

Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma

Utilization of cassava peel flour for preparing loaf bread

RIALA6/1406

Divina Aparecida Anunciação VILHALVA, Manoel Soares SOARES JÚNIOR, Camila Melo Araújo de MOURA, Márcio CALIARI, Thaís Anders Carvalho SOUZA, Flávio Alves da SILVA*

*Endereço para correspondência: Departamento de Engenharia de Alimentos, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Campus Samambaia - Rodovia Goiânia - Nova Veneza, Km 0 - Caixa Postal 131, CEP 74690-900, Goiânia, GO, Brasil. Tel: (62) 35211613. E-mail: flaviocamp@gmail.com.

Recebido: 02.09.2011 – Aceito para publicação: 15.12.2011

RESUMO

Nas indústrias de mandioca são produzidos grandes volumes de resíduos sólidos (cascas e bagaço). A viabilidade de aproveitamento da farinha de casca de mandioca (FCM) para o consumo humano foi pesquisada, como substituto parcial da farinha de trigo (FT) na elaboração de pães de forma. Delineamento inteiramente aleatório foi utilizado, efetuando-se cinco tratamentos e quatro repetições originais. O tratamento com 7,5% de substituição de FT por FCM resultou em maior volume específico (4,78 cm³/g) entre os procedimentos com FCM. A luminosidade (L*) variou de 64,92 a 11,54 e a cromaticidade (a*) entre 0,78 e 7,58, com escurecimento do miolo com o aumento do nível de substituição de FT por FCM. Todos os tratamentos apresentaram teores mais elevados de fibras e mais baixos de carboidratos do que o pão controle. A aceitação dos pães de forma com diferentes taxas de substituição de FT por FCM foi satisfatória e todos os atributos avaliados receberam escores médios acima de 6,72. Os pães com até 15% de substituição de FT por FCM não diferiram do tratamento controle quanto ao aroma, textura e sabor, que fortalecem a constituição de uma alternativa viável de inclusão de um produto contendo alto teor de fibras no mercado.

Palavras-chave. *Manihot esculenta* Crantz, resíduo, desenvolvimento de produto, pão de forma.

ABSTRACT

In cassava starch industry large amounts of solid residue (peel and meal) are produced. In this context, this study was conducted to assess the feasibility in using cassava peel flour (CPF) for human consumption, as a partial substitute for wheat flour (WF) for preparing loaves. Completely randomized design was used, with five treatments and four original replicates. The treatment using 7.5% substitution of WF for CPF resulted on highest specific volume of loaf (4.78 cm³/g) among the treatments with CPF. Brightness feature ranged from 64.92 to 11.54, and chromaticity from 0.78 and 7.58, indicated by the bread interior part darkening proportionally to the increase of the substitution degree of WF for CPF. All tested treatments showed higher fiber and lower carbohydrate contents than the control loaf bread. The acceptance of the loaves containing different rate of WF substitution for CPF was satisfactory, achieving an average score above 6.72 in all the attributes evaluated. The loaves prepared with up to 15% substitution of WF for CPF did not show any difference from the control treatment in relation to aroma, texture and flavor, which indicate that it can be a viable alternative to introduce a high-fiber product in the market.

Keywords. *Manihot esculenta* Crantz, waste, product development, loaf bread.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das culturas mais difundidas no Brasil, sendo cultivada em todas as regiões do país. A importância econômica da cultura da mandioca deriva do interesse em suas raízes ricas em amido, utilizadas na alimentação humana e animal, de seu uso na fabricação de produtos alimentícios (féculas e farinhas de vários tipos) e de outros ramos industriais (têxtil, mineração, químico etc). Além de servir de matéria-prima para inúmeros produtos, contribui para geração de emprego e de renda^{1,2}. Devido ao seu alto valor energético, desempenha um importante papel no regime nutricional, especialmente entre as classes mais populares³.

Estima-se que no Brasil aproximadamente 83% das raízes de mandioca são destinadas à produção de farinha e de fécula⁴. As indústrias processadoras de mandioca geram grandes quantidades de resíduos. Dentre esses, destacam-se os sólidos, como as cascas (periderme e entrecasas) e a massa fibrosa ou bagaço (córtex e parênquima de armazenamento de amido). Os restos culturais, resíduos ou subprodutos industriais gerados da extração da fécula ou da farinha, podem se tornar contaminantes ambientais se não houver tratamento adequado⁵.

