



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CARACTERIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DO FARELO
RESIDUAL DO PROCESSAMENTO DE FÉCULA DE MANDIOCA
NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS**

ANDREA DE SOUZA ROCHA

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
ABRIL – 2005

**CARACTERIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DO FARELO
RESIDUAL DO PROCESSAMENTO DE FÉCULA DE MANDIOCA
NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS**

ANDREA DE SOUZA ROCHA

Engenheira Agrônoma
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2003

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Luis Cardoso

Co-Orientadores: Dra. Marília I. da S. Folegatti

Dr. Fernando C. A. U. Matsuura

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2005

R672 Rocha, Andrea de Souza

Caracterização e aproveitamento do farelo residual do processamento de fécula de mandioca na elaboração de biscoitos. / Andrea de Souza Rocha . – Cruz das Almas, Ba, 2005.

48f ; 30 cm.: tab., graf.

Dissertação (Mestrado) – Escola de Agronomia.
Universidade Federal da Bahia.

1. Mandioca – processamento. 2. Mandioca – aproveitamento 3. Mandioca – derivados. I. Universidade Federal da Bahia, Escola de agronomia II. Título

CDD 633.682

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Luis Cardoso
Escola de Agronomia - UFBA
(Orientador)

Prof. Dr. Sílvio Luiz de Oliveira Soglia
Escola de Agronomia - UFBA

Prof. Dra. Maria Spínola Miranda
Faculdade de Farmácia - UFBA

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências
Agrárias em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

À minha mãe, MARIA DE LOURDES e aos meus irmãos:
Washington, Urbano, Wellington e Williams

OFEREÇO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder-me o dom da vida e a percepção de buscar o melhor.

À Dra Marília Ieda da Silveira Folegatti, pela confiança, extrema dedicação, exemplo de profissionalismo, minha sincera admiração.

Ao Professor Ricardo e ao Dr. Fernando C. A. U. Matsuura, pela orientação oferecida e acompanhamento desde a graduação.

À Dra Luciana e a Tatiane Amorim, pelas valiosas sugestões e colaboração nos trabalhos de laboratório.

A Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela disponibilidade da estrutura do Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA).

A todos os estagiários do LCTA, em especial à Gleize Fiaes, pela ajuda e amizade.

Ao pesquisador Márcio e aos funcionários Rogério e Elaine, do Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa.

À Silvia, Bárbara e ao Sr. Milton, pela valiosa ajuda na fase de obtenção da fécula e farelo de mandioca.

Ao pesquisador Dr. Carlos Ledo, pela ajuda nas realizações das análises estatísticas.

A Sidinha, Secretária do Mestrado, pela eficiência e preocupações conosco, alunos aflitos.

À coordenação do Mestrado em Ciências Agrárias da UFBA pela oportunidade desse título.

As Bibliotecárias Isaelce e Márcia pela elaboração da ficha catalográfica.

A CAPES, pela bolsa de estudos.

E a todos que de algum modo contribuíram na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO	01
Capítulo 1	
CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO RESULTANTE DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE FÉCULA DE MANDIOCA EM PEQUENA ESCALA.....	06
Capítulo 2	
APROVEITAMENTO DO FARELO DE MANDIOCA NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS.....	20
CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

CARACTERIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DO FARELO RESIDUAL DO PROCESSAMENTO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS

Autor: Andrea de Souza Rocha

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Luis Cardoso

Co-Orientadores: Dra. Marília Ieda da Silveira Folegatti

Dr. Fernando César Akira Urbano Matsuura

RESUMO: O presente trabalho objetivou a caracterização do resíduo fibroso resultante do processo de extração de fécula de mandioca e o aproveitamento deste farelo na elaboração de um produto para consumo humano. A extração da fécula ocorreu na Unidade de Processamento de Mandioca, a caracterização da fécula e farelo, bem como a produção e análise dos biscoitos, foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA), ambos na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. Na primeira etapa do trabalho, avaliou-se dois processos para a extração da fécula de mandioca da variedade Cigana Preta, com oito meses de idade. O primeiro foi o processo manual e utilizou sacos de pano; o segundo foi o processo mecânico e utilizou um equipamento tipo bateadeira. Em cada processo, utilizou-se 150 Kg de raízes mandioca. O processamento das raízes ocorreu no dia seguinte à sua colheita e consistiu nas operações de descascamento, lavagem, ralação, extração da fécula, decantação, desidratação, moagem e embalagem. A fécula e o farelo obtidos pelos dois processos foram caracterizados. Na segunda etapa do trabalho, ambos foram utilizados em formulações de biscoitos semidoces duros estampados. A quantidade de fécula das formulações foi fixa (4,5 %); as quantidades de farinha de trigo e farelo variaram, sendo o primeiro ingrediente substituído pelo segundo nas proporções de 0, 20, 40, 60, 80 e 100 %. A fécula, o farelo e os biscoitos foram analisados quanto ao pH, teor de acidez, amido, fibra bruta, proteína, lipídios e cinzas. A fécula e o farelo foram também analisados quanto ao teor de compostos cianogênicos; os biscoitos foram avaliados sensorialmente, em teste de aceitabilidade. O processo mecânico foi mais eficiente para a extração da fécula que o processo manual com porcentagens de rendimento de 21,6 % e 19,5 %, respectivamente. Os farelos apresentaram alto teor de amido e fibras e baixo teor de compostos cianogênicos,

que permite sua utilização na alimentação humana. O biscoito com 40 % de substituição de farinha de trigo por farelo foi o que apresentou melhor aceitação sensorial em teste do consumidor, não diferindo significativamente da formulação com 60 % de substituição, em todos os atributos analisados.

Palavras-chave: processamento, mandioca, farelo, resíduo, biscoito, avaliação sensorial.

CHARACTERIZATION AND USE OF RESIDUAL FIBROUS WASTE OF THE PROCESSING OF CASSAVA STARCH IN THE ELABORATION OF COOKIES

Author: Andrea de Souza Rocha

Adviser: D.Sc. Ricardo Luis Cardoso

Adviser: D.Sc. Marília Ieda da Silveira Folegatti

D.Sc. Fernando César Akira Urbano Matsuura

ABSTRACT: The present work objectified the characterization of the fibrous residue resultant of the process of extraction of cassava starch and application of that fibrous waste in the cookie making. The extraction of the starch was carried out in the Cassava Processing Unit; the characterization as well as the elaboration and analyses of the cookies were done in the Laboratory of Food Science and Technology (LCTA), both in Embrapa Mandioca and Fruticultura, in Cruz das Almas - BA. In the first stage, the effect of two cassava starch extraction processes was evaluated for of the “Cigana Preta” variety with eight months of age. The first process was manual and used cotton sacks; the second process was mechanic and used a mixer type equipment, with 150 Kg of cassava in each process. The processing of the roots happened one day after the harvest and consisted in peeling, washing, grinding, extraction, decanting, dehydration and milling stages. The fibrous waste was applied in cookie formulations at the proportions of 0, 20, 40, 60, 80 and 100%, in substitution of wheat flour. The starch, the fibrous waste and the cookies were analyzed with regard to pH, acidity, starch, fiber, protein, lipids and ash contents. The starch and the fibrous waste were also analyzed with regard to cyanogenic compounds; the cookies were evaluated by sensory tests. I process mechanic presented starch extraction yield higher than I process manual, with a percentage of 21.6% and 19.5%, respectively. The fibrous waste presented characteristics that allow its use in the human feeding. The cookie in that the substitution of wheat flour by fibrous waste was 40% had better sensory acceptance and do not differed from the formulation with 60% of substitution as regard to all the analyzed attributes.

Key words: processing, cassava, fibrous waste, cookie, sensory evaluation.

INTRODUÇÃO

A mandioca é uma cultura de alta rusticidade e baixo custo de produção, largamente cultivada no Brasil, principalmente nas Regiões Norte e Nordeste.

Manihot esculenta é o nome proposto por Crantz em 1966, para a mandioca cultivada que, ao contrário de todas as demais espécies do gênero *Manihot*, é a única cujas raízes se tuberizam completamente, transformando-se em túberas comestíveis por grande acumulação de amido (NORMANHA, 1982).

No Brasil, as variedades de mandioca podem ser classificadas em brava ou amarga e mansa ou doce. Essa distinção é devida ao menor ou maior teor de compostos cianogênicos presentes nas raízes.

