



Propriedades reológicas e composição proximal da farinha de arroz e farinha de batata-doce

Rheological and proximal composition properties of rice flour and sweet potato flour

Vilmara Araujo Franco¹, Flávio Alves Silva¹, Bruna Melo Miranda² & Dalila Rayane de Lima Pádua^{1*}

¹ Universidade Federal de Goiás - vilmara.senai@gmail.com *

² Universidade Federal de Goiás bruuna.melo@hotmail.com

Info

Recebido: 09/10/2018

Publicado: 14/11/2018

DOI: 10.29247/2358-260X.2018v5i3.p113-124

ISSN: 2358-260X

Palavras-Chave

doença celíaca; glúten; matéria-prima.

Keywords:

celiac disease; gluten; feedstock.

Resumo

Objetivou-se com este trabalho, caracterizar as farinhas de arroz (FA) e de batata-doce (FB), assim como suas propriedades reológicas. Primeiramente, determinou-se a composição proximal das farinhas realizando análises de umidade, atividade de água, acidez, pH, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar, carboidratos, teor de amilose, granulometria e cor; além das análises microbiológicas (Salmonella sp., Bacillus cereus, coliformes, bolores e leveduras). A propriedade de pasta do amido foi determinada para FA, FBD e suas mesclas. Na caracterização obtiveram-se os seguintes padrões: farinha

de batata-doce (umidade 9,18%, proteína 9,92%, lipídios 1,72%, cinzas 1,51%, fibras alimentares 3,77% e carboidratos 77,81%) e farinha de arroz (umidade 13,31%, proteína 10,34%, lipídio 1,41%, cinzas 0,31%, fibras alimentares 0,76%, carboidratos 75,03%). As farinhas diferiram significativamente ($p < 0,05$) em relação às coordenadas L^* , a^* e b^* de cor, onde a farinha de batata-doce apresentou-se mais escura que a de arroz. Na avaliação das propriedades de pasta, observou-se que a temperatura de pasta de FA (88,65°C) foi superior em relação às demais amostras. A viscosidade máxima diminuiu com o aumento de FBD na mescla. Os valores de viscosidade final e de tendência à retrogradação diminuíram à medida que aumentou o teor de FBD na mescla. A mescla das farinhas permite sua utilização em produtos isentos de glúten para o público celíaco, aumentando as opções de consumo para os mesmos.

Abstract

The objective of this work was to characterize rice flour (FA) and sweet potato (FB) flour, as well as its rheological properties. First, the proximal composition of the flours was determined by analyzing moisture, water activity, acidity, pH, proteins, lipids, ashes, dietary fiber, carbohydrates, amylose content, granulometry and color; besides the microbiological analyzes (Salmonella sp., Bacillus cereus, coliforms, molds and yeasts). The starch paste property was determined for FA, FBD and their mixtures. In the characterization the following standards were obtained: sweet potato flour (moisture 9.18%, protein 9.92%, lipids 1.72%, ash 1.51%, dietary fiber 3.77% and carbohydrates 77.81 %) and rice flour (13.31% moisture, 10.34% protein, 1.41% lipid, 0.31% ash, 0.76% dietary fiber, 75.03% carbohydrate). Flours differed significantly ($p < 0.05$) in relation to L^* , a^* and b^* color coordinates, where sweet potato flour was darker than rice. In the evaluation of the pulp properties, it was observed that the pulp temperature of FA (88.65 ° C) was higher in relation to the other samples. The maximum viscosity decreased with the increase of FBD in the blend. The final viscosity values and tendency to retrogradation decreased as the FBD content in the blend increased. The blend of flours allows its use in gluten-free products for the celiac public, increasing the consumption options for them.



INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma enteropatia provocada pela ingestão de glúten em indivíduos geneticamente susceptíveis, sendo uma das alterações genéticas mais comuns na população humana. Estima-se que 1% da população mundial seja de indivíduos celíacos (HUSBY et al., 2012). O tratamento mais eficaz atualmente para os portadores da doença celíaca é a restrição na dieta, ou seja, evitar o consumo de produtos que contenham glúten. No entanto, a oferta de produtos sem glúten no mercado ainda é pequena e onerosa. Apesar dos avanços recentes em produtos sem glúten de alta qualidade, a substituição do glúten em produtos à base de cereais, tais como pão, biscoito, bolo e massas, ainda representa um desafio tecnológico significativo (BIESIEKIERSKI et al., 2011; DEL CASTILLO; LESCANO; ARMADA, 2009).