Várias alternativas vêm sendo propostas para a utilização da casca e do bagaço de mandioca, visando diminuir a poluição ambiental causada pelos mesmos, quando lançados no solo ou nos cursos d'água. Segundo Cereda⁶, esses resíduos, além de possuírem alto teor de amido, são fontes de fibras alimentares de boa qualidade. Desse modo, tem havido grande interesse em aplicações para produção de ração animal^{7,8}. Quando utilizados na elaboração de alimentos animais, as cascas e o bagaço de mandioca podem apresentar vantagem em relação às matérias-primas tradicionais, pois, sendo produtos de descarte agroindustrial, possuem baixo custo. Além dessa finalidade, esses também têm sido utilizados na produção de álcool, fertilizantes e outros derivados⁹⁻¹².

Entretanto, existem algumas limitações para a utilização das cascas e do bagaço de mandioca. O principal problema é o elevado teor de umidade, que tornam estes produtos rapidamente fermentescíveis por micro-organismos oriundos do solo. Assim, para diminuir este risco, é necessário processá-los imediatamente após sua obtenção. Uma alternativa para processamento desses resíduos é a secagem artificial, utilizando os mesmos equipamentos envolvidos na secagem da fécula, que pode reduzir o teor de umidade inicial de aproximadamente

90% para 14%, o que os tornaria estáveis durante o armazenamento à temperatura ambiente.

A crescente preocupação com os impactos ambientais e o elevado índice de desperdício, decorrente da atividade de indústrias de alimentos têm levado as agroindústrias à busca por alternativas viáveis de aproveitamento de seus resíduos para geração de novos produtos, sendo assim, essa pesquisa teve como objetivo verificar a viabilidade do aproveitamento da farinha de casca de mandioca (FCM) para o consumo humano na elaboração de pães de forma, como substituto parcial da farinha de trigo (FT), em relação aos aspectos tecnológicos, nutricionais e microbiológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

As cascas de mandioca (CM) da cultivar IAPAR-12 foram doadas pela FEBELA - Fecularia de Bela Vista Ltda., situada no município de Bela Vista de Goiás-GO.

A farinha de casca de mandioca (FCM) foi processada por meio das seguintes operações: coleta, transporte, secagem e moagem das cascas de mandioca e embalagem. Na fecularia, as cascas foram coletadas diretamente na saída do equipamento de transporte de cascas. A secagem foi realizada com temperatura do ar de 60 °C por 48h, ou até as cascas atingirem teor de umidade ao redor de 14% (base úmida). Utilizou-se secador convectivo de bandejas (dimensões do secador: 1,90 m de altura por 0,80 m de largura; capacidade de 5 bandejas metálicas de 55 x 57 cm cada). O produto seco foi moído em moinho de facas, com peneira de 0,5 mm. Em seguida a FCM obtida foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenada em freezer horizontal, na temperatura de -10 °C, até a realização das análises físicas e químicas da farinha e elaboração dos pães de forma.

A análise microbiológica foi realizada em três etapas (a cada 30 dias). Foram coletadas três amostras de cascas de mandioca, em três diferentes locais da linha de produção (no transportador de cascas, na saída da área de lavagem e no descascamento). As amostras de CM foram embaladas em sacos de PEBD estéreis e colocadas em caixa isotérmica com gelo mineral para o transporte, que durou aproximadamente 40 minutos, entre a indústria e o Laboratório de Análises Microbiológicas de Alimentos, onde foram realizadas contagens de bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes, *Bacillus cereus*, além de análise para detecção de *Salmonella*, de acordo com os métodos recomendados pela

Tabela 1. Ingredientes utilizados na formulação de pães de forma elaborados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por farinha de casca de mandioca (FCM)

Ingredientes (g)	Nível de substituição de FT por FCM (%)				
	0**	7,5	15	22,5	30
Farinha de trigo especial (Nita)	1000	925	850	775	700
FCM	0	75	150	225	300
Margarina com sal (Delícia)	40	40	40	40	40
Melhorador (Hax-pão)	20	20	20	20	20
Leite em pó integral (Ninho)	20	20	20	20	20
Sal	20	20	20	20	20
Fermento biológico seco (Fermais)	20	20	20	20	20
Açúcar cristal (Cristal)	50	50	50	50	50
Ovos	60	60	60	60	60
Água*	500	550	600	650	700

*A água foi adicionada em quantidade suficiente para a massa obter o ponto de véu

** 100% de farinha de trigo

*American Public Health Association*¹³. Também foram realizadas as mesmas análises microbiológicas na FCM. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para estudo das características físicas e químicas dos pães de forma, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: 0% (controle); 7,5%; 15%; 22,5%; e 30% de substituição de farinha de trigo (FT) por FCM; e quatro repetições originais. Os ingredientes utilizados nas cinco formulações de pães de forma são apresentados na Tabela 1.