Segundo Bolhuis (1954), a raiz fresca descascada com teor de HCN acima de 100 mg/Kg de polpa é classificada como perigosamente venenosa. Por outro lado, o limite fixado pela Organização Mundial de Saúde para produtos elaborados com mandioca é da ordem de 5 mg/Kg (CEREDA, 2001).

A toxidez da mandioca limita o seu uso, na forma crua, na alimentação humana e animal. No processamento industrial, utilizam-se algumas técnicas, que envolvem etapas de maceração, fervura, torrefação, fermentação ou uma combinação desses processos, de modo a volatilizar o princípio tóxico ou extraí-lo em água. Assim, os derivados da mandioca não apresentam problemas de toxidez (EL-DASH, 1994).

Economicamente, a mandioca é explorada sob três aspectos: na alimentação humana como consumo de mesa (mandioca mansa ou aipim cozido) ou processado (farinha, fécula e outros), na alimentação animal e como matéria-prima industrial (amidos).

Na alimentação humana, o processamento de mandioca se dá principalmente para a fabricação de farinha, fécula (polvilho doce) e polvilho azedo.

O processo de extração da fécula de mandioca gera o farelo, na etapa de separação física deste componente, que é usado na ração animal, sendo seus compradores, principalmente, os fabricantes de rações balanceadas, ou simplesmente jogado fora, poluindo o meio ambiente. Trata-se da polpa fibrosa residual ainda com elevado teor de carboidrato amiláceo (70% ou um pouco mais) (SCHOLZ, 1971).

Tanto a qualidade como as quantidades dos resíduos do processamento das raízes de mandioca variam bastante, em função de uma série de fatores tais como a cultivar, idade da planta, tempo após a colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial (CEREDA, 1994).

Alguns pesquisadores vêm apontando outros aproveitamentos para o farelo, além do uso na alimentação animal.

Leonel (2001) concluiu que os resíduos fibrosos resultantes do processamento do farelo podem ser aproveitados como fonte de fibras dietéticas.

O emprego do farelo como substrato apresenta-se como uma alternativa promissora para redução de custos na produção de ciclodextrinas (BERTOLINE, 1998).

Leonel et al (1998) caracterizaram o farelo de mandioca, que apresentou 6,21% de umidade, 5,8 de pH, 80% de amido, 1,14% de cinzas e 11,5% de fibras, demonstrando boas características físico-químicas e nutricionais para seu uso na alimentação humana.

Segundo Raupp (1999), esse farelo produzido como descarte nas fecularias pode ser utilizado na elaboração de farinhas com elevado teor de fibra alimentar insolúvel, característica distinta das farinhas de mandioca atualmente existentes no mercado de alimentos.

Tendo em vista o potencial de utilização deste farelo, relatado pelos autores acima, buscou-se ampliar os estudos sobre o farelo de mandioca, por meio de uma caracterização deste resíduo e de seu aproveitamento no processamento de um produto de panificação.

A possibilidade de utilizar derivados de mandioca em produtos de panificação já tem sido estudada há algum tempo (EL-DASH et al, 1994). Comumente, adaptações na formulação e no processamento são necessárias à obtenção de um bom produto final.

O biscoito é um produto de panificação pouco dependente do glúten, proteína específica do trigo, para a estabilização da sua estrutura física e, portanto, poderia ser processado utilizando-se o farelo de mandioca em sua formulação.

Segundo El-Dash et al (1982), existe uma grande variedade nas formulações dos biscoitos semidoces duros. As faixas de adição dos ingredientes são geralmente: açúcar e gordura (18-20% na base da farinha); xarope de milho ou melaço (8-9%) e água ($\pm 20\%$, de acordo com a “força” da farinha).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar duas formas de processamento para extração da fécula de mandioca em pequena escala e caracterizar os farelos gerados, e obter um biscoito formulado com o farelo obtido em substituição à farinha de trigo.

Referências Bibliográficas

BERTOLINI, A. C., CEREDA, M. P. e CHUZEL, G. Fécula e farelo de mandioca como substrato na produção de ciclodextrinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. [online]. Maio/Jul. 1998, v.18, n.2 [citado 10 Janeiro 2005], p.224-229. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000200015&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0101-2061.

BOLHUIS, G. G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.2, n.3, p.176-185, 1954.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. p.13-37 (Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas, v.4).

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. cap.1, p.11-50.

EL-DASH, A. A. et al. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista na produção de biscoitos**. v.6 Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 96p.

EL-DASH, A., CAMARGO, C.O., DIAZ, N. M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 370p.

LEONEL, M. Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca como base para produtos dietéticos. In: CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo:

Fundação Cargill, 2001. v.4, cap.1, p.13-37. (Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas).

LEONEL, M., CEREDA, M. P., ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. **Tropical Science**, v. 38, p. 224-228, 1998.

NORMANHA, E. S. **Derivados da mandioca: terminologia e conceitos**. Campinas, São Paulo: Fundação Cargill, 1982, 56p.

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

SCHOLZ, H. K. B. W., **Aspectos industriais da mandioca no Nordeste**. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1971, 203p.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO SÓLIDO RESULTANTE DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE FÉCULA DE MANDIOCA EM PEQUENA ESCALA ¹

¹ Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico: Ciência e Agrotecnologia

Caracterização do resíduo sólido resultante do processo de extração de fécula de mandioca em pequena escala

RESUMO

O processo de extração da fécula de mandioca gera o farelo, massa ou bagaço na etapa de separação física deste componente. O presente trabalho teve como objetivo analisar a obtenção da fécula de mandioca em processamentos de pequena escala e caracterizar o resíduo sólido (farelo) gerado. O processamento da raiz da variedade cigana preta com oito meses de idade foi conduzido na Unidade de Processamento de Mandioca (UPM) e a caracterização da fécula e do farelo obtidos no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura de Cruz das Almas/BA. Para a extração da fécula foram utilizados dois processos: manual, com uso de sacos de algodão, e mecânico, com uso de equipamento extrator do tipo bateadeira, com 150Kg de raízes de mandioca cada um. O processamento mecânico foi o que apresentou melhor rendimento de fécula, com 21,6% contra 19,5% do processo manual. A caracterização do farelo foi realizada através de análises físico-químicas e apresentaram os seguintes resultados: umidade 6,8 e 7,4 %; amido 64,2 e 61,4%; fibra bruta 9,15 e 12,67 %; proteína 0,88 e 0,50 %; lipídios 0,87 e 0,73 % ; cinzas 1,08 e 1,13 %; compostos cianogênicos totais 0,39 e 0,32 ppm; pH 4,58 e 4,56; acidez 0,26 e 0,32 % para os processos manual e mecânico, respectivamente.

Palavras-chave: *Manihot*, processamento, resíduo, farelo, mandioca.

Characterization of the fibrous waste resultant of the process of cassava starch extraction in small scale production

ABSTRACT

The process of cassava starch extraction generates a fibrous waste in the stage of physical separation of this component. The present work objectified to analyse the cassava starch processing in small scale, as well as to characterize its solid residue. The processing of the roots of the "Cigana Preta" variety with eight months of age was carried out in the Cassava Processing Unit (UPM) and the characterization of the starch and of the fibrous waste was done in the Laboratory of Food Science and Technology, in Embrapa Mandioca and Fruticultura, Cruz das Almas - BA. Two processes were used to the extraction of the starch: manual, with cotton sacks, and mechanic, in a mixer type equipment, with 150 Kg of roots in each process. The mechanical process presented starch extraction yield higher than the manual processing, with a percentage 21.6 % and 19.5 %, respectively. The characterization of the fibrous waste was accomplished through analyses physical-chemistries and they presented the following results: moisture 6,8 and 7,4 %; starch 64,2 and 61,4 %; fiber 9,15 and 12,67 %; protein 0,88 and 0,50 %; lipids 0,87 and 0,73 %; ashes 1,08 and 1,13 %; cyanogenic compounds 0,39 and 0,32 ppm; pH 4,58 and 4,56; acidity 0,26 and 0,32 % for the processes manual and mechanical, respectively.

Keywords: *Manihot*, processing, residue, fibrous waste, cassava

INTRODUÇÃO

O processo de extração da fécula de mandioca gera o farelo, na etapa de separação física deste componente, que é usado na ração animal ou simplesmente jogado fora, poluindo o meio ambiente.

