 2002.

MAUSETH, J.D. ; **Planta Anatomy**. California: Benjamin/Cummings, 1988 p. 271-272.

METCALFE, C. R. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford : Oxford University Press, 1989. p. 28-30.

RAUPP, D.S; MOREIRA, S.S.; BANZATTO, D.A.; SGARBIERI, V.C.; **Composição e propriedades fisiológico – nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca**. Ciênc. Tecnol. Alimentos, vol.19 n.2 Campinas May/Aug., 1999. Disponível em: <<<http://www.scielo.br>>> Acesso em: 11 set. 02.

WHISTLER , R.L.; BEMILLER,J.N; PASCHALL, E.E. **STARCH: Chemistry and Technology**. 2 ed. Orlando Academic Press Inc., 1984. p. 685-686.

YARI, S. **Caracterização do processamento de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da região sul de Santa Catarina, quanto aos efeitos sobre as propriedades físico-químicas, microbiológicas e microscópicas**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. p 46.

CAPITULO II

DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTO EM BARRA À BASE DO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

*Artigo enviado para a Revista Alimentos e Nutrição.
(Fundação Editora da UNESP) São Paulo – SP.*

DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTO EM BARRA À BASE DO RESÍDUO DA FABRICAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

Leila Aparecida DA COSTA *

RESUMO

Nos últimos anos foram realizados vários estudos utilizando resíduos da fabricação da farinha de mandioca na formulação de produtos alimentares, apresentando resultados favoráveis. Entretanto, pesquisas com “bagacinho” ou “carolo” como é conhecido na região Sul, ainda são escassos. Este trabalho teve como objetivo investigar a possibilidade de aplicação deste resíduo rico em fibra alimentar e isento de glúten, no desenvolvimento de um alimento destinado a celíacos, similar às barras de frutas e cereais existentes no mercado. O produto desenvolvido foi avaliado nas suas características físicas, químicas e sensoriais, apresentando 86,15 g/100g de carboidratos 4,37 g/100g de proteína bruta, 5,1 g/100g de gorduras totais, 1,84 g/100g de fibra alimentar solúvel, 6,16 g/100g de fibra alimentar insolúvel e 1,44 g/100g de resíduo mineral fixo. Através do teste de escala hedônica com 100 julgadores não treinados, consumidores habituais de barras de frutas e cereais, obteve um índice de aceitação de 81,33 %, situando-se entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. Para a indústria de farinha de mandioca é uma oportunidade de diversificação de mercado, como fornecedora para outros segmentos da indústria alimentícia, agregando valor a este resíduo industrial, atualmente sub-utilizado majoritariamente para ração animal.

Palavras-chave: resíduo de farinha de mandioca; alimento para celíaco; fibra alimentar.

* Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – UFSC - Florianópolis, SC - Brasil

ABSTRACT

In recent years several studies were carried out using manioc flour production residues in the formulation of alimentary products, with favorable results. However, researches with "bagaçinho" or "carolo", as they are known in south brazilian areas, are still scarce. The objective of this study was to investigate the possible application of this residue, rich in alimentary fiber and exempt of gluten, in the development of a fruit and cereal bar-like product similar to those already available in the market. This new product was evaluated for its physical, chemical and sensorial characteristics, and presented 86.15 g/100g of carbohydrates, 4.37 g/100g of protein, 5.1 g/100g of total fats, 1.84 g/100g of soluble alimentary fiber, 6.16 g/100g of insoluble alimentary fiber and 1.44 g/100g of ash. In a sensory test with 100 untrained, habitual consumers of fruit and cereal bars judges, using the hedonic scale, an acceptance index of 81.33% was obtained, which meant from "I liked it lightly" to "I liked it a lot" in hedonic terms. The demand for gluten-free products destined to people with celiac disease, the concern with a good physical form and a healthy life and technological innovations stimulated the development of such a product. To manioc flour producers it could be an opportunity of market diversification as suppliers to other provision industries, adding value to this industrial residue, undervalued nowadays, and used mostly in animal feed.

Key-words: manioc flour residue; gluten-free products ; alimentary fiber.

1 INTRODUÇÃO

A mandioca é uma cultura amplamente difundida em todo o Brasil, com uma produção anual de 22 milhões de toneladas, representando o segundo produtor mundial. Somente no estado de Santa Catarina são produzidos anualmente 600 mil toneladas dessa raiz, estimando-se uma produção anual de 65 mil toneladas de farinha de mandioca (ICEPA, 2004).

A raiz de mandioca pode ser utilizada industrialmente para obtenção de farinhas, tapioca, fécula doce e fermentada. O processamento de produtos agro-industriais a partir dessa raiz gera grandes quantidades de resíduos, cujo acúmulo tem constituído importante problema de poluição ambiental (CEREDA et al, 1994).

O resíduo final da fabricação da farinha de mandioca é designado como “bagacinho” e conhecido no sul do Brasil como “carolo”. Constituído de fibras alimentares e aglomerados de amido, retidos nas peneiras de classificação, depois de passar pelos fornos de secagem, antes de seguir para o empacotamento.

Matos (2003) destaca o mercado de alimentos em barras como promissor, considerando que a produção nacional em 2001 foi de 1.131 toneladas de barras, havendo uma projeção de incremento para o futuro, especialmente para segmentos de mercado como infantil, atletas e pessoas com dieta restritiva.