A mistura e o amassamento dos pães foram feitas em masseira rápida (Venâncio, ARV 15”, Brasil). Primeiramente, foram misturados durante 5 minutos os ingredientes secos (FT, FCM, fermento, açúcar, melhorador, sal e leite em pó), em seguida foram acrescentados os demais ingredientes (margarina, ovos e água). Para a água, utilizou-se metade do seu volume na forma líquida a temperatura ambiente e a outra metade na forma de gelo, para impedir o aquecimento e a fermentação prematura da massa durante o processamento. Após a inclusão de todos os ingredientes, a massa foi misturada por 10 minutos, até que ficasse homogênea e atingisse o “ponto de véu”. Retirada da masseira, a massa foi pesada, dividida em porções de 720 g e submetidas ao processo de cilindragem e modelagem manual. Em seguida, as massas modeladas foram deixadas em repouso por 60 minutos nas formas de folha de flandres (30cm x 10cm x 10cm), dentro da câmara de fermentação com temperatura de 30 °C. Após o crescimento, os pães foram submetidos ao processo de

forneamento a 180 °C, durante 15 minutos em forno da marca Venâncio, modelo Ciclone Digital, Brasil.

Três amostras de cada repetição de cada tratamento foram avaliadas quanto aos parâmetros instrumentais, da cor do miolo. Utilizou-se colorímetro (HunterLab, ColorQuest II, USA) conectado a um computador provido do *software* Universal, A 60-10005-654, versão 1.7. Os parâmetros instrumentais de cor do miolo medidos foram L*, que representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco), os de croma a* do verde (-60) ao vermelho (+60) e os de croma b* do azul (-60) ao amarelo (+60). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O volume específico dos pães de forma foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (massa ocupada) e medido o seu volume em proveta graduada. O volume específico (mL.g⁻¹) foi calculado conforme descrito por Soares Júnior et al.¹⁴. A análise foi realizada em 20 replicatas.

O pH e o teor de umidade das cascas *in natura*, e os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibra alimentar total, solúvel e insolúvel da FCM e dos pães de forma experimentais foram determinados em triplicata, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz¹⁵. Os carboidratos foram estimados por diferença. O valor energético total foi estimado seguindo os valores de conversão de Atwater¹⁶.

O teste de aceitação dos pães de forma experimentais foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial, equipado com cabines individuais, com cinquenta provadores.

Foi utilizado delineamento de blocos casualizados para a análise sensorial, sendo cada provador considerado um bloco. Os pães de forma utilizados na análise sensorial tinham dois dias de fabricação em média. As amostras foram servidas em pratos brancos de forma monádica sequencial, sendo codificadas com números de três dígitos aleatorizados. Para avaliar a aceitação do produto, foi utilizada uma ficha de avaliação com escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei extremamente), onde cada provador avaliou as amostras de acordo com atributos de aparência, aroma, textura e sabor, anotando quanto gostou ou desgostou dos pães¹⁷.

Os dados físicos e químicos obtidos foram avaliados por meio de análise de modelos e gráficos de regressão, enquanto que os dados sensoriais foram comparados pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o *software Statistica*, versão 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de cascas de mandioca *in natura* apresentaram 73,9% de umidade e pH igual a 4,28, valores próximos aos encontrados por Cereda⁶ para umidade (72,32%) e Leonel e Cereda¹² para pH (4,56). No entanto, segundo Cereda⁹, podem ocorrer variações nas características físicas e químicas devido a vários fatores, tais como nível tecnológico da indústria, qualidade da mão de obra, metodologia de análise, assim como à genética da mandioca.

Tanto nas amostras de cascas de mandioca (CM) *in natura* quanto nas amostras de farinha de cascas de mandioca (FCM) avaliadas não foram detectadas *Salmonella* sp., *Bacillus cereus*, *Clostridium* sp. e coliformes termotolerantes. Estes resultados são representativos para a utilização deste resíduo na alimentação humana, uma vez que esses micro-organismos conferem grande risco à saúde humana, na forma de infecções, intoxicações e toxinfecções alimentares. Foram encontrados coliformes totais ($8,6 \times 10^4$ UFC.g⁻¹) e fungos ($3,7 \times 10^4$ UFC.g⁻¹) nas amostras de cascas de mandioca *in natura*. Entretanto, estes micro-organismos não foram detectados nas amostras de FCM. A presença de coliformes totais é considerada indicadora de condições de higiene insatisfatórias na produção e/ou manipulação do alimento¹⁸. Bolores e leveduras podem ser explicados, em parte, pelo fato de que no sistema de produção, uma das principais fontes de contaminação é o solo¹⁹. Entretanto, a secagem também foi eficiente para a eliminação destes micro-organismos.