Trata-se da polpa fibrosa residual ainda com elevado teor de carboidrato amiláceo (70% ou um pouco mais). O produto serve para fins forrageiros, sendo seus compradores, primordialmente, os fabricantes de rações balanceadas (SCHOLZ, 1971).

Tanto a qualidade como a quantidade dos resíduos do processamento das raízes da mandioca variam bastante, em função de uma série de fatores tais como o cultivar, idade da planta, tempo após a colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial (CEREDA, 1994).

O principal destino do farelo de mandioca ainda é a alimentação animal, mas alguns pesquisadores vêm apontando para aproveitamentos mais rentáveis, aproveitando totalmente a matéria prima e evitando desperdícios no processo.

Enquanto Melotti (1972), analisando seis amostras de diferentes indústrias de amido, encontrou, em média, 9,70 % de fibra bruta, 1,64 % de proteína e 1,14 % de cinzas no que ele denominou “farelo de bagaço”.

O emprego do farelo como substrato apresenta-se como uma alternativa promissora para redução de custos na produção de ciclodextrinas (BERTOLINE, 1998).

Leonel et al (1998) caracterizaram o farelo de mandioca, que apresentou 6,21 % de umidade, 5,8 de pH, 80% de amido, 1,14 % de cinzas e 11,5 % de fibras, demonstrando boas características físico-químicas e nutricionais para seu uso na alimentação humana.

O bagaço de mandioca produzido como descarte nas fecularias pode ser utilizado na elaboração de farinhas com elevado teor de fibra alimentar insolúvel, característica distinta das farinhas de mandioca atualmente existentes no mercado de alimentos (RAUPP, 1999).

Leonel (2001) concluiu que os resíduos fibrosos resultantes do processamento do farelo podem ser aproveitados como fonte de fibras dietéticas.

Tendo em vista o potencial de utilização deste farelo, relatado pelos autores acima, buscou-se ampliar os estudos sobre o farelo de mandioca, por meio de uma caracterização deste resíduo. A caracterização do farelo pode contribuir como um indicador para um aproveitamento mais diversificado desse resíduo e diminuir seu descarte no meio ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a obtenção da fécula de mandioca em processamentos de pequena escala e caracterizar o resíduo sólido (farelo) gerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria prima

As raízes de mandioca brava 'Cigana Preta' com oito meses de idade, proveniente de um Latossolo Vermelho-Amarelo com textura média, baixa fertilidade e pH variando de 4,5 a 5, foram adquiridas no município de Cruz das Almas, no Recôncavo Baiano, com precipitação média de 1.200 mm, temperatura média de 24°C e umidade relativa em torno de 80 %.

As raízes foram caracterizadas quanto ao teor de umidade (AOAC, 1995) e de compostos cianogênicos totais (CCT), por espectrofotometria (ESSERS, 1994).

Processamento da raiz

Foram utilizados dois processos para a obtenção da fécula, sendo o primeiro manual (PMn) e o segundo mecânico (PMc) (Figura 1), usando-se 150 Kg de raízes de mandioca para cada um. O processamento ocorreu na Unidade de Processamento de Mandioca (UPM) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no dia seguinte ao da colheita. Obedecendo-se assim, o prazo de 36 horas para evitar à ação de enzimas sobre substâncias tânicas que existem nas raízes, ocasionando no

seu interior veias escuras ou azuladas, as quais inferiorizam o produto (Melotti, 1972).

As raízes de mandioca foram lavadas em água potável; descascadas de forma manual (PMn) ou mecânica, em equipamentos desempedreadores-descascadores (PMc); desintegradas em ralador; submetidas à extração da fécula por mistura da massa ralada em água (proporção 1:3) e separação manual em saco de algodão (PMn) ou pelo uso de equipamento extrator tipo bateadeira, usando uma proporção de massa ralada e água de 1:3 e agitação por 20 minutos (PMc); secas em secador de cabine com circulação forçada de ar (60°C por 25 h); moídas em moedor de facas e acondicionadas em sacos plásticos.

As diferenças entre os processamentos ocorreram nas etapas de descascamento e extração, onde foi utilizada faca de mesa e saco de pano de algodão de textura grosseira no processo manual e um equipamento desempedrador-descascador e outro extrator tipo bateadeira no processo manual, respectivamente.

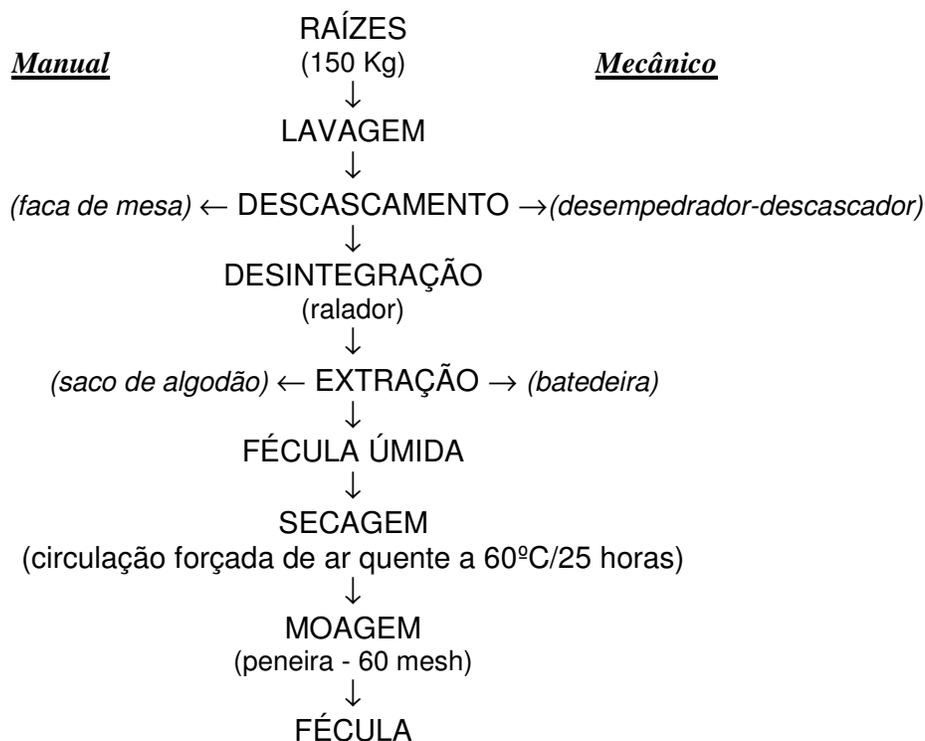


Figura 1: Fluxograma do processamento da mandioca para obtenção da fécula.

Caracterização física, físico-química e química da fécula e do farelo

Para o rendimento de fécula dos dois processos foi observada a relação entre o peso da raiz integral e o peso da fécula seca e moída, expresso em termos percentuais.

As amostras de fécula e farelo foram analisadas quanto aos teores de: umidade, secagem em estufa a 105°C até peso constante, cinzas, determinada por incineração a 550°C; lipídios, em aparelho Soxhlet tendo como solvente éter de petróleo; pH e acidez, proteína, pelo método macro-Kjeldahl, segundo metodologia da AOAC (1995). O fator 6,25 foi empregado para a conversão do nitrogênio detectado em proteína bruta.

Para a determinação do teor de fibra bruta, as amostras foram submetidas a duas hidrólises, uma com ácido sulfúrico a 1,25 % e outra com hidróxido de sódio a 1,25 %, com duração de 30 minutos cada, finalizando-se com filtração e incineração, segundo IAL (1985).

Para extração do amido foi utilizada a metodologia de hidrólise ácida (CEREDA, 2004), sua determinação foi feita pela dosagem de açúcares redutores, método do 3,5 dinitro salicilato (MILLER, 1959), multiplicando seu resultado pelo fator 0,9 para transformá-lo em amido. Ainda analisou-se o teor de compostos cianogênicos totais através de espectrofotometria (ESSERS, 1994).

Análise estatística

Os dados das análises físico-químicas da raiz, do farelo e da fécula foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de média Tukey, com comparação entre médias a 5 % de significância (GOMES, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A raiz apresentou 58,8 % de umidade e 614 ppm ($\text{mg CN}^-/\text{kg}$ de peso fresco) de cianeto, podendo ser considerada perigosamente venenosa por Bolhuis (1954).