As tendências de crescente globalização da economia, aumento da diversidade e variedade de produtos e redução do ciclo de vida dos produtos no mercado são aspectos que indicam a necessidade de uma estratégia para ampliar o mercado a partir de matérias-primas de uso tradicional, como o arroz e a batata-doce, por meio do desenvolvimento de farinhas que tenham melhores propriedades funcionais para poderem ser aplicadas em produtos e formulações, ou que possam ser moldadas para alimentos de

conveniência, ou para fins especiais (ARAÚJO; ARAÚJO, 2011).

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é originária das Américas Central e do Sul. É considerada um dos cultivares mais difundidos no mundo, sendo cultivada em cerca de 111 países com um total de 110,75 milhões de toneladas produzidas em 2013 (FAO, 2016). No Brasil, é cultivada em todas as regiões sendo que apresenta certa relevância econômica e é uma hortaliça de ampla aceitação popular, cultivada na maioria das vezes por pequenos produtores rurais em sistemas agrícolas com reduzida utilização de insumos, sendo consumida principalmente assada ou cozida e industrializada na forma de doces (NEIVA et al., 2011).

Embora a batata-doce seja um alimento básico comum em muitos países em desenvolvimento, existem muitos problemas relacionados com o armazenamento e transporte das raízes frescas, assim, a batata-doce pode ser transformada em farinha, que pode ser utilizada como um substituto para a farinha de trigo em pães e produtos destinados para os celíacos (RODRIGUES-AMAYA et al., 2011). As variedades de batata-doce podem ser diferenciadas pela coloração da casca e da polpa, pelas características da casca e da contra casca, pelo formato, doçura e conteúdo de matéria seca. Sendo excelentes fontes de vitamina A e C e o teor

de amido das raízes frescas varia de 6,9% a 30,7% (AINA et al. 2012).

O arroz (*Oryza sativa* L.) possui um papel de indiscutível destaque na cadeia agroindustrial além de ser um alimento de grande valor nutricional, e também altamente energético, apresenta grande fonte de carboidratos sendo rico em sais minerais, proteínas e vitaminas do complexo B. Apesar de o arroz ser um dos grãos mais produzidos em todo o mundo e utilizado principalmente para o consumo humano, os subprodutos de seu beneficiamento são geralmente empregados apenas na alimentação animal, porém, vem se desenvolvendo novos produtos como a farinha de arroz que pode constituir excelente fonte de nutrientes além de serem utilizadas como coadjuvante tecnológico para a alimentação humana (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008).

A farinha de arroz possui propriedades funcionais características em produtos e formulações que a utilizam, apresentando benefícios, tais como sabor pouco pronunciado que não interfere no sabor da maioria dos alimentos, aproveitamento tecnológico e características não alergênicas (DORS; CASTIGLIONE; AUGUSTO-RUIZ, 2006). Essas características são favoráveis para a sua utilização como ingrediente em muitos produtos alimentares, incluindo bebidas, produtos à base de carne, pudins, molhos para saladas e principalmente em produtos para dietas sem glúten (KRAITHONG; LEE; RAWDKUEN, 2017).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi caracterizar as farinhas de batata-doce e de arroz quanto à composição físico-química e

qualidade microbiológica, no intuito de fornecer mais uma opção para elaboração de produtos para celíacos.

MATERIAL E MÉTODOS

A farinha de arroz foi adquirida no mercado local, na cidade de Goiânia – Goiás, em embalagem de polietileno de baixa densidade com conteúdo líquido de 1 kg. Tubérculos de batata-doce, cultivar bárbara, safra 2013/2014 foram fornecidos pela Universidade Federal de Tocantins – UFT, Brasil.

Os tubérculos de batata-doce foram selecionados, lavados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm durante vinte minutos. Após a sanitização, foram fatiadas em um fatiador de frios (9300 G, Toledo, Brasil) regulado com espessura de 1,5 mm, logo em seguida as fatias foram imersas em solução de ácido cítrico a 1% por 10 minutos, para evitar o escurecimento enzimático.

Em seguida, foram desidratadas em estufa de secagem com circulação de ar (Tecnal TE-394/3) a uma temperatura constante de 65°C, até atingir peso constante. Ao atingir a umidade final de 9,18%, os chips foram moídos em moinho experimental VG 2000i, com peneiras em duas aberturas 180 µm e 112 µm para farinha. A farinha obtida foi acondicionada em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenada a temperatura de 25 ± 2°C.

A análise de pH foi realizada por meio de determinação direta utilizando-se um potenciômetro (Tecnal, modelo TEC02); a acidez total por titulação potenciométrica; a atividade de água experimental foi medida em higrômetro

eletrônico digital Aqua-Lab, modelo CX-2; o teor de umidade foi determinado em estufa a 105°C (Tecnal TE-394/3); o teor de proteína foi calculado através da determinação do teor de nitrogênio pelo método Kjeldahl, usando o fator 6,25 para conversão; o teor de lipídeo foi determinado em aparelho Soxhlet; o conteúdo de cinzas foi determinado por meio de incineração da amostra em mufla a 550°C por 2 horas; a determinação do teor de fibra alimentar seguiu a metodologia enzimo gravimétrico.