O teor de umidade da FCM (Tabela 2) encontrou-se dentro do valor máximo estipulado para

farinhas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)²⁰, que é de até 14%. Em farinhas com valores acima de 15% há a possibilidade de desenvolvimento de micro-organismos, principalmente fungos²¹. Ainda com relação às características físico-químicas da farinha de casca de mandioca, merecem destaques os elevados valores de fibras, deste total, 96,4% de fibra alimentar insolúvel e 3,6% de fibra alimentar solúvel.

Isso demonstra que os resíduos da mandioca representam excelente fonte de fibras alimentares, podendo ser utilizados como ingredientes de produtos alimentícios, a fim de enriquecê-los com fibras. Vários resíduos agroindustriais são desprezados pelas indústrias, principalmente aqueles provenientes de frutas, leguminosas, hortaliças e tubérculos, no entanto esses poderiam ter diferentes utilidades, como fonte alternativa de nutrientes e fibras alimentares, bem como para elaboração de novos produtos²²⁻²⁵.

Os valores observados dos parâmetros instrumentais de cor da FCM (Tabela 2) foram próximos aos valores encontrados para farinha de trigo integral por Fernandes et al.²¹, cujos os valores para L* e a* foram 68,69 e 3,97, respectivamente. De acordo com esses valores, a farinha de casca de mandioca pode ser considerada mais escura que a farinha de trigo refinada, que pode ser considerada branca quando L* é maior que 93, a* é próximo de zero e b* menor que 926, e mais próxima da cor de farinha de trigo integral.

De acordo com a análise estatística, com exceção do modelo de regressão para lipídios, os demais modelos estudados foram significativos (P<0,05). Os efeitos lineares e quadráticos foram significativos para todos (P<0,05), com exceção dos modelos para cinzas e valor energético total, que somente apresentaram efeito linear significativo (P<0,05). Em relação ao volume específico, verificou-se que quanto maior a substituição de FT por FCM, menor o volume específico do pão de forma até 22,5% de substituição, com 30% de substituição houve um ligeiro aumento do volume específico (Figura 1).

Os pães de forma elaborados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por farinha de casca de mandioca podem ser visualizados na Figura 2. Segundo Oliveira et al.²⁷, no caso de pães, a adição de fibras na formulação pode promover redução do volume, devido ao aumento da absorção de água e menor tolerância à fermentação. As fibras, por sua conformação estrutural alongada, podem ser negativas em relação ao aprisionamento pela massa dos gases obtidos

Tabela 2. Composição química e parâmetros de cor da farinha de cascas de mandioca (FCM) e da farinha de trigo (FT)

Componente	FCM	FT ⁵
Umidade ¹	9,6±0,52	-
Cinzas ¹	3,48±0,18	-
Proteínas ¹	4,04±0,07	9,8
Lipídeos ¹	0,54±0,08	1,4
FAI ^{1,2}	48,66±0,47	-
FAS ^{1,3}	1,83±0,05	-
FAT ^{1,4}	50,49±0,47	3,2
Carboidratos ¹	31,85±0,70	72
L*	64,54±0,29	-
a*	4,51±0,08	-
b*	12,43±0,37	-

¹g.(100 g)⁻¹; ²Fibra alimentar insolúvel; ³Fibra alimentar solúvel; ⁴Fibra alimentar total; ⁵Informação nutricional de acordo com o fabricante

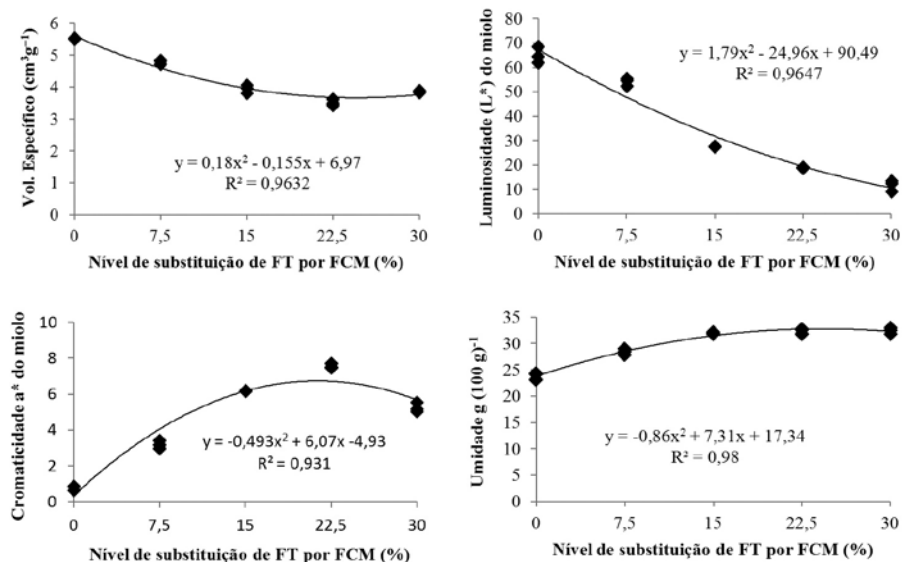


Figura 1. Volume específico (VE), parâmetros de cor do miolo (L^* e a^*) e umidade dos pães de forma com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por farinha de casca de mandioca (FCM)