Os resultados das análises físicas, físico-químicas e químicas da fécula obtida nos dois tipos de processo estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Médias das análises de caracterização da fécula de mandioca.

Análises	PMn	PMc
Rendimento (%)	19,50 ^b ± 0,06	21,60 ^a ± 0,40
Umidade (%)	6,67 ^b ± 0,06	8,57 ^a ± 0,40
Amido (%)	87,14 ^a ± 0,67	85,84 ^a ± 1,66
Fibra Bruta (%)	3,67 ^a ± 0,29	3,83 ^a ± 0,29
Proteína (%)	0,88 ^a ± 0,07	0,50 ^b ± 0,06
Lipídios (%)	0,60 ^a ± 0,01	0,53 ^a ± 0,12
Cinzas (%)	1,16 ^a ± 0,06	1,31 ^a ± 0,27
CCT (mg/Kg)	0,44 ^b ± 0,02	0,49 ^a ± 0,01
pH	4,62 ^a ± 0,03	4,62 ^a ± 0,01
Acidez Total (%)	0,27 ^b ± 0,02	0,33 ^a ± 0,01
Valor Calórico (Kcal)	357,48 ^a ± 0,25	350,13 ^b ± 0,92

Em uma mesma linha, médias com letras iguais não diferem significamente entre si ($p > 0,05$).

PMn: processamento manual; PMc: processamento mecânico.

CCT: compostos cianogênicos totais.

O PMc apresentou maior rendimento na extração da fécula em relação ao PMn, com uma porcentagem de 21,6 e umidade 8,57 %, diferindo significamente dos valores encontrados para o processo manual.

Os dois processos se mostraram abaixo do rendimento de extração obtido por Lebourg (1996), que obteve 25,5 %. Entretanto, para cálculos industriais básicos de rendimento, pode-se considerar de 21 a 25 % como valor médio, pois são os números normalmente encontrados nas indústrias, quando se trabalha com matéria-prima colhida em seu período adequado de desenvolvimento (MATSUURA, 1995).

Segundo Lebourg (1996), o baixo rendimento na extração da fécula é uma característica própria do processo. Mas, o que pode ter contribuído para o baixo rendimento encontrado no processo manual, foi o fato de que na etapa de lavagem e descascamento, foi utilizada a faca e não o equipamento descascador-desempedrador, que elimina apenas a película externa (córtex) e preserva a entrecasca branca para um maior rendimento.

Entre o teor de amido dos dois processos não ocorreu diferença significativa ($p>0,05$), estando de acordo com a legislação brasileira que exige no mínimo 80% de amido neste tipo de produto.

Após a extração da fécula, foram obtidos 61 e 78,3 Kg de farelo úmido (com umidade de 44,8 e 58 %) e 30 Kg e 38,4 Kg de farelo seco (com umidade de 9,4 % e 7,5 %) para o PMc e PMn, respectivamente.

Após o processamento, os farelos passaram por um processo de tratamento térmico (55°C por 60 minutos em estufa com circulação forçada de ar) para garantir um tempo maior de estocagem, apresentando umidade final de 7,4 % e 6,8 % para PMc e PMn, respectivamente. Os resultados das análises do farelo de mandioca são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias das análises de caracterização do farelo de mandioca.

Análises	PMn	PMc
Umidade (%)	6,80 ^b ± 0,20	7,43 ^a ± 0,32
Amido (%)	64,21 ^a ± 1,41	61,38 ^b ± 0,37
Fibra Bruta (%)	9,15 ^b ± 0,31	12,67 ^a ± 0,76
Proteína (%)	1,06 ^a ± 0,13	0,38 ^b ± 0,07
Lipídios (%)	0,87 ^a ± 0,12	0,73 ^a ± 0,12
Cinzas (%)	1,08 ^a ± 0,04	1,13 ^a ± 0,01
CCT (mg/kg)	0,39 ^a ± 0,01	0,32 ^b ± 0,01
pH	4,58 ^a ± 0,51	4,56 ^a ± 0,02
Acidez Total (%)	0,26 ^b ± 0,01	0,32 ^a ± 0,01
Valor Calórico (Kcal)	368,91 ^a ± 0,50	253,61 ^b ± 0,15

Em uma mesma linha, médias com letras iguais não diferem significativamente ($p>0,05$). PMn: processamento manual; PMc: processamento mecânico. CCT: compostos cianogênicos totais.

A umidade desse material está de acordo com as características físicas estabelecidas para produtos rico em amido como a fécula, pela legislação brasileira que determina o máximo de 14 % de umidade.

Os resultados do teor de compostos cianogênicos totais tanto na fécula como no farelo ficaram bem abaixo do teor considerado seguro para o consumo humano (5 mg/Kg), não oferecendo, neste caso, qualquer perigo em seu consumo.

Os valores de pH da fécula e do farelo estão entre os valores encontrados por Leonel et al (1998). Com relação à acidez, indicador indireto do desenvolvimento microbiano, o material analisado está dentro da classificação da fécula, segundo a legislação brasileira que fixa uma acidez máxima de 1 mL NaOH/100 g, para o polvilho doce. Vale ressaltar que, apesar de não ter havido diferença significativa entre os processamentos, segundo Cereda (2001), os teores de acidez assim como os valores de pH são bastante variáveis, provavelmente porque ocorrem fermentações naturais.

Os resultados da análise de amido do farelo estão dentro da média encontrada por diferentes autores que apresentam teores de amido que variam de 47,1 % (Raupp, 1999) a 80 % (Leonel et al, 1998). Esta alternância de valores é resultado dos diferentes ecossistemas onde foi adquirida a matéria prima, condições em que se deu a extração do farelo e até mesmo o método analítico empregado.

Por outro lado, o teor de amido residual do farelo não muito alto é uma característica desejável, pois há uma relação direta entre o baixo teor de amido com a boa eficiência do processo de extração.

O teor de fibra bruta foi maior para o farelo que resultou do processo mecânico. Melotti (1972), analisando diferentes farelos de bagaço de mandioca, observou uma média de 9,7 % de fibra bruta.

Quanto ao valor calórico, os farelos apresentaram-se como produtos ricos em energia, apresentando o processo manual um valor calórico superior ao processo mecânico, 368,91 e 253,61 Kcal, respectivamente.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que:

1. Os dois processamentos (manual e mecânico) para a obtenção da fécula apresentaram rendimentos próximos aos citados por outros autores.

2. Os dois processamentos tiveram boa eficiência na operação de obtenção da fécula, com os farelos apresentando amido residual abaixo dos valores médios encontrados pelas indústrias brasileiras.

3. As féculas obtidas apresentaram composição semelhante aos produtos elaborados comercialmente.

4. Os farelos de mandioca obtidos apresentaram satisfatório teor de amido, fibra bruta e valor calórico, para o aproveitamento desse resíduo na alimentação humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC, 1995.

BERTOLINI, A. C., CEREDA, M. P. e CHUZEL, G. Fécula e farelo de mandioca como substrato na produção de ciclodextrinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** [online]. Maio/Jul. 1998, v.18, n.2 [citado 10 Janeiro 2005], p.224-229. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000200015&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0101-2061.

BOLHUIS, G. G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.2, n.3, p.176-185, 1954.

CEREDA, M. P., DAIUTO, E. R., VILPOUX, O. Metodologia de determinação de amido digestão ácida em microondas. **ABAM: Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca** [online]. Set/ Dez. 2004, ANO II, n.8 [citado 04 Janeiro 2005]. Disponível na World Wide Web: <<http://www.abam.com.br/revista/revista8/metodologia.php>>.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. p.13-37 (Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas, v.4).

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.

ESSERS, A. J. A. Further improving the enzymic assay for cyanogens in cassava products. **Acta Horticulturae**, n.375, p.97-104, 1994.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed, São Paulo: Nobel, 1990. 468p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed., São Paulo, 1985, 533p.

LEBOURG, C. **Brasamide et la féculé: une historie de amour**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, 1996. 59p.

LEONEL, M. Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca como base para produtos dietéticos. In: CEREDA, M P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001, 320p. (Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas, v. 4).