Todas as análises físico químicas seguiram os protocolos estabelecidos pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2010) e foram realizados em triplicata; e por fim o teor de carboidrato foi obtido por diferença. O teor de amilose foi determinado segundo metodologia ISO 6647 (*International Organization for Standardization*, 1987)

A análise granulométrica foi realizada conforme Zanotto; Bellaver (1996), utilizando-se peneiras de 20, 28, 48, 100, 150 e 200 mesh, plataforma vibratória (agitador de peneiras, Bertel) e balança analítica (Gehaka), As peneiras e os fundos, foram montados na plataforma vibratória do maior *mesh* (200) para o menor (20). Pesou-se 100 g de cada amostra, colocando-as na primeira peneira, ajustando o reostato da plataforma vibratória para a velocidade 7 por 10 minutos, pesando-as ao final do tempo.

As determinações dos parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) foram realizadas em colorímetro (Hunter-Lab, Color Quest II, Reston, EUA). Todas as análises foram realizadas com cinco leituras para duas repetições.

A análise viscoamilográfica foi realizada conforme metodologia preconizada por *American Association Of Cereal Chemists* (AACC, 2000), onde as propriedades de pasta (perfil viscoamilográfico) das amostras das farinhas de batata-doce (FBD) e de arroz (FA) foram determinadas em Rapid Visco Analyser (RVA) (RVA4, Newport Scientific, Austrália). O teste foi realizado em 5 amostras, sendo elas; amostra 1 – 100% FA, amostra 2 – 100% FBD, amostra 3 - 75% FA e 25% FBD, amostra 4 – 50% FA e 50% FBD e amostra 5 – 25% FA e 75% FBD.

Esta análise foi realizada em duplicata e utilizou-se uma suspensão de amostra moída (3 g em 25 mL) corrigida para 12% de umidade, que foi analisada de acordo com o seguinte regime de tempo/temperatura: 50°C por 1 minuto, aquecimento de 50°C para 95°C a uma taxa de 11,84°C/min, manutenção da pasta a 95°C por 3:30 minutos e resfriamento a 50°C a uma taxa de 11,84°C/min.

As análises de contagem de Coliformes à 45 °C, presença de *Salmonella sp* em 25g, contagem de *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e contagem de bolores e leveduras, estabelecidas pela Resolução RDC nº 12 que regulamenta os Padrões Microbiológicos para Alimentos (BRASIL, 2001), foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos - UFG e seguiram os procedimentos descritos pela *American Public Health Association* (APHA, 2001), avaliadas em três repetições .

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Foram utilizados procedimentos do ambiente SAS (Statistical Analysys System).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico químicas das farinhas de arroz e de batata-doce estão apresentados na Tabela 1.

A Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005) apresenta como requisito específico que as farinhas, amido de

cereais e farelos devem apresentar umidade máxima de 15% (g/100 g) e o amido ou fécula de batata deve apresentar umidade máxima 21% (g/100 g) e como não existe legislação específica para a farinha de batata-doce trabalha-se com o padrão de 15% de umidade, o que permite dizer que ambas as farinhas analisadas apresentaram umidade dentro do padrão exigido.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão da composição centesimal das farinhas de batata-doce e arroz.

Componentes (%)*	Farinha de batata-doce (FBD)	Farinha de arroz (FA)
Umidade (base úmida)	9,18 ± 0,26	13,31 ± 0,29
Atividade de água	0,42 ± 0,00	0,58 ± 0,01
Acidez	22,96 ± 0,17	3,65 ± 0,01
Ph	4,38 ± 0,07	5,80 ± 1,05
Proteínas	9,92 ± 0,02	10,34 ± 0,14
Lipídios	1,72 ± 0,02	1,41 ± 0,01
Cinzas	1,51 ± 0,01	0,31 ± 0,02
Fibra alimentar total	3,77	0,76
Carboidratos**	77,81 ± 0,20	75,03 ± 0,10
Teor de amilose	18,57	22,96

*Valores constituem a média ± desvio-padrão de três repetições.