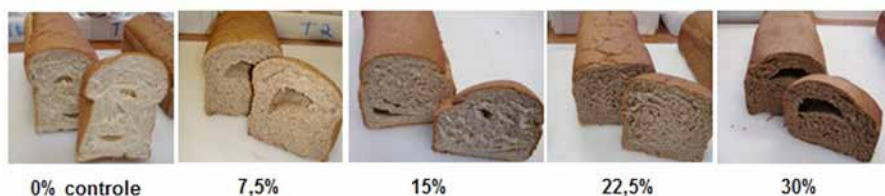


Figura 2. Vista frontal dos pães de forma (corte transversal) com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por farinha de cascas de mandioca

durante a fermentação, responsáveis pelo aumento do volume do pão. Assim, as fibras podem atuar como elementos perfuradores das bolhas de CO_2 , que tendem a se coalescer, formando grandes bolhas de gás na massa (defeito), que podem ser visualizadas na Figura 2. Este problema talvez possa ser resolvido com a utilização de emulsificantes, que atuam na estabilização da interface entre os gases e a massa.

Os valores obtidos para os parâmetros de cor L^* do miolo dos pães com substituição de FT por FCM foram decrescentes, indicando que à medida que aumentou a concentração de FCM houve escurecimento da cor do miolo dos pães (Figura 1).

Em relação à coordenada de cromaticidade a^* , ocorreu diminuição em relação ao tratamento controle para o tratamento com 22,5% de substituição de FT por FCM (Figura 1), indicando que o pão com FCM possui mais pigmentos vermelhos, além de maior teor de cinzas e fibra alimentar, típico em produtos integrais.

Os teores de lipídeos apresentados nos diferentes tratamentos com nível de substituição de FT por FCM (%) foram respectivamente: 0%=7,37,3±0,33 g.(100 g)⁻¹; 7,5%=8,9±0,46 g.(100 g)⁻¹; 15%=5,4±0,36 g.(100 g)⁻¹; 22,5%=9,1±0,29 g.(100 g)⁻¹; 30%=6,2±0,074 g.(100 g)⁻¹.

A umidade, as cinzas, a fibra alimentar insolúvel e total aumentaram, enquanto a proteína diminuiu gradualmente com a substituição da FT por FCM (Figuras 1 e 3). Ocorreram variações nos teores de fibra alimentar solúvel, carboidratos e no volume específico (VET), sendo que o tratamento com 15% de substituição apresentou o menor teor de lipídios, o tratamento com 22,5% apresentou o menor teor de carboidratos e o tratamento com 30% apresentou os menores teores de fibra alimentar solúvel e de VET.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da USP²⁸, o pão de forma integral clássico possui 39,50 g.(100 g)⁻¹ de umidade, 11,16 g.(100 g)⁻¹ de proteína, 1,45 g.(100 g)⁻¹ de lipídios, 45,62 g.(100 g)⁻¹ de