Portadores da doença celíaca ou *sprue* tropical necessitam de uma dieta restritiva ao glúten. Os celíacos apresentam intolerância permanente ao glúten, nome dado a um conjunto de proteínas presentes no trigo, cevada, centeio e em menor proporção na aveia, bem como todos os alimentos fabricados com esses cereais. O único tratamento com eficácia inquestionável consiste na retirada permanente do glúten da dieta, resultando em completa remissão da doença e sintomas nos indivíduos geneticamente susceptíveis, provocando má absorção de nutrientes da dieta (MORAIS, 2001; SDEPANIAN, 2003). Neste contexto, este trabalho teve a finalidade de além de contribuir para um melhor aproveitamento de um dos resíduos da fabricação de farinha de mandioca, também para ampliar a oferta de produtos destinados à população celíaca.

A análise sensorial, mais especificamente os testes de aceitação são fundamentais para o desenvolvimento de novos produtos, sendo o principal critério à necessidade do julgador fazer parte do grupo da população que consome aquela classe de produto (MEILGAARD et al, 1999). De acordo com Faria e Yotsuyanagi (2002) os testes de aceitação classificados também como testes afetivos são relevantes na pesquisa de mercado pois permitem verificar

junto ao consumidor qual ou quais características sensoriais são relevantes quando comparadas com os produtos similares existentes no mercado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

As frutas desidratadas, castanhas do Pará, arroz integral em flocos, arroz laminado e glucose foram adquiridos no comércio local, observando-se adequação de apresentação e o prazo de validade. As amostras do “bagacinho” foram cedidas pela empresa Comércio de Farinha de Mandioca FF, localizada no município de Antonio Carlos no estado de Santa Catarina.

2.2 Formulação da barra de frutas e fibras

Os ingredientes utilizados na elaboração da barra proposta e suas respectivas quantidades estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição da barra de frutas e fibras a base de resíduo da farinha de mandioca.

INGREDIENTES	QUANTIDADE
Banana desidratada	15 g
Abacaxi desidratado	15 g
Mamão desidratado	25 g
Maçã desidratada	30 g
Castanha do Pará	15 g
Arroz integral em flocos	40 g
Arroz laminado	20 g
Bagacinho	60 g
Açúcar mascavo	100 g
Glucose	35 g
Suco de laranja	50 mL
Água	200 mL

* Rendimento 400g

2.2.1 Modo de Preparo

O bagacinho foi triturado com auxílio de um socador e peneirado em tamiz com malha de 4 mm, sendo posteriormente, ligeiramente torrado em uma frigideira de teflon sob fogo baixo. As frutas e as castanhas do Pará foram cortadas em pedaços bem pequenos, misturadas com o bagacinho anteriormente preparado e o arroz em flocos e laminados. Como agente aglutinante foi utilizada uma calda elaborada da seguinte forma: açúcar mascavo, glucose, suco de laranja e água que foram levados ao fogo mexendo continuamente até atingir a temperatura de 115 °C. Retirou-se do fogo e, ainda mexendo, misturou-se com os demais ingredientes.

O produto anteriormente preparado foi colocado em uma forma untada e pressionado formando uma barra homogênea. Deixou-se esfriar por 12 horas e subdividiu-se em barras menores de 10 cm de comprimento, 3 cm de largura e 1,5 cm de altura. O peso médio por barra foi de 25 g e o rendimento aproximado de 400 g.

Os ensaios sensoriais prévios para determinar as proporções de equilíbrio ente o bagacinho e os outros ingredientes, principalmente o ponto da calda para obter consistência e sabor mais adequados, foram realizados com aproximadamente oito julgadores peritos em gastronomia, incluindo *chefs* de cozinha e auxiliares do Curso de Gastronomia da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

2.3 Avaliação microbiológica

Foram realizadas as análises microbiológicas de contagem de coliformes, pesquisa de *Salmonella* sp e *Bacillus cereus* conforme procedimentos recomendados internacionalmente pela *American Public Health Association* – APHA,(1998).

2.4 Composição química

Foram efetuadas as determinações de proteínas (n°923.04), gorduras saturadas e insaturadas (n°996.06), sódio (n°969.23) e resíduo mineral fixo (n°938.08) de acordo com os métodos recomendados pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC de 1998. Umidade (n°4420) e Fibras (n°32-07) através dos métodos da AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC de 1999. Os carboidratos foram obtidos pelo cálculo da diferença entre 100 g do produto e a soma total dos valores encontrados para

proteínas, gorduras totais, fibras alimentares insolúvel e solúvel, sódio e resíduo mineral fixo, Todas as análises foram realizadas com amostras em triplicata.

2.5 Análise sensorial

2.5.1 Amostra

Para a avaliação sensorial foram elaboradas barras de menor dimensão (6 cm de comprimento, 4 cm de largura e 1 cm de altura) pesando em torno de 12 g, para que pudessem ser comparadas à uma barra comercial, destinada exclusivamente para degustação.

As amostras foram codificadas com as letras *K* (barra elaborada com bagacinho) e *F* (barra de frutas e cereais comercial). A barra de frutas comercial utilizada foi selecionada em função de sua composição ser similar à amostra teste.

2.5.2 Identificação dos consumidores de barras de frutas e cereais.

Para o recrutamento dos julgadores do produto desenvolvido foi distribuído um questionário para 140 indivíduos, incluindo alunos, professores e funcionários do Campus II da UNIVALI, localizado na cidade de Balneário de Camboriú, Santa Catarina (BEHRENS et al, 1999). Neste questionário, apresentado na Figura 1 foi avaliado o perfil do entrevistado (faixa etária, sexo e ocupação) e a frequência de consumo de barras de frutas e cereais.