LEONEL, M., CEREDA, M. P., ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. **Tropical Science**, v. 38, p. 224-228, 1998.

MATSUURA, F. C. A. U. Aspectos tecnológicos de utilização. In: IX CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA. Cruz das Almas, Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, 1995, 40p.

MELOTTI, L. **Contribuição ao estudo da composição química e valor nutritivo dos resíduos da industrialização de mandioca – *Manihot utilíssima* Pohl – no Estado de São Paulo**. 1972, 61 p. Tese (Magister Scientias) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Chem.**, v.31, p.426-428, 1959.

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

SCHOLZ, H. K. B. W., **Aspectos industriais da mandioca no Nordeste**. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1971, 203p.

CAPÍTULO 2

APROVEITAMENTO DO FARELO DE MANDIOCA NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS ¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico: Pesquisa Agropecuária Brasileira.

APROVEITAMENTO DO FARELO DE MANDIOCA NA ELABORAÇÃO DE BISCOITOS ¹

RESUMO

A substituição da farinha de trigo por outros produtos amiláceos na elaboração de produtos de panificação e massas tem sido proposta por alguns autores. O objetivo deste trabalho foi o aproveitamento do farelo de mandioca, resíduo da extração de fécula, na produção de biscoitos semidoces duros estampados. Como matérias-primas foram utilizados: farinha de trigo comercial; fécula e farelo de mandioca, obtidos a partir da variedade Cigana Preta, por dois tipos de processos, manual e mecânico; além de outros ingredientes utilizados comercialmente na formulação de biscoitos. Após a extração da fécula, o resíduo foi prensado para eliminar o excesso de água e desidratado em secador com circulação forçada de ar quente a 60°C por 25 horas, triturado em moinho e peneirado. A partir de uma formulação básica, com 40,5 % de farinha de trigo e 0 % de farelo de mandioca, foram definidas as demais formulações, substituindo-se gradativamente a farinha de trigo por farelo de mandioca. A fécula, o farelo e os biscoitos foram analisados quanto aos teores de umidade, acidez, amido, fibras, lipídios, proteínas, cinzas e valores de pH. Os biscoitos foram ainda analisados quanto à massa, diâmetro e espessura e avaliados sensorialmente, em testes de consumidor. Na avaliação sensorial, no teste de consumidor, o tratamento com 40 % de substituição de farinha de trigo por farelo de mandioca recebeu as maiores notas em todos os atributos, não diferindo significativamente do tratamento com 60 % de substituição ($p < 0,05$). Portanto, a substituição parcial da farinha de trigo por farelo de mandioca na elaboração de biscoitos estampados alterou pouco o processamento e resultou em produtos de boa qualidade e muito bem aceitos sensorialmente.

Palavras-chave: mandioca, farelo, resíduo, biscoito, análise sensorial.

USE OF CASSAVA FIBROUS WASTE IN THE ELABORATION OF COOKIES

ABSTRACT

The substitution of wheat flour for another starch products to the elaboration of bakery products has been proposed by some authors. The objective of this work was to use a waste of cassava starch extraction on cookies production. As raw materials were used: commercial wheat flour; cassava starch and the waste of its extraction, obtained from Cigana Preta variety by two different processes, manual and mechanic; and other commercial food ingredients. After the obtaining of the starch, the residue was pressed and dehydrated in an air dryer at 60°C for 24 hours, milled and sifted. From a basic formulation, with 40.5 % of wheat flour and 0 % of fibrous residue, other formulations were determined, with a gradual substitution from wheat flour by the residue. The starch, its residue and the cookies were analysed with regard to moisture content, acidity, starch, fiber, lipids, proteins, ash and pH values. The cookies were also analysed with regard to weight, diameter and thickness and evaluated by sensory tests. The cookie in that the substitution of wheat flour by fibrous waste was 40 % had better sensory acceptance and do not differed from the formulation with 60 % of substitution as regard to all the analyzed attributes. Thus, the partial substitution of the wheat flour by the cassava residue in cookies production did not change the processing parameters and resulted in good products, with high sensory acceptance.

Keywords: cassava, fibrous waste, cookie, sensory analysis.

INTRODUÇÃO

A mandioca é uma cultura de alta rusticidade e baixo custo de produção, largamente cultivada no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste.

Economicamente, a mandioca é explorada para três fins: alimentação humana, para consumo de mesa (mandioca mansa ou aipim) ou industrialização (farinha, fécula e outros) e para a alimentação animal.

O processo de extração da fécula de mandioca gera o farelo, na etapa de separação física deste componente, que é usado na ração animal, sendo seus compradores ou receptores, principalmente, os fabricantes de rações ou pecuaristas. Muitas vezes, é simplesmente descartado, poluindo o meio ambiente. O farelo corresponde à polpa fibrosa residual, ainda com elevado teor de carboidrato amiláceo (cerca de 70 %) (SCHOLZ, 1971).

Tanto a qualidade como as quantidades dos resíduos variam bastante, em função de uma série de fatores tais como cultivar, idade da planta, tempo após a colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial (CEREDA, 1994).

A possibilidade de utilizar derivados de mandioca em substituição parcial à farinha de trigo em produtos de panificação já tem sido estudada há algum tempo. Entretanto, é preciso conhecer os fatores que afetam as porcentagens de substituição e, a partir disto, estabelecer as adaptações na formulação e no processamento necessárias à obtenção de um bom produto final (EI-DASH et al, 1994).

O biscoito é um produto panificado que não depende exclusivamente, para a estabilização da sua estrutura física, da gelatinização do glúten, proteína específica do trigo e, portanto, pode ser processado a partir de outras farinhas e produtos amiláceos. El-Dash et al. (1994) constataram que a substituição de 20 % da farinha de trigo por farinha de raspa de mandioca foi desejável para enfraquecer a farinha de trigo e melhorar significativamente as características tecnológicas dos biscoitos obtidos.

Biscoitos semidoces duros são formados por estampagem, conhecidos comercialmente pelos nomes de Maria, Maizena, Leite etc. Segundo El-Dash et al. (1982), existe uma grande variedade nas suas formulações. As faixas de adição dos

ingredientes são geralmente: açúcar e gordura (18-20 %, na base da farinha); xarope de milho ou melaço (8-9 %) e água (\pm 20 %) ou de acordo com a força da farinha.

No intuito de se buscar novas aplicações para o farelo de mandioca, produto de descarte das fecularias, este trabalho propôs seu aproveitamento, como substituto parcial da farinha de trigo, na produção de biscoitos semidoces duros estampados.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção da fécula de mandioca, e conseqüentemente do farelo, foram empregados dois processos, sendo o primeiro manual (PMn) e o segundo mecânico (PMc), utilizando-se 150 Kg de raízes de mandioca da variedade Cigana Preta. O processamento ocorreu na Unidade de Processamento de Mandioca (UPM) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no dia seguinte ao da colheita.

As raízes de mandioca foram lavadas em água potável; descascadas de forma manual (PMn) ou mecânica, em equipamentos desempedreadores-descascadores (PMc) e desintegradas em ralador. A fécula foi extraída por processo manual, misturando-se a massa ralada à água, na proporção de 1:3, e separando-se manualmente a parte fibrosa, utilizando-se sacos de algodão (PMn); ou por processo mecânico, em equipamento tipo bateadeira, usando uma proporção de massa ralada e água de 1:3, com agitação por 20 minutos (PMc). O farelo obtido após a extração da fécula foi prensado para eliminar o excesso de água e seco, juntamente com a fécula, em câmara de secagem à 60°C por 25 horas. Ambos os produtos foram moídos em moedor de facas e acondicionados em sacos plásticos duplos.

A farinha usada nestes biscoitos é a mais fraca possível. A formulação básica dos biscoitos semidoces duros estampados incluiu a adição de 10 % de amido (em relação ao peso da farinha), e o processamento foi o convencional, descrito por El-Dash et al (1982).

A formulação sem farelo de mandioca, adotada como formulação básica, foi a seguinte: 40,5 % de farinha de trigo comercial, 4,5 % de fécula de mandioca, 20 %

de água mineral, 13 % de açúcar refinado, 10 % de margarina, 10 % de gordura vegetal hidrogenada e 2 % de glicose de milho.