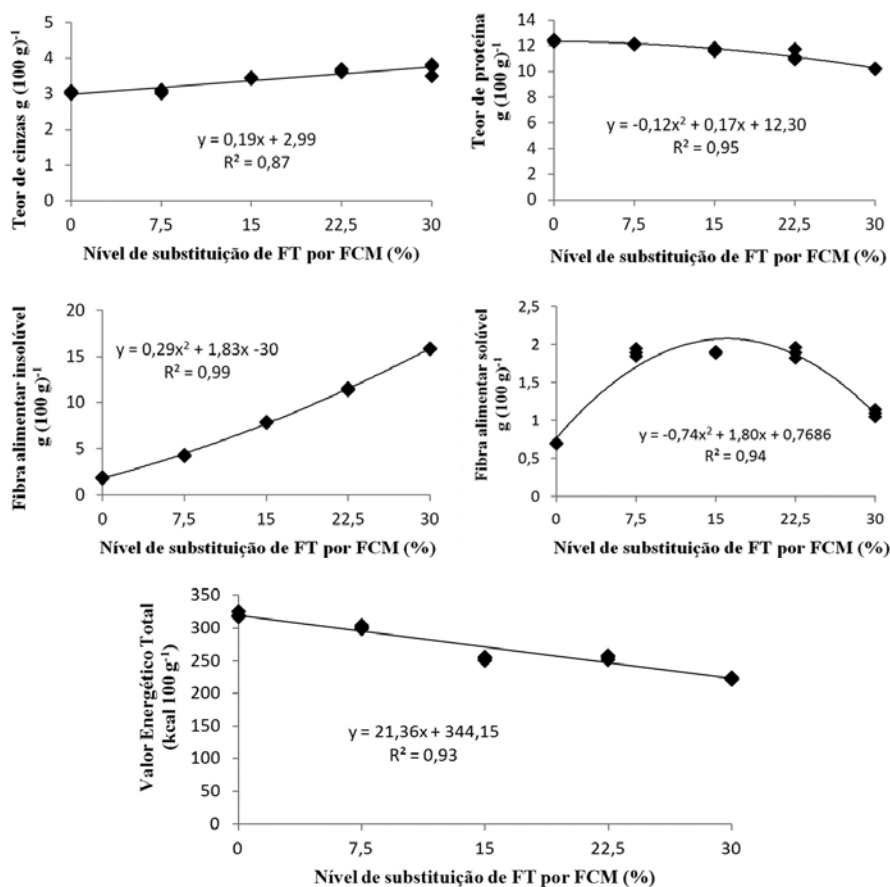


Figura 3. Composição centesimal dos pães de forma com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por farinha de casca de mandioca (FCM)

carboidratos, 2,27 g.(100 g)⁻¹ de cinzas e 4,46 g.(100 g)⁻¹ de fibra alimentar. Neste estudo, todos os tratamentos com adição de FCM obtiveram médias menores de umidade e carboidratos, e valores maiores de fibras, cinzas e proteínas, com exceção do último tratamento, que apresentou teor de 10,22 g.(100 g)⁻¹ (Figuras 1 e 3).

Ainda com relação à composição centesimal encontrada para os pães de forma desenvolvidos neste estudo, vale destacar os valores elevados de fibras nos pães com FCM. Segundo a Anvisa, por meio da Portaria nº 27 de 13/01/1998, para considerar o alimento fonte de fibras alimentares, o mesmo deve conter no mínimo 3% dessas fibras e o alimento com alto teor de fibras, no mínimo 6%²⁰. Baseando-se nestes valores e nos teores de fibra alimentar total das quatro formulações de pães com FCM apresentados no presente estudo, pode-se dizer que este produto é um alimento com alto teor de fibras.

Já foram relatados vários estudos que relacionam o papel da fibra alimentar com a prevenção de várias doenças

como diverticulite, câncer de cólon, obesidade, problemas cardiovasculares e diabetes²⁹⁻³². Isso tem levado as indústrias de alimentos buscarem cada vez mais produtos que atendam as novas exigências nutricionais dos consumidores. O pão é um dos alimentos mais consumidos no país³³ e representa uma das fundamentais fontes calóricas da dieta dos brasileiros³⁴, por isso, vem se tornando um dos principais alvos de estudos de enriquecimento funcional^{27,35-37}.

Não foi quantificado o teor de ácido cianídrico dos pães e farinhas. Entretanto, o teor de ácido cianídrico não representa problema, uma vez que o processo de secagem ao qual a farinha foi submetida pode eliminar, por volatilização, este componente tóxico. Segundo Gomez e Valdivieso³⁸ a secagem das folhas de mandioca a 60 °C foi suficiente para eliminar 68 a 76% do ácido cianídrico, enquanto que Helbig et al.³⁹ relataram que a secagem a 100 °C por 15 min eliminou totalmente o composto tóxico das folhas de mandioca, o que permitiu o uso da farinha das folhas em multimisturas para uso na alimentação

humana. Neste estudo, além da secagem a 60 °C por 48 h, a farinha de casca de mandioca foi utilizada na elaboração de pães, que sofreram forneamento a 180 °C por 15 min, o que provavelmente eliminou algum resíduo de ácido cianídrico que tenha sobrado da secagem. Para utilização da farinha crua em multimisturas, recomenda-se uma secagem em maiores temperaturas e a verificação do teor de ácido cianídrico.

O pão é apreciado tanto na forma de lanche ou como acompanhamento nas refeições³³. Assim, torna-se necessário o conhecimento das características sensoriais de um produto novo, visto que o melhoramento da qualidade de um produto representa uma oportunidade de agregar valor de mercado ao mesmo⁴⁰. Na análise sensorial dos pães, 57% dos consumidores entrevistados tinham entre 21-30 anos, 24% entre 18-30 anos, 10% entre 31-40 anos e 9% acima de 41 anos, sendo 65% do sexo feminino e 35% do sexo masculino. O percentual de consumidores entrevistados com consumo mensal de pães de forma entre 1-5 vezes foi de 33%, entre 6-10 vezes foi de 22%, e entre 11-15; 16-25 e 26-30 vezes foram de 15%.