**RECRUTAMENTO DE JULGADORES
(ACEITAÇÃO DE ALIMENTO EM BARRA)**

Nome:

Telefone / e-mail:

1. Sexo

- fem
 masc

2. Ocupação

- aluno
 professor
 funcionário

3. Faixa etária

- até 21 anos
 22 a 30
 31 a 40
 41 a 50
 acima de 50

4. Freqüência de consumo

Diário

- três vezes/dia
 duas vezes/dia
 uma vez por dia

Semanal

- seis vezes/semana
 cinco vezes /semana
 quatro vezes/semana
 três vezes/semana
 duas vezes/semana
 uma vez/semana

Mensal

- três vezes/mês
 duas vezes/mês
 uma vez/mês

Figura 1. Modelo do questionário de recrutamento (BEHRENS et al, 1999).

2.5.3 Condições do teste

Tomando como base às respostas dos questionários para o recrutamento, foram selecionados 100 julgadores para o teste de aceitação, considerando-se a disponibilidade e interesse de participar da análise sensorial, bem como da sua frequência de consumo.

Dentre os julgadores selecionados 94 % são estudantes, 3 % professores e 3 % funcionários da UNIVALI. Desses indivíduos 70 % são do sexo feminino e 30 % do sexo masculino, sendo que 93 % pertencem a faixa etária de até 30 anos de idade, 6 % entre 31 e 50 anos e somente 1 % acima de 50 anos.

A frequência de consumo relatada pelos julgadores indica que, 36 % dos julgadores apresentam um consumo diário de até 3 vezes ao dia, 40 % um consumo semanal de até 5 vezes por semana e 24 % um consumo mensal em média de duas vezes ao mês.

As amostras codificadas foram servidas a temperatura ambiente e apresentadas aos julgadores de forma monádica e balanceada, nos períodos matutino (9:00 h a 11:00 h) e noturno (19:30 h a 21:30 h).

2.5.4 Teste sensorial de aceitação

O teste de aceitação foi realizado no laboratório de Práticas Dietéticas do Campus II da UNIVALI, as amostras foram avaliadas individualmente, utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1998), conforme a Figura 2. Nesse teste também foram incluídas informações sobre uma possível intenção de compra.

BARRA DE FRUTAS E FIBRAS

Nome: _____

 Amostra *K* Amostra *F*

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto que está recebendo. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento e, a seguir, indique sua possível intenção de compra.

 Gostei muitíssimo Gostei muito Gostei moderadamente Gostei ligeiramente Indiferente Desgostei ligeiramente Desgostei moderadamente Desgostei muito Desgostei muitíssimo

Intenção de compra

 Certamente compraria Possivelmente compraria Talvez comprasse / talvez não comprasse Possivelmente não compraria Certamente não compraria

Figura 2. Ficha utilizada para o teste de aceitação (ABNT, 1998)

2.6 Análise estatística

Os resultados do teste de aceitação foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) ao nível de 5 % de significância, seguido do Teste de Tukey para a comparação das médias. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico “Statistical Analysis Systems” (SAS, 1989).

Os dados obtidos na análise sensorial são apresentados na forma de histogramas de frequência e as intenções de compra foram analisadas pelo teste do qui-quadrado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ingredientes selecionados para elaboração da barra de frutas e fibras (flocos de arroz, arroz laminado, frutas tropicais e castanha do Pará) permitem aproveitar a biodiversidade do Brasil, além de apresentarem alto valor nutritivo, características sensorial agradáveis e grande disponibilidade no mercado.

Constatou-se em levantamento prévio que a aveia é a principal fonte de fibras utilizadas nas barras de frutas e cereais disponíveis no mercado brasileiro. Neste trabalho, a aveia foi substituída pelo bagacinho, mantendo-se na formulação os derivados de arroz, que possibilitam a recomendação deste produto para portadores de doença celíaca. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, órgão responsável pela regulamentação da rotulagem de alimentos industrializados no Brasil, estabeleceu através da Resolução nº 40 (BRASIL, 2002) a obrigatoriedade dos rótulos de embalagens de alimentos e bebidas industrializados conter em caracteres com destaque, nítidos e de fácil leitura a advertência “contém glúten” a fim de evitar a síndrome celíaca e proteger os portadores dessa doença.

Segundo dados da Associação Brasileira de Celíacos - ACELBRA, uma das dificuldades encontradas pelas pessoas portadoras dessa doença é a pequena oferta de produtos industrializados especiais, sem glúten, no mercado brasileiro. Com isso, a maior parte das preparações do cardápio do paciente celíaco deve ser caseira, demandando tempo e dedicação para o preparo e, muitas vezes, por falta de tempo e disposição não é seguido por essas pessoas. Em estudos realizados com celíacos constatou-se que 44 % dessas pessoas reconhecem que transgridem a dieta decorrente das limitações encontradas (ACELBRA, 2003). Neste contexto, a formulação de um alimento em barra, sem glúten, vem atender a

demanda deste mercado promissor. A Tabela 2 apresenta a comparação da composição química do produto desenvolvido em 100 g de matéria seca e do produto comercial.

Tabela 2. Composição química da barra de frutas e fibras em 100 g de matéria seca.