Nas demais formulações, a farinha de trigo foi substituída pelo farelo de mandioca obtido pelo processo manual nas proporções de 20, 40, 60, 80 e 100 %.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processamento dos biscoitos semidoces duros estampados. Para todas as formulações, o tempo de forneamento foi de 15 minutos, à temperatura de 180° C, em forno doméstico pré-aquecido por 10 minutos.

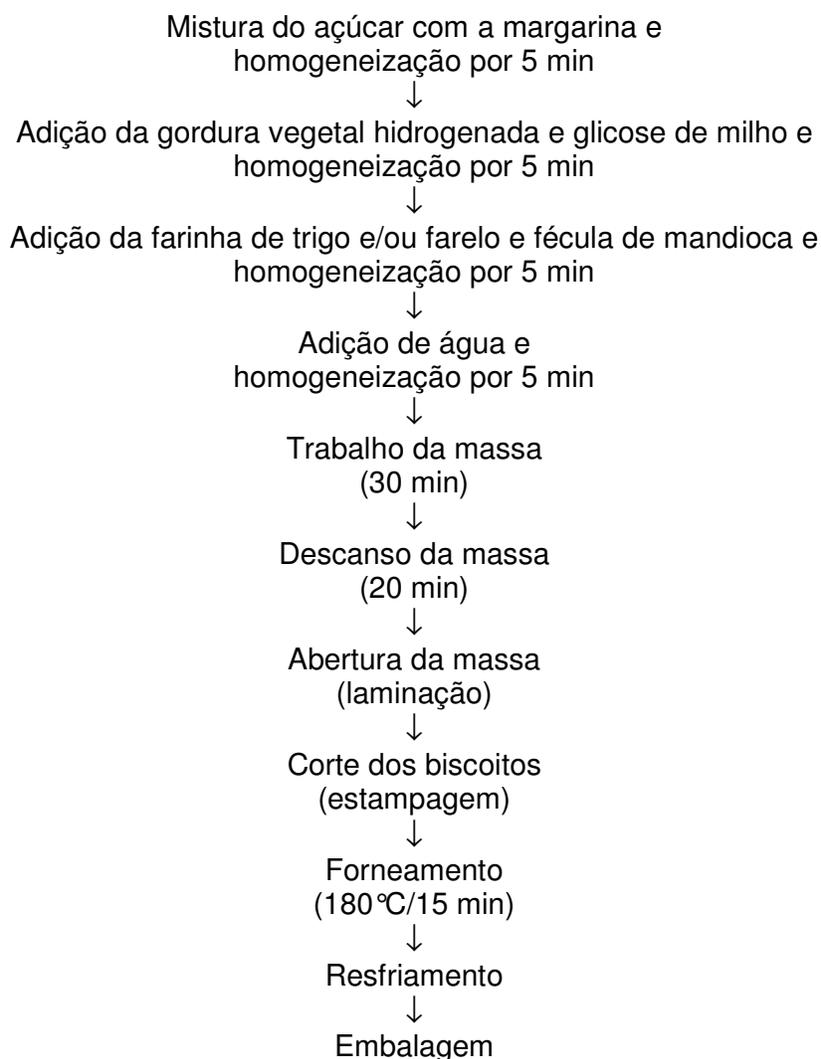


Figura 1. Fluxograma do processamento dos biscoitos semidoces duros estampados.

Foram feitas as seguintes análises físicas e químicas da fécula, do farelo e dos biscoitos: umidade, pH, acidez, cinzas, lipídios, em aparelho Soxhlet tendo como solvente éter de petróleo (AOAC, 1995); fibras totais (IAL, 1985); proteína, determinando-se o nitrogênio total pelo método macro-Kjeldahl e utilizando-se o fator de conversão de 6,25; e compostos cianogênicos totais por espectrofotometria (ESSERS, 1994).

Para extração do amido foi utilizada a metodologia de hidrólise ácida (CEREDA, 2004), sua determinação foi feita pela dosagem de açúcares redutores, método do 3,5 dinitro salicilato (MILLER, 1959), multiplicando seu resultado pelo fator 0,9 para transformá-lo em amido.

Os biscoitos foram amostrados de uma mesma fornada, de forma aleatória, para todas as análises. Foram realizadas as seguintes análises físicas: massa (medida em balança semi-analítica), espessura e diâmetro (medidos com paquímetro).

Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura com equipe de 24 provadores não treinados, no dia seguinte à produção dos biscoitos.

Na avaliação da aceitação sensorial, realizada com os biscoitos processados com o farelo resultante do processo manual, foram analisados os atributos: aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura, utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = “desgostei extremamente”; 5= não gostei nem desgostei; 9 = “gostei extremamente”). A ordem de apresentação das amostras foi completamente balanceada (MACFIE et al., 1989).

Análise estatística

Os dados das análises físicas e químicas, em triplicata, da fécula, farelo e biscoitos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de média Tukey, a 5% de significância, segundo método do SAS Institute Inc. (GOMES, 1990).

Para o teste de aceitação, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos (formulações) e 24 repetições (provadores), pelo qual foram avaliadas as variáveis: aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura. Ainda foi feita uma análise de regressão para avaliar qual a proporção ideal da substituição. Esta análise de regressão resultou do procedimento Proc. Reg. do programa SAS (GOMES, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físicas e químicas do farelo e da fécula de mandioca obtidos pelo processo manual, materiais que foram usados como ingredientes para as formulações de biscoitos.

Tabela 1. Resultados das análises físicas e químicas do farelo e da fécula de mandioca, obtidos pelo processo manual (médias de três repetições).

Análise	Farelo PMn ¹	Fécula PMn ¹
Umidade (%)	6,80 ± 0,20	6,67 ± 0,06
Amido (%)	64,21 ± 1,41	87,14 ± 0,67
Fibra Bruta (%)	9,15 ± 0,31	3,67 ± 0,29
Proteína (%)	1,06 ± 0,13	0,88 ± 0,07
Lipídios (%)	0,87 ± 0,12	0,60 ± 0,01
Cinzas (%)	1,08 ± 0,04	1,16 ± 0,06
CCT (mg/Kg)	0,39 ± 0,01	0,44 ± 0,02
pH	4,58 ± 0,51	4,62 ± 0,03
Acidez Total (%)	0,26 ± 0,01	0,27 ± 0,02
Valor calórico (Kcal)	368,91 ± 0,50	357,48 ± 0,25

PMn= processo manual.

CCT: Compostos Cianogênicos Totais.

Excetuando-se o teor de cinzas, que está acima do determinado pela legislação, a composição da fécula atende à norma constante da Resolução CNNPA nº 12, de 1978, a qual determina que este produto deve apresentar: máximo de 14 % de umidade (p/p), acidez máxima de 1,0 (p/p) expressa em mL de NaOH 1N/100g, mínimo de 80 % de amido (p/p) e 0,5 % de cinzas (BRASIL, 1978).

A composição do farelo é comparável à apresentada pela literatura. Leonel (1998) reportou os valores de 6,21 % de umidade, 80% de amido, 0,85 % de proteínas, 1,14 % de cinzas, pH de 5,8 e acidez de 5,3 mL N NaOH/100 g.

Melotti (1972), analisando seis amostras de diferentes indústrias de amido, encontrou, em média, 9,70 % de fibra bruta, 1,64 % de proteína e 1,14 % de cinzas, no que ele denominou “farelo de bagaço”.

Os teores de compostos potencialmente antinutricionais, como as fibras e os compostos cianogênicos totais, encontrados no farelo de mandioca, não restringem seu uso para a alimentação humana. Quanto às fibras, cabe ressaltar que estas podem ter um papel funcional importante, com benefícios à saúde humana; entretanto, o excesso de fibras na dieta, principalmente as insolúveis, pode comprometer a absorção de nutrientes pelo organismo humano.

Quanto aos compostos cianogênicos, o teor encontrado no farelo foi de 0,39ppm, muito abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, de 5ppm, o que indica que o processamento foi eficiente na eliminação destes compostos tóxicos.

O alto teor de amido do farelo, por outro lado, é uma característica interessante e que sugere seu aproveitamento como potencial substituto de farinhas e outros produtos amiláceos.

Durante o processamento, o biscoito alcançou características tecnológicas consideradas ideais para as fases de laminação, estampagem e forneamento nas formulações com até 60 % de substituição de farinha de trigo por farelo de mandioca. Por outro lado, a substituição de 80 e 100 % diminuiu a fluidez da massa, bem como a elasticidade, apresentando-se seca e quebradiça.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físicas dos biscoitos das diferentes formulações.