Os escores médios para os atributos aparência, aroma, textura e sabor estão apresentados na Tabela 3, sendo considerado como escore mínimo para aceitação dos pães de forma com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por farinha de casca de mandioca o valor de 6. Todos os pães apresentaram aceitação satisfatória.

Todos os atributos avaliados receberam escores médios acima de 6,72, com predomínio de escores entre 7 e 8 (Tabela 3). Os pães com até 15% de substituição de farinha de trigo por farinha de casca de mandioca não diferiram significativamente ($p>0,05$) do tratamento controle em relação ao aroma, textura e sabor. Os escores médios obtidos para os pães deste trabalho foram maiores que os valores encontrados por Battochio et al.³³ para pão integral, onde obtiveram os seguintes escores médios para aparência, aroma, textura e sabor: 6,75; 6,73; 6,25 e 6,27, respectivamente.

Tabela 3. Escores médios para aparência, aroma, textura e sabor de pães de forma elaborados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por farinha de casca de mandioca (FCM)

Atributo	Nível de substituição de FT por FCM (%)				
	0 (controle)*	7,5	15	22,5	30
Aparência	8,14 ^A	8,06 ^{AB}	7,44 ^{BC}	7,36 ^C	7,08 ^C
Aroma	8,12 ^A	7,88 ^{AB}	7,62 ^{ABC}	7,30 ^{BC}	7,06 ^C
Textura	7,96 ^A	8,00 ^A	7,62 ^{AB}	7,66 ^{AB}	7,06 ^B
Sabor	8,12 ^A	7,86 ^{AB}	7,52 ^{ABC}	7,16 ^{BC}	6,72 ^C

*100% de farinha de trigo

A maioria dos provadores compraria o produto consumido, sendo a maior rejeição (19%) para a última amostra com 30% de substituição de farinha de trigo por farinha de casca de mandioca.

CONCLUSÃO

As amostras de cascas de mandioca *in natura* e as amostras de farinha de cascas de mandioca (FCM) avaliadas não apresentaram *Salmonella* sp., *Bacillus cereus*, *Clostridium* sp e coliformes termotolerantes, indicando a possibilidade da utilização deste resíduo na alimentação humana. Foram encontrados coliformes totais, bolores e leveduras nas amostras de cascas de mandioca *in natura*, mas estes micro-organismos não foram detectados nas amostras de farinha de casca de mandioca, indicando a eficiência do processo de secagem sobre estes agentes.

A concentração de farinha de casca de mandioca influenciou o crescimento da massa dos pães, bem como a coloração dos mesmos. Ou seja, à medida que se aumentou a concentração de FCM em substituição a FT, os pães apresentaram menor volume e miolo mais escuro. Os pães com farinha de casca de mandioca obtiveram teores elevados de fibra alimentar insolúvel e foram aceitos sensorialmente. Pães com até 15% de substituição de farinha de trigo por farinha de casca de mandioca podem ser uma alternativa viável de inclusão de um produto fonte de fibras no mercado consumidor.

REFERÊNCIAS

- Dósea RR, Marcellini OS, Santos, AA, Ramos ALD, Lima AS. Qualidade microbiológica na obtenção de farinha e fécula de mandioca em unidades tradicionais e modelo. *Ciênc Rural*. 2010;40(2):441-6.
- Marques JA, Prado IN, Zeoula LM, Alcalde CR, Nascimento WG. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. *Rev Bras Zootec*. 2000;29(5):1528-36.
- Carvalho PCL, Fukuda WMG, Cruz PJ, Costa JA. Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo "in natura". *Rev Bras Mand*. 1995;14 (1-2):7-15.
- Embrapa Mandioca e Fruticultura – Embrapa Cnpmf. Perguntas e respostas: mandioca. [acesso 2011 Ago 25]. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-mandioca.php#processamento].
- Souza LS, Fialho JF. Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado. Embrapa Mandioca e Fruticultura, sistemas de produção. 2003. [acesso 2010 Nov 11]. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/].