Constituintes	Barra de frutas e fibras (100g)	Barra de frutas e cereais (100g)
Carboidratos*	86,1 g	76,0 g
Proteína	4,4 g	4,0 g
Gorduras totais	5,1 g	8,0 g
Gordura saturada	1,6 g	2,0 g
Gordura insaturada	3,5 g	ND
Fibras totais	8,0 g	4,0 g
Fibra alimentar solúvel	1,8 g	ND
Fibra alimentar insolúvel	6,1 g	ND
Sódio	320,0 mg	140,0 mg
Resíduo mineral fixo	1,4 g	ND

* Obtidos por diferença ND = não declarado

Considerando que o valor das fibras totais de 8,0 g/100g (Tabela 2) está acima do limite mínimo de 6g/100g de produto, estabelecido pela legislação brasileira. Conforme regulamentado na Portaria n° 27/1998 do Ministério da Saúde, o produto desenvolvido poderá, caso seja registrado e industrializado, utilizar o *claim* “alto teor” (BRASIL, 1998). No que se refere à fração de fibra insolúvel, observa-se que é elevada (6,16g/100g), podendo ser indicado para pessoas que necessitem de uma alimentação que auxilie na digestão. De acordo com Márquez (2001) as fibras insolúveis tem como principais ações fisiológicas o aumento do bolo fecal e a aceleração do tempo do trânsito intestinal.

As propriedades físicas, químicas, nutricionais e fisiológicas atribuídas às fibras dos alimentos foram estudadas por vários pesquisadores (BELL; GOODRICK, 2002; BESSESEN, 2001; BROWN et al, 1999 e GIACCO et al, 2000) que comprovaram importantes funções no processo da digestão e absorção de alimentos e de seus nutrientes, efeitos benéficos na prevenção ou no tratamento de determinadas doenças, como diabetes, obesidade, diverticulites, câncer de cólon e redução dos níveis de colesterol. Raupp et al. (1999) constataram através de ensaio biológico que as fibras provenientes da mandioca,

possuem propriedades fisiológicas apropriadas para consumo na alimentação humana, especialmente como fonte de fibra alimentar insolúvel.

Na Tabela 3 observa-se a comparação da informação nutricional do produto desenvolvido com um produto similar disponível no mercado, conforme a Resolução nº 360, referente à rotulagem nutricional dos alimentos embalados (BRASIL, 2003). A base de cálculo para o porcionamento foi de 25 g, peso este, adotado até então pelo mercado brasileiro.

O valor de fibra alimentar no produto desenvolvido foi o dobro do encontrado na barra comercial, representando 7 % dos valores diários, com base em uma dieta de 2000 Kcal (BRASIL, 2003). A *American Dietetic Association – ADA* recomenda, para adultos saudáveis, o consumo de 20 a 35 g/dia, das quais 70-75 % deverão ser de fibra insolúvel e 20-25 % de fibra solúvel (REDONDO 2001).

Tabela 3. Informação nutricional da barra de frutas e fibras, porção de 25g.

Nutrientes	Barra de Frutas e Fibras		Barra Comercial	
	Quantidade/ porção	% VD*	Quantidade/ porção	% VD*
Valor Energético	102 Kcal	4	100 Kcal	4
Carboidratos**	21,0 g	6	19,0 g	5
Proteínas	1,0 g	2	1,0 g	2
Gorduras totais	1,2 g	2	2,0 g	3
Gorduras saturadas	0,4 g	2	0,5 g	2
Fibra Alimentar	2,0 g	7	1,0 g	3
Sódio	80,0 mg	3	35,0 mg	1

*% VD Valores diários com base em uma dieta de 2000 Kcal.

**Obtidos por diferença

Os valores energéticos estão muito próximos e os teores de proteínas são iguais, representando 2 % do valor diário de referência, com base em uma dieta de 2000 Kcal (BRASIL, 2003). O valor de sódio, quando comparado com o produto comercial, foi superior 80,0 mg/25g contra 35,0 mg/25 g, justificado possivelmente, pela inclusão de outros ingredientes como banana, mamão papaia e abacaxi na formulação do produto desenvolvido.

As análises microbiológicas foram efetuadas para garantir a inocuidade do produto e assim poderem oferecer segurança aos julgadores. Do ponto de vista microbiológico as amostras apresentaram-se próprias para consumo, segundo os parâmetros regulamentados pela legislação brasileira RDC nº 12 (BRASIL, 2001), ou seja, apresentaram número mais provável de coliformes a 30 °C e a 45 °C, < 3 NMP/g, número de *Bacillus cereus* < 100 UFC/g e *Salmonella* sp ausência em 25 g.

Os resultados do teste de aceitabilidade apresentaram um índice de aceitação de 81,33 % para o produto desenvolvido e de 84,11 % para a barra comercial, podendo-se considerar que ambos situam-se numa faixa de aceitação muito próxima, indicando uma possível aceitação no mercado. De acordo com Fliedner e Wilhelmi (1989) citado em Subba (2002) considera-se aceitável, o produto que apresentar 80 % dos valores obtidos na região da escala hedônica que compreende as notas de 6 a 9. A Figura 3 mostra a distribuição de frequência dos resultados atribuídos pelos julgadores ao produto desenvolvido.