Quanto maior a porcentagem de substituição de farinha de trigo por farelo, menor o número de biscoitos obtidos.

Embora a massa (“peso”), a espessura e o diâmetro de cada unidade de biscoito tenham sido padronizados, nas etapas de laminação e estampagem, estes três parâmetros também variaram em função da formulação. Os tratamentos com teores maiores de farelo de mandioca, com menor capacidade de absorver água na

massa e, portanto, com maior teor de matéria seca antes do forneamento, resultaram em biscoitos mais pesados, espessos e de maior diâmetro. O teor de umidade dos biscoitos forneados variou de 6,03 e 7,66 %.

Tabela 2. Características físicas dos biscoitos elaborados com farinha de trigo e/ou farelo de mandioca obtido por processo manual.

Formulação do biscoito ¹	Parâmetros físicos				
	Nº de Biscoitos ²	Umidade (%) ^{3;4}	Massa (g) ^{3;4}	Espessura (cm) ^{3;4}	Diâmetro (cm) ^{3;4}
0%	44	7,66 ^a	6,52 ^c	0,34 ^c	21,7 ^e
20%	44	6,37 ^{bc}	6,76 ^c	0,34 ^c	25,6 ^d
40%	38	6,03 ^c	7,76 ^b	0,42 ^b	27,0 ^{cd}
60%	37	7,43 ^a	7,87 ^b	0,45 ^b	28,5 ^{bc}
80%	36	6,33 ^{bc}	7,97 ^{ab}	0,48 ^b	29,1 ^{ab}
100%	34	7,17 ^{ab}	8,25 ^a	0,56 ^a	30,4 ^a

1: Porcentagens de substituição da farinha de trigo por farelo de mandioca.

2: Número de biscoitos por formulação.

3: Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

4: Médias de dez repetições.

Os resultados de composição, pH e acidez dos biscoitos formulados com farinha de trigo e/ou farelo de mandioca obtido pelo processo manual encontram-se na tabela 3.

Houve pouca diferença no teor de acidez dos biscoitos em função da formulação, variando de 0,17 a 0,22 %. Quanto ao pH, a variação foi maior, de 4,70 a 5,85, provavelmente devido ao efeito de substâncias tamponantes presentes na farinha de trigo.

Tabela 3. Composição, pH e acidez dos biscoitos das diferentes formulações.

Análise	Porcentagens de substituição da farinha de trigo por farelo de mandioca					
	0 % ^{1;2}	20 % ^{1;2}	40 % ^{1;2}	60 % ^{1;2}	80 % ^{1;2}	100 % ^{1;2}
Amido (%)	59,10 ^a ±0,16	57,53 ^{bc} ±0,10	58,57 ^{ab} ±0,49	58,91 ^{ab} ±0,39	57,55 ^{bc} ±1,07	56,63 ^c ±0,45
Fibra Bruta (%)	5,39 ^d ±0,20	6,39 ^d ±0,53	11,40 ^c ±0,92	13,20 ^b ±0,61	14,20 ^{ab} ±0,72	15,07 ^a ±0,23
Proteína (%)	5,25 ^a ±0,13	4,19 ^b ±0,13	3,50 ^c ±0,06	2,44 ^d ±0,19	1,56 ^e ±0,13	0,69 ^f ±0,13
Lipídios (%)	4,20 ^a ±0,20	3,73 ^{ab} ±0,30	3,33 ^{ab} ±0,11	3,33 ^{ab} ±0,30	3,26 ^{ab} ±0,31	3,13 ^b ±0,75
Cinzas (%)	0,58 ^a ±0,02	0,61 ^a ±0,05	0,31 ^b ±0,05	0,33 ^b ±0,02	0,32 ^b ±0,03	0,34 ^b ±0,02
pH	5,85 ^a ±0,26	5,42 ^{bc} ±0,26	5,66 ^{ab} ±0,05	5,08 ^{cd} ±0,02	5,04 ^{cd} ±0,23	4,70 ^d ±0,06
Acidez Total (%)	0,21 ^a ±0,01	0,21 ^a ±0,01	0,20 ^a ±0,02	0,22 ^a ±0,01	0,19 ^{ab} ±0,01	0,17 ^b ±0,01

1: Em uma mesma linha, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si (p<0,05).

2: Médias de três repetições.

De maneira geral, quanto maior o teor de farelo na formulação, menor o teor de proteína, lipídios e cinzas. Já o teor de fibra foi crescente, em função do aumento do teor de farelo. Estes resultados eram esperados e estão obviamente relacionados à diferença de composição entre a farinha de trigo e o farelo de mandioca. Vale destacar que todos os biscoitos apresentaram teores de fibra altos; sendo que, o biscoito formulado com 100 % de substituição de farinha de trigo por farelo apresentou teor de fibra três vezes superior ao do formulado sem farelo de mandioca.

A tabela 4 e a figura 2 apresentam o resultado do teste de aceitação sensorial. As formulações com 40 e 60 % de substituição de farinha de trigo por farelo de mandioca obtiveram as melhores notas (entre 7, “gostei moderadamente”, e 8, “gostei muito”) para todos os atributos avaliados (aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global), tendo melhor aceitação, inclusive, que a formulação padrão, sem farelo de mandioca.

A formulação sem farinha de trigo (100 % substituída por farelo de mandioca), com 4,5 % de fécula de mandioca (valor fixo para todas as formulações) obteve a menor aceitação sensorial, conforme esperado. Por suas propriedades tecnológicas e para este tipo de biscoito, a supressão completa da farinha de trigo da formulação é inviável.

A textura foi o atributo mais afetado pela adição do farelo de mandioca. A adição deste ingrediente acima de um determinado limite (neste caso, equivalente à substituição de 60 % de farinha de trigo por farelo) comprometeu a adequada formação da massa. A textura, para o tratamento com 100 % de substituição de farinha de trigo por farelo, foi o único atributo a receber notas inferiores a 5 (“não gostei, nem desgostei”) e próximas a 4 (“desgostei ligeiramente”).

Tabela 4. Médias dos atributos do teste do consumidor dos biscoitos formulados com farelo de mandioca do processo manual.

Formulação do biscoito ¹	Atributo				
	Aceitação Global ^{2;3}	Aparência ^{2;3}	Aroma ^{2;3}	Sabor ^{2;3}	Textura ^{2;3}
0 %	6,58 ^b	5,71 ^c	6,37 ^{bc}	6,92 ^{ab}	6,42 ^{bc}
20 %	7,08 ^{ab}	6,67 ^{abc}	6,71 ^b	7,04 ^{ab}	7,54 ^{ab}
40 %	7,75 ^a	7,62 ^a	7,75 ^a	7,92 ^a	8,21 ^a
60 %	7,67 ^a	7,46 ^{ab}	7,29 ^{ab}	7,67 ^a	7,75 ^a
80 %	6,33 ^{bc}	6,50 ^{bc}	6,54 ^{bc}	6,50 ^{bc}	5,37 ^c
100 %	5,33 ^c	5,79 ^c	5,58 ^c	5,71 ^c	3,75 ^d

1: Porcentagem de substituição da farinha de trigo por farelo de mandioca.

2: Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

3: Extremos da escala hedônica 1= desgostei extremamente; 9= gostei extremamente.