6. Cereda MP. Caracterização, usos e tratamentos de resíduos da industrialização da mandioca. Botucatu: Centro de Raízes Tropicais; 1996.
7. Dias AM, Silva FF, Veloso CM, Ítavo LCV, Pires AJV, Damasceno JC et al. Digestibilidade dos nutrientes do bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2008;60(4):996-1003.
8. Ferreira JJ, Neto JM, Miranda ES. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. *Rev Bras Zootec*. 1989;18:306-13.
9. Cereda MP. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia; 1994. p. 11-50.
10. Raupp DS, Moreira SS, Banzatto A, Sgarbieri VC. Composição e propriedades fisiológico-nutritivas de uma farinha rica em fibra insolúvel obtida do resíduo fibroso de fecularia de mandioca. *Cienc Tecnol Aliment*. 1999;19(2):205-10.
11. Leonel M, Cereda MP, Roau X. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. *Cienc Tecnol Aliment*. 1999;19(2):241-5.
12. Leonel M, Cereda MP. Avaliação da concentração de pectinase no processo de hidrólise sacarificação do farelo de mandioca para obtenção de etanol. *Cienc Tecnol Aliment*. 2000;20(2):220-7.
13. American Public Health Association. Compendium of methods for microbiological examination of foods. 4^o ed. Washington: Downes FP, Ito K; 2001.
14. Soares Júnior MS, Moreira WO, Caliaro M, Vera R. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara. *Bol CEPPA*. 2006;24(1):221-48.
15. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo-Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4^a ed. Brasília (DF): ANVISA; 2005.
16. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. [acesso 2008 Jun 26]. Disponível em: [<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059>2008>].
17. Stone H, Sidel J. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press; 1993.
18. Kostinek M, Specht I, Edward VA, Pinto C, Egounlety M, Sossa C et al. Characterization and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. *Int J Food Microb*. 2007;114(3): 342-52.
19. Lund DG, Zaicovski CB, Prieto LM, Conceição RCS, Aleixo JAG, Rombaldi CV. Qualidade microbiana e aspecto visual da mandioca minimamente processada. *Acta Sci Biol Sci*. 2007;29(2):213-6.
20. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar. [acesso 2010 Dez 01]. Disponível em: [<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis>].
21. Fernandes AF, Pereira J, Germani R, Oiano-Neto J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). *Cienc Tecnol Aliment*. 2008;28(Supl.):56-65.
22. Silvestre-Marinho M, Jokl L. Composição química de resíduos fibrosos de algumas plantas brasileiras. *Rev Farm Bioquim*. 1983;5(1):45-54.
23. Leonel M, Cereda MP, Roau X. Cassava bagasse as dietary product. *Trop Sci*. 1998;38:224-8.
24. Cantúaria CM, Ribeiro SCA, Ribeiro CFA, Park KJ, Araújo EAF. Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com Okara. *Rev Bras Prod Agroind*. 2008;10(2):111-20.
25. Coelho LM, Wosiacki G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. *Cienc Tecnol Aliment*. 2010;30(3):582-8.
26. Gewehr MF. Desenvolvimento de pão de forma com adição de quinoa [dissertação de mestrado]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.
27. Oliveira TM, Pirozi MR, Borges JTS. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. *Alim Nutr*. 2007;18(2):141-50.
28. Tabela Brasileira de composição de alimentos. Projeto Integrado de Composição de Alimentos - TBCA-USP. 2008. [acesso 2011 Mai 29]. Disponível em: [<http://www.fcf.usp.br/tabela/>].
29. Mattos LL, Martins IS. Consumo de fibras alimentares em população adulta. *Rev Saúde Pública*. 2000;34(1):50-5.
30. Botelho L, Conceição A, Carvalho VD. Caracterização de fibras alimentares de casca e cilindro central do abacaxi 'Smooth cayenne'. *Cienc Agrotec*. 2002;26(2):362-7.
31. Anjo DFC. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *J Nasc Br*. 2004;3(2):145-54.
32. Moraes FP, Colla LM. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e Benefícios à saúde. *Rev Eletr Farm*. 2006;3(2):99-112.
33. Battochio JR, Cardoso JMP, Kikuchi M, Macchione M, Modolo JS, Paixão AL et al. Perfil sensorial de pão de forma integral. *Cienc Tecnol Aliment*. 2006;26(2):428-33.
34. Oliveira TM, Pirozi MR, Borges JTS. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. *Alim Nutr*. 2007;18(2):141-50.
35. Vasconcelos AC, Pontes DF, Garruti DS, Silva APV. Processamento e aceitabilidade de pães de forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. *Alim Nutr*. 2006;17(1):43-9.
36. Gutkoski LC, Klein B, Kaster B, Gonçalves FT, Lamaison FC, Spier F et al. Armazenamento da farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico e seu efeito na produção de pão de forma. *Alim Nutr*. 2007;18(1):93-100.
37. Rocha LS, Cardoso-Santiago RA. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix alata* Vog.) na elaboração de pães. *Cienc Tecnol Aliment*. 2009;29(4):820-5.
38. Gómez G, Valdivieso M. Cassava foliage: chemical composition, cyanide content and effect of drying on cyanide elimination. *J Sci Food Agric*. 1985;36(6):433-9.
39. Helbig E, Buchweitz MRD, Gigante DP. Análise dos teores de ácidos cianídrico e fítico em suplemento alimentar: multimistura. *Rev Nutr*. 2008;21(3):323-8.
40. Wrigley CW. Developing better strategies to improve grain quality for wheat. *Aust J Agric Res*. 1994;45:1-17.