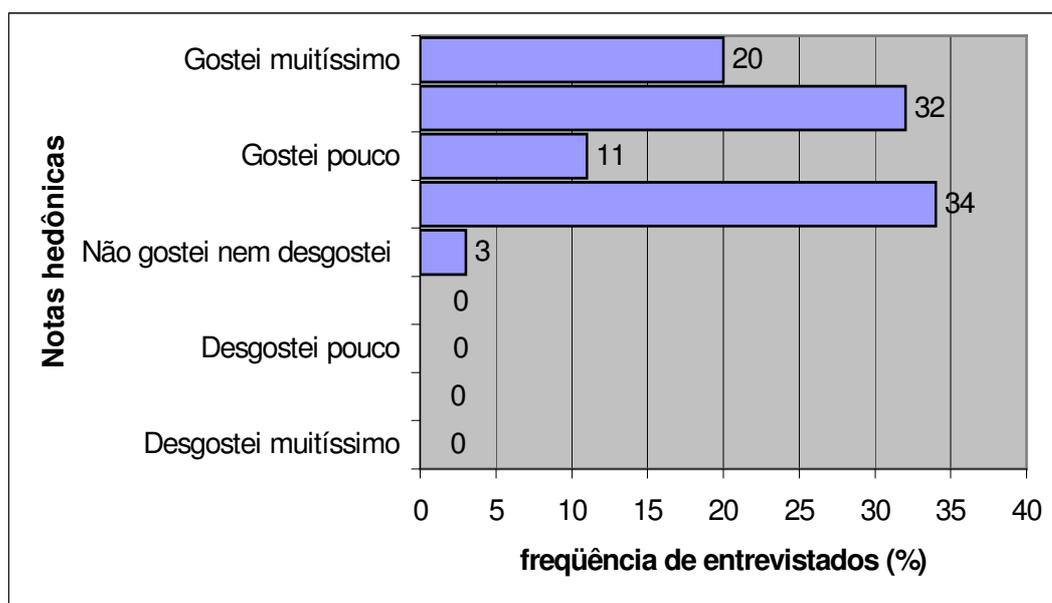
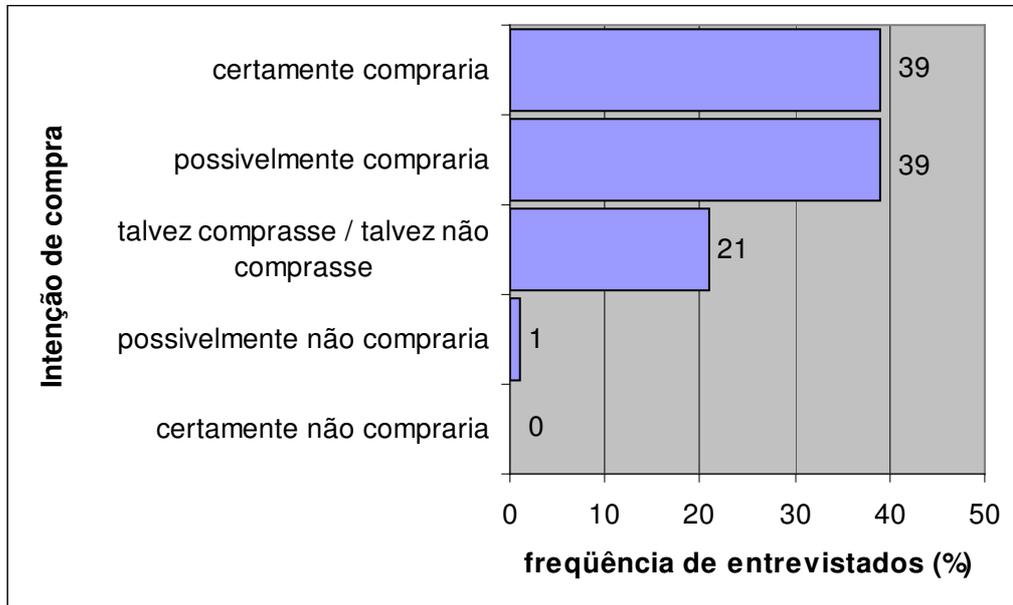


Figura 3. Histogramas de frequência dos valores hedônicos atribuídos à barra de frutas e fibras.

A análise de variância mostrou escores médios de aceitação de 7,32 e 7,57 para o produto desenvolvido e a barra comercial, respectivamente.

Quanto à intenção de compra, os resultados apontaram possibilidades de comercialização desse produto, visto que, 39 % “certamente comprariam” somados aos que “possivelmente comprariam”, perfazem aproximadamente 78 % do total dos julgamentos,

conforme representado na Figura 4, indicando um forte potencial de comercialização do alimento em barra proposto.



Nota: o χ^2 superou o tabelado ($p < 0,05$), comprovando diferenças significativas entre as frequências que avaliaram as intenções de compra.

Figura 4. Histogramas de frequência das intenções de compra atribuídos à barra de frutas e fibras.

4 CONCLUSÕES

O alimento em barra desenvolvido, isento de glúten e rico em fibras, pode ser recomendado para o consumo de portadores de doença celíaca, bem como pessoas que necessitem um maior aporte de fibras na sua dieta.

Alimentos em barra integram-se ao estilo de vida atual, pois são de consumo prático e rápido, aliando uma alimentação saudável.

A barra de frutas e fibras desenvolvida apresentou um índice de aceitação muito próximo ao obtido com o produto comercial.

O produto desenvolvido apresenta um possível potencial de comercialização, haja vista que 78 % dos julgadores demonstraram na sua intenção de compra que possivelmente e certamente comprariam o mesmo.

Para as indústrias de farinha de mandioca é uma oportunidade de diversificação de mercado, como fornecedoras para outros segmentos da indústria alimentícia, agregando valor a um resíduo industrial, atualmente sub-utilizado como ração animal.

5 REFERÊNCIAS

ACELBRA - ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL. Doença celíaca. Disponível em <<<http://www.ancelbra.org.br>>>. Acesso em: 18.12.2003.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. Approved methods. 9 ed. St. Paul, Minnesota, 1999.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION - ADA: J. Am. Diet Assoc., 88: 216-221,1988.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA- Compendium of methods for the microbiological examinations of foods. 5 ed., Washington, D.C., 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14141: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. São Paulo, 1998. p.3.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington: AOAC. p1298, , 1990.

BEHRENS, J.H.; DA SILVA, M.P.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.19 n.2 Campinas May/Aug., 1999. Disponível em: <<<http://www.scielo.br>>> Acesso em: 30 abr. 03.

BELL, S.J.; GOODRICK, G.K.. A Functional food product for the management of weight. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42(2) : 163- 178 (2002).