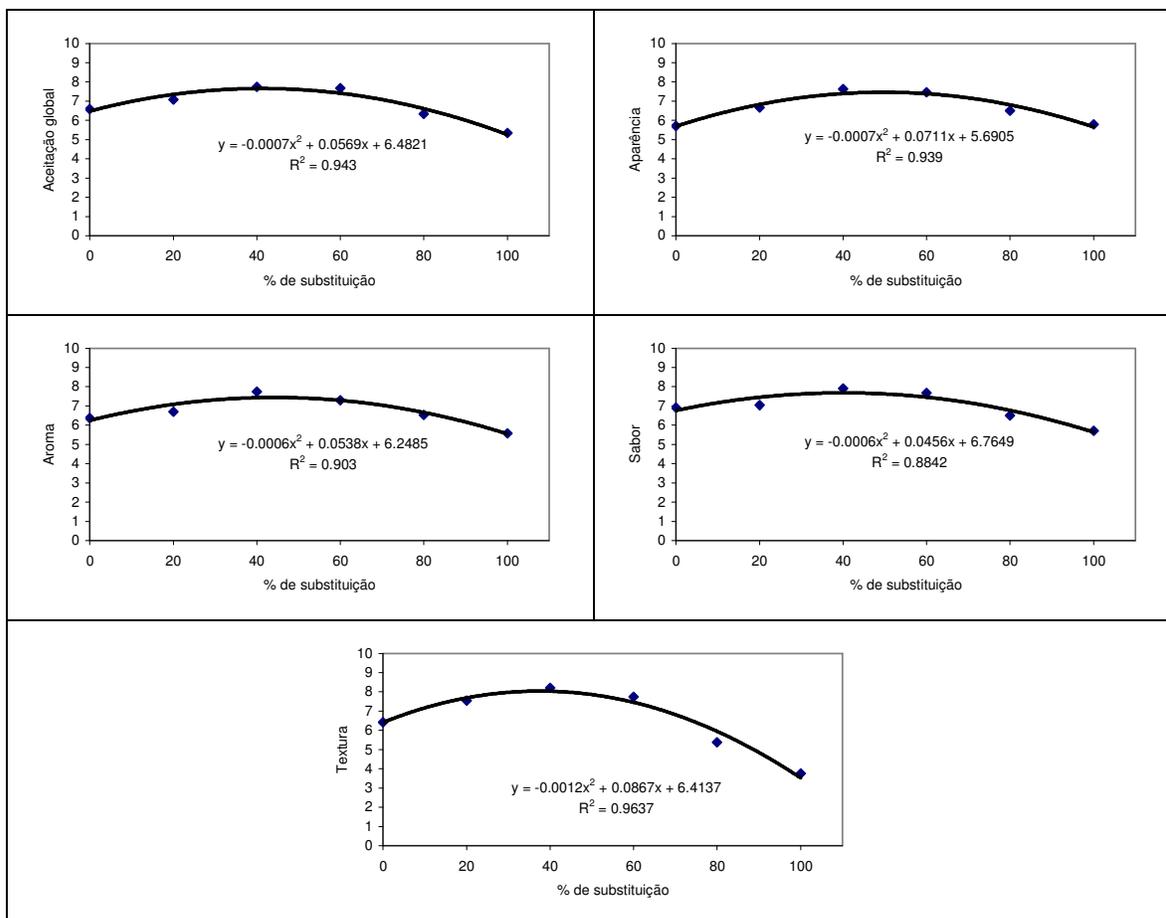


Figura 2. Variação para os atributos aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura em função do teor percentual de substituição da farinha de trigo por farelo de mandioca em biscoitos estampados.

CONCLUSÕES

1. A utilização do farelo de mandioca, em substituição à farinha de trigo na formulação de biscoitos, até o limite máximo de 60 % e em formulações compostas por outro produto amiláceo (fécula de mandioca), não alterou significativamente os parâmetros de processamento.

2. A substituição parcial da farinha de trigo por farelo de mandioca na elaboração de biscoitos, nas porcentagens de 40 e 60 %, resultou em produtos de boa qualidade e melhor aceitos sensorialmente que os produzidos sem farelo de mandioca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed, Arlington: AOAC, 1995.

BRASIL, Decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 21 out. 1978. p. 3-25.

CEREDA, M. P., DAIUTO, E. R., VILPOUX, O. Metodologia de determinação de amido digestão ácida em microondas. **ABAM: Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca** [online]. Set/ Dez. 2004, ANO II, n.8 [citado 04 Janeiro 2005]. Disponível na World Wide Web: <<http://www.abam.com.br/revista/revista8/metodologia.php>>.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. cap.1, p.11-50.

EL-DASH, A., CAMARGO, C.O., DIAZ, N. M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 370p.

EL-DASH, A., MAZZARI, M. R., GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e mandioca na produção de pães**. v.1 Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 90p.

EL-DASH, A. et al. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista na produção de biscoitos**. v.6 Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 96p.

ESSERS, A. J. A. Further improving the enzymic assay for cyanogens in cassava products. **Acta Horticulturae**, n.375, p.97-104, 1994.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed, São Paulo: Nobel, 1990. 468p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed., São Paulo, 1985, 533p.

LEONEL, M., CEREDA, M. P., ROAU, X. Cassava bagasse as dietary product. **Tropical Science**, v. 38, p. 224-228, 1998.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, p.129-148, 1989.

MELOTTI, L. **Contribuição ao estudo da composição química e valor nutritivo dos resíduos da industrialização de mandioca – *Manihot utilíssima* Pohl – no Estado de São Paulo**. 1972, 61 p. Tese (Magister Scientias) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Chem.**, v.31, p.426-428, 1959.

SCHOLZ, H. K. B. W., **Aspectos industriais da mandioca no Nordeste**. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1971, 203p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da mandioca é uma das mais importantes fontes de carboidratos para os consumidores de baixa renda em países tropicais da América Latina. Em algumas regiões, como o Nordeste do Brasil, a mandioca é um dos principais cultivos, do qual depende a subsistência e a renda dos produtores e a alimentação dos animais (CARDOSO & SOUZA, 1999).

No Recôncavo Baiano, o processamento dessa raiz é basicamente para a produção de farinha e fécula. Embora haja algumas casas de farinha mecanizadas, a extração da fécula ainda é feita, na maioria dos casos, de forma artesanal.

Da extração da fécula resultam grandes quantidades de bagaço ou farelo de mandioca, que é jogado fora, poluindo o meio ambiente, ou é utilizado na alimentação de animais (RAUPP, 1999).

Tanto a qualidade como as quantidades dos resíduos do processamento de mandioca variam bastante, em função de uma série de fatores tais como o cultivar, idade da planta, tempo após a colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial, entre outros (CEREDA, 1994).

Ressalta-se que o processo de extração da fécula tem como objetivo obter um produto com alto grau de pureza devendo apresentar baixos conteúdos de proteínas, lipídios, cinzas e fibras (LEONEL & CEREDA, 2000).

Em busca de uma estimativa de rendimento de fécula, em nível de campo, procurou-se reproduzir o processamento da raiz feito pela grande maioria dos produtores da região do Recôncavo Baiano, utilizando o processo manual (artesanal) e mecânico (com um extrator tipo batedeira).

Ainda, no intuito de fornecer ao produtor de fécula uma alternativa mais rentável e apropriada para o farelo resultante do processo, buscou-se sua caracterização, bem como sua aplicação em um produto de panificação como o biscoito.

Os resultados desse trabalho corresponderam às expectativas contidas no objetivo do mesmo, onde se pode identificar um rendimento próximo aos citados por outros autores (Lebourg, 1996; Matsuura, 1995).

As análises químicas para a fécula apresentaram-se dentro dos limites permitidos na legislação brasileira, enquanto os farelos apresentaram elevados teores de amido e de fibras, próximos aos citados por outros autores, permitindo sua utilização na alimentação humana.

Quanto aos biscoitos produzidos, as formulações adicionadas com 40 % e 60 % de farelo em substituição a farinha de trigo foram os mais aceitos sensorialmente.

Portanto, o fato de que as formulações com até 60 % de substituição da farinha de trigo por farelo de mandioca tenham sido bem aceitos, sensorialmente, torna-se de suma importância, pois poderá vir a ser uma boa alternativa para o emprego desse farelo, que até então é subutilizado na alimentação animal e/ou constitui-se, em muitos casos, fator que contribui para a poluição ambiental, quando jogado fora.

Referências Bibliográficas

CARDOSO, C. E. L., SOUZA, J. da S. Aspectos agro-econômicos da cultura da mandioca: potencialidades e limitações. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA) **Processamento agroindustrial da mandioca**, Cruz das Almas, BA: 1999. 132p. Apostila, p. 1-30, 1999.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. cap.1, p.11-50.

LEBOURG, C. **Brasamide et la fécula: une histoire de amour**. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais, 1996. 59p.

LEONEL, M. & CEREDA, M. P. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**., abr. 2000, vol.20, no.1, p.122-127. ISSN 0101-2061.

MATSUURA, F. C. A. U. Aspectos tecnológicos de utilização. In: IX CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1995. 40p.

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