**Carboidrato calculado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, cinzas e fibras alimentares.

Severo, Moraes e Augusto-Ruiz (2010) em seu estudo encontraram os seguintes valores para a composição centesimal de farinha de arroz (FA) (proteína 7,34%, lipídeos 0,6% e cinzas 0,69%), já Clerici e El-Dash (2008) apresentaram os valores de proteína 7,56%, lipídeos 0,32% e cinzas 0,27%). Neste trabalho, os valores obtidos para proteína, lipídeos e cinzas foram maiores, conforme Tabela 1. Esses efeitos estão relacionados à presença dos compostos no grão, sendo, portanto, afetados por diferentes fatores, principalmente pela característica genotípica, ambiental e pelo processamento (WALTER; MARCHEZAN; AVILA, 2008). Os resultados revelam que a composição físico química das farinhas estudadas

mostra que as mesmas são alimentos basicamente amiláceos, possuindo consideráveis valores de carboidratos e proteínas, e baixos valores de lipídeos e cinzas.

O teor de amilose de FBD foi de 18,57%, Omoniyi et al. (2016) em seus estudos encontrou valor de 12,94% de teor de amilose em farinha de batata doce. Para a FA o teor de amilose encontrado neste trabalho foi de 22,96%. Clerici e El-Dash (2008) em seu estudo à respeito das características tecnológicas de farinha de arroz encontraram 23,88%. Zavareze et al. (2009) caracterizou quimicamente farinhas de cultivares de arroz com diferentes teores de amilose, onde apresentou os seguintes dados: alta amilose –

31,62%, média amilose – 23,40% e baixa amilose – 6,90%, logo, a FA avaliada neste trabalho se enquadra em uma farinha de média amilose.

A acidez da FBD apresentou-se elevada (22,94%) e o pH baixo (4,4). Silva (2010) em seu estudo sobre caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação encontrou pH médio de 5,5. Santos et al. (2012) em seu estudo sobre a cinética de secagem da batata-doce encontrou pH da farinha de 6,3 e acidez 10,85, onde no processamento das batatas-doces não ocorreu tratamento para evitar o

escurecimento enzimático. Os valores encontrados neste trabalho foram mais baixo para o pH e mais alto para a acidez, devido ao tratamento da batata-doce com ácido cítrico para evitar escurecimento enzimático, visto que a acidez de um alimento pode ser decorrente dos próprios compostos naturais do alimento, formada pela fermentação ou pelo tipo de processamento ao qual o alimento foi submetido e, ainda, ser o resultado da deterioração que o mesmo sofreu (FERNANDES et al., 2008).

Os resultados da caracterização granulométrica encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Granulometria das farinhas de batata-doce e de arroz.

%RETIDO				
Mesh	Farinha de batata doce	IU	Farinha de arroz	IU
20	0,19	0,074	0,02	0,032
28	0,55		0,30	
48	2,84	2,401	3,14	4,543
100	21,16		42,19	
150	10,05	7,524	34,37	5,425
200	7,49		12,53	
Fundo	57,67		7,24	

Clerice e El-Dash (2008) trabalharam com FA apresentando 63% de tamanho entre 60 e 80 *mesh* e 37% acima de 100 *mesh*, enquanto que neste trabalho FA apresentou mais de 50% acima de 100 *mesh* e a FBD apresentou mais de 50% da amostra acima de *mesh* 200, mostrando que a sua granulometria foi menor que a farinha de arroz.

De acordo com os estudos de Silva et al. (2009), os autores reportam que farinha que apresenta granulometria extremamente fina necessariamente não significa qualidade. Altos

percentuais de partículas finas nas misturas podem prejudicar a estrutura interna (miolo) de produtos panificáveis, que poderão apresentar alta umidade e gomosidade. Logo, faz-se necessário testar essas duas farinhas individualmente, bem como, as suas mesclas em produtos panificáveis para verificar as possibilidades de aplicação e o resultado em relação à granulometria.

Os resultados observados para as coordenadas L*, a* e b* de cor das farinhas de batata-doce e arroz são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão das coordenadas L*, a* e b* de cor das farinhas de batata-doce e de arroz.

Parâmetros		Farinha de batata-doce	Farinha de arroz
Cor	L*	90,71 ^b ± 0,56	98,85 ^a ± 0,13
	a*	2,78 ^a ± 0,20	0,80 ^b ± 0,06
	b*	11,18 ^a ± 0,29	4,62 ^b ± 0,18

*a,b médias diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A avaliação dos resultados por meio da ANOVA mostrou que as farinhas diferiram significativamente ($p < 0,05$) em relação às coordenadas L^* , a^* e b^* de cor.

Os valores do componente L^* representam a luminosidade ou brilho das amostras estes valores variam de zero (preto) a cem (branco). Isto mostra que ambas as farinhas obtiveram alta luminosidade, entretanto, a FBD mostrou-se com uma luminosidade significativamente ($p < 0,05$) menor que a FA, conforme apresentado na Tabela 3.

Os valores expressos no eixo a