BESSESEN, D. H., University of Colorado Health Sciences Center, Center for Human Nutrition and Denver Helath Medical Center, Denver, CO 80204. The Journal of Nutrition .131:2782S-2786S, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n^o 27, 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 dez. 1999.

BRASIL. ANVISA. Resolução n^o 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

_____. Resolução n^o 40, de 08 de fevereiro de 2002. Padroniza a declaração sobre a presença de glúten nos rótulos de alimentos e bebidas embalados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 fev. 2002.

_____. Resolução n^o 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BROWN, L.; ROSNER, B.; WILLETT, W.W.; SACKS, F.M.. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 69.n 1, 30-42, January 1999.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: *Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil*. São Paulo: Paulicéia, 1994, p.11-50.

FAO/ LATINFOODS – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación / Oficina Regional para América Latina Y el Caribe. *Tabla de Composición de Alimentos de América Latina*. Disponível em <<<http://www.rlc.fao.org/bases/alimento>>>. Acesso em 20.03.2004.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. p.66-69.

GIACCO, R.; PARILLO, M.; RIVELLESE, A.A.; LASORELLA, G.; GIACCO, A.; D'EPISCOPO, L.; RICCARDI, G.. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care*. Vol. 23, n.10, p. 1461-1466, out. 2000.

ICEPA/SC - Instituto de Controle Estatístico e Planejamento Agrícola de Santa Catarina *Mandioca: Produtos e sub-produtos, tabela de produção*. Disponível em <<<http://www.icepa.com.br.html>>>. Acesso em 23.01.2004.

LAING, D.G.; JINKS, A. Flavor perception mechanisms. In: WHITE, B. (Ed). *Flavour perceptions: from basic research to industrial application*. Trends in Food Science & Technology, Elsevier Science Ltd: Oxford, v. 7, Special Issue on Flavour Perception, 1196. p. 387-389.

MÁRQUEZ, L.R. *A fibra terapêutica*. 2. ed. São Paulo: Byk Química, 2001

MATOS, R. Alimentos em barras tem mercado promissor. *Flavors Magazine*. n 4, p 21, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd edition, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 1999. 387p

MORAIS, M. B.; SDEPANIAN, V. I.; FAGUNDES NETO, U. Doença Celíaca. *Nutrição em Pauta*, São Paulo, p. 31-34, 2001.

RAUPP, D.S.; MOREIRA, S.S.; BANZATTO, D.A.; SGARBIERI, V.C.; *Composição e propriedades fisiológico – nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca*. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.19 n.2 Campinas May/Aug., 1999. Disponível em: <<<http://www.scielo.br>>> Acesso em: 11 set. 02.

REDONDO, R.L.; TONRÉ, R.B; VILA, A.A.; *Fibra terapêutica*. 2º ed. BYK Química 2001.

SAS User's procedures guide. Version 6. 4. ed. Vol.1-2, Cary, NC:SAS Institute, Inc, 1989. 1686p.

SDEPANIAN, V.L. Doença Celíaca. *Nutrição Saúde & Performance*. Anuário *Nutrição e Pediatria*. Ano 4, nº 21, p 21-23., 2003.

SUBBA, D. Acceptability and nutritive value of keropok-like snack containing meat offal. *International Journal of Food and Technology*, 37 (6): 681-685 aug 2002.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição do resíduo proveniente do processamento da farinha de mandioca, denominado bagacinho, apresentou em sua estrutura química, alto teor de fibras alimentares, em maior proporção a fibra insolúvel, baixo nível de lipídios, em contra partida alto valor energético. As micrografias demonstraram que o bagacinho é predominantemente composto de fibras e amido não gelatinizado.

O alimento em barra desenvolvido possui em sua composição duas características predominantes: ausência de glúten e quantidades consideráveis de fibras. Essas características conferem um importante diferencial de mercado, como um produto voltado ao segmento de portadores de doença celíaca, bem como pessoas que necessitam da ingestão de quantidades maiores de fibras.

A aceitação do referido produto pode ser evidenciada na fase de desenvolvimento, pois a mesma foi próxima à obtida com o produto comercial, salientando o potencial de comercialização demonstrado pela intenção de compra.

Dentre os objetivos deste trabalho salientamos a exploração de um segmento pouco desenvolvido que é a oferta de produtos para população celíaca, com características sensoriais próprias do paladar brasileiro, através da utilização de ingredientes típicos da biodiversidade do Brasil.

Os resultados do presente trabalho mostram uma visão detalhada sobre o potencial do bagacinho, especialmente sob o aspecto nutricional, preenchendo uma lacuna ainda existente na literatura sobre a utilização desse resíduo agro-industrial, abundante em todo o território nacional.

Conforme estimativa do IBGE (2003), anualmente no Brasil são empregadas aproximadamente 13,5 milhões de toneladas de raízes de mandioca na produção farinha. Tomando como base Bianchi e Cereda (1999), cada tonelada de matéria-prima processada gera aproximadamente 2 kg de bagacinho, calcula-se então que são geradas em torno de 27 mil toneladas de bagacinho anualmente no Brasil.

Para os setores que beneficiam a farinha de mandioca, nos diversos processos produtivos, é uma oportunidade de diversificação de mercado, como fornecedoras para outros segmentos da indústria alimentícia, agregando valor a um resíduo industrial, atualmente descartado ou sub-utilizado como ração animal.

6 REFERÊNCIAS

ACELBRA - ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL. Doença celíaca. Disponível em <<http://www.acebra.org.br>>. Acesso em: 18.12.2003.

AGNUS, M.S.D., SWAIN, J.F., LARSON, C.L., ECKERT, E.A., AND LUDWIG, D.S. Dietary composition and physiologic adaptation to energy restriction. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000; 71:901 – 907.

ALMEIDA, N.G. A importância das fibras alimentares. *Dieta e Saúde. Boletim Informativo da Kellogg's sobre Nutrição e Saúde. Querétaro, v.7, n.1,1999.*

ANDERSON, J.S.; GEIL, P.B. Nutritional management of diabetes mellitus. In: SHILS, M.E., OLSON, J.A., SHIKE, M., Eds. *Modern Nutrition in Health and Disease. Philadelphia : Lea & Febiger, 1994, 1259 – 1286.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14141: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. São Paulo, 1998. p.3.

BEHRENS, J.H.; DA SILVA, M.P.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. *Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.19 n.2 Campinas May/Aug., 1999. Disponível em: <<<http://www.scielo.br>>> Acesso em: 30 abr. 03.*

BELL, S.J.; GOODRICK, G.K. A Functional food product for the management of weight. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42(2) : 163- 178 (2002).*

BESSESEN, D.H. University of Colorado Health Sciences Center, Center for Human Nutrition and Denver Health Medical Center, Denver, CO 80204. *The Journal of Nutrition n. 131, 2001, p. 2782 –2786.*

BIANCHI, V.L.D.; CEREDA, M. P. Balanço de massa de uma fábrica de farinha de mandioca de médio porte do estado de São Paulo. *Revista Energia na Agricultura, vol. 14(3):34-48.1999.*

BISARIA, V.S., GHOSE, T. K. Biodegradation of cellulosic materials: substrates, microorganisms, enzymes and products. *Enzyme Microb. Technol. v 3, 1981, p. 90-104.*

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n° 41, de 14 janeiro de 1998. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 jan. 1998.*

BRASIL. ANVISA. Resolução n° 40, de 08 de fevereiro de 2002. Padroniza a declaração sobre a presença de glúten nos rótulos de alimentos e bebidas embalados. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 fev. 2002.*

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria n. 554, de 30 de agosto de 1995. Norma de identidade, qualidade, apresentação, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de

mandioca. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 set. 1995.

BROWN, L.; ROSNER, B.; WILLETT, W.W.; SACKS, F.M. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 69.n 1, January 1999, p. 30-42.

CAGNON, J.R.; CEREDA, M.P.; PANTAROTTO, S. Glicosídeos cianogênicos da mandioca: biossíntese, distribuição, desintoxicação e métodos de dosagem. In: CEREDA, M.P. (Coord) In: *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 83-97.

CASCUDO, L.C. *História da Alimentação no Brasil*. Ed. Itatiaia, São Paulo, p 103-120. 1983.

CATASSI, C.; FABIANI, E.; RÄTSCH, I.M.; The celiac iceberg in Italy. A multicentre antigliadin antibodies screening for celiac disease in school-age subjects. *Acta Paediatr.* 1996; 85: 29-35.

CEREDA, M. P Importância das tuberosas tropicais. In: CEREDA, M.P. (Coord) In *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p13.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: *Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil*. São Paulo: Paulicéia, 1994, p.11-50.

CEREDA, M.P. Valorização dos subprodutos como forma de reduzir custos de produção. In: CEREDA, M.P. (Coord) In *manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*. São Paulo: Fundação Cargill, 2001, p. 305-316.

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical. *Almacenamiento de raíces fresca de yuca: guia de estudio*.(série 04SE-07.05) Cali, Colômbia: 1983, p. 35.

CONCEIÇÃO A J. *A mandioca*. São Paulo: Nobel, 1981. p 298-299.

CORRÊA, H. *Produção e composição de raízes e ramas de mandioca em diversas épocas de colheita e o efeito da poda na produção das raízes*. Viçosa: Tese – Mestrado em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 1972, p 49.

DA SILVA, R.; FRANCO, C.M.L.; GOMES, E. Pectinases, hemicelulase e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. *Bol. SBCTA*, v. 31, n. 2, 1997, p. 249-260.

DALLAQUA, M.A.M; CORAL, D.J. Morfo-anatomia. In: CEREDA, M.P. (Coord) In *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas*. São Paulo: Fundação Cargill, 2002..p. 48-65.

DE ANGELIS, R.C. *Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas*. São Paulo; Editora Atheneu, 2001.

DE FRANCISCO, A.; DE SÁ, R.M.; SOARES, R.M.D.; VIEIRA, E.L.. *Fibras alimentares: histórico, classificação e efeitos fisiológicos*. Simpósio Sul-Brasileiro de Alimentação e Nutrição: História, Ciência e Arte, 26-28 de abril de 2000 Florianópolis –SC. 236-241.

DEVRIES, J.W.; PROSKY, L.; LIB. & CHO, A. A Historical Perspective on Defining Dietary Fiber. *Cereal Foods World*, 44(5):367-369.1999.

FAO – Food and Agriculture Organization. *La economia mundial de la yuca*. Roma:FAO/FIDA, 2000. P 80-83.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. p.66-69.

FERREIRA –FILHO, E. X. The xylan- degrading enzyme sistem. *Braz. J. Méd. Biol. Res.* v. 27, 1994. p. 1093-1118.

FIORETO, AR. Uso direto da manipueira em fertiirrigação. In: CEREDA, M.P. (Coord) *In resíduos da industrialização da mandioca no Brasil*, São Paulo : Paulicéia, 1994, p. 51-80.

GANDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J.C.; TÁUIL, P.L.; GASPARIN, M.; CATASSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. *Am J Gastroenterol*, 2000; 95: 689-92.

GIACCO, R.; PARILLO, M.; RIVELLESE, A.A.; LASORELLA, G.; GIACCO, A.; D'EPISCOPO, L.; RICCARDI, G. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care*. Vol. 23, n.10, out. 2000, p. 1461-1466.

HOLLOWAY, W.D.; MONRO, J.A.; GURSEY, J.C.; POMARE, E.W.; STACE, N.H. Dietary fiber and other constituents of some Tongan foods. *J. Food Science*, v. 50, 1985. p

IBGE. *Tabela composição farinha de mandioca*. 5. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 30.

ICEPA/SC - Instituto de Planejamento Agrícola de Santa Catarina. *Mandioca: Produtos e subprodutos, tabela de produção*. Disponível em <<<http://www.icepa.com.br.html>>> Acesso em 23.01.2004.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 7. ed., São Paulo: Roca, 1994.

LAING, D.G.; JINKS, A. Flavor perception mechanisms. In: WHITE, B. (Ed). *Flavour perceptions: from basic research to industrial application*. Trends in Food Science & Technology, Elsevier Science Ltd: Oxford, v. 7, Special Issue on Flavour Perception, 1196. p. 387-389.

LAVINA, L; LAVINA, M.L.; de FRANCISCO, A; AMANTE, E, R. Características microscópicas da mandioca (*Manihot esculenta carntz*) variedade pioneira, de cozimento rápido comparada a variedades tradicionais de mesa, vassourinha e aipim catarina.. *Jornadas de Carbohidratos, CYTED - Proyecto de Investigación precompetitiva XI.8*. Cancún, México. 11-14 de jul 2000.

LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. *Tropical Science*, v. 38, 1998, p.113-117.

LEONEL, M; CEREDA, M.P.; ROAU, X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, n 2. Campinas may/aug, 1999. Disponível em: <<<http://www.scielo.br>>> Acesso em: 11 set 2002.

LIU, S.; MANSON, J.E.; STAMPFER, M.J.; HU, F.B.; GIOVANNUCCI, E.; COLDITZ, G.A ; HENNEKENS, C.; WILLET, W.C. A prospective study of whole-grain and risk of type 2 diabetes mellitus in US women, *Am. Public Health*, 2000; 90:1409 –1415.

MARCONDES, E. *Pediatria básica*. 8. ed. São Paulo: Sarvier, 1991.

MÁRQUEZ, L.R. *A fibra terapêutica*. 2. ed. São Paulo: Byk Química, 2001

MAUSETH, J.D. ; *Planta Anatomy*. California: Benjamin/Cummings, 1988 p. 271-272.

MEILGAARD, M.; CIVILLE,G.V.; CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd edition,CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, 1999. 387p

MENEZES, T.J.B. Produção de biomassa protéica a partir da manipueira. In: CEREDA, M.P. (Coord) *In manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*. São Paulo: Fundação Cargill, 2001, p. 1118-127.

METCALFE, C. R. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford : Oxford University Press, 1989. p. 28-30.

MORAIS, M. B.; SDEPANIAN, V. I.; FAGUNDES NETO, U. Doença Celíaca. *Nutrição em Pauta*, São Paulo, p. 31-34, Nov/Dez, 2001.

ORNELLAS, L.H. *A alimentação através dos tempos*. Ed. da UFSC, 3 ed. 2003, p. 204-206.

POLANCO, I. Heterogeneidad clínica. *Actualidades en gastroenterologia y hepatologia*. Vol. 20. Barcelona. JR Prous, 1996, p. 39-44.

RAUPP, D.S; MOREIRA, S.S.; BANZATTO, D.A.; SGARBIERI, V.C.; *Composição e propriedades fisiológico – nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca*. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.19 n.2 Campinas May/Aug. 1999. << <http://www.scielo.br>>> Acesso em: 11 set. 2002.

REDONDO, R.L; TONRÉ, R.B; VILA, A.A.; *Fibra terapêutica*. 2º ed. BYK Química 2001.

RIVERA, C.J.; GERARDI, A.G.; INFANTE,R.B. CARRRASCO, H.J.; RODRIGUES,O. Dietary fiber analysis of cassava using gravimetric methods. *Arch. Latinoam. Nutr.* V. 43, n.1, 1993. p. 78-80.

SDEPANIAN, V.L. Doença Celíaca. *Nutrição Saúde & Performance*. Anuário *Nutrição e Pediatria*. Ano 4, nº 21, 2003; p 21-23.

SHAAL, B.; OLSON, P.; PRINZE, T; CARVALHO, J.C.B.; TONUARI, N.J; HAYWOTH, D. Phylogenetic analysis of the Genus *Manihot* Based on Molecular Markers. In: MEETING OF THE INTENATIONAL NETWORK FOR CASSAVA RESOURCES, 2. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1994. (working document), p.150.

THAKUR, B.R.; SINGH, R.K.; HANDA, A K. Chemistry and uses of pectin – a review. *Critical Rev. Food Science. Nutrition.*, v. 37, n1, 1997. p. 47-73.

VILELA, E.R.; JÚNIOR, E. S. G. J. Tecnologia de farinha de mandioca. In *Informe agropecuário*. Vol. 13, nº 145. Belo Horizonte, 1987. p 60-62.

WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N.; PASCHALL, E.E. *STARCH: Chemistry and Technology*. 2 ed. Orlando Academic Press Inc., 1984. p. 685-686.

WOSIAKI, G; FIORETTO, AM.C.; ALMEIDA, M.M.; CEREDA Uso direto da manipueira em fertiirrigação. In: CEREDA, M.P. (Coord) *In manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*. São Paulo: Fundação Cargill, 2001, p. 170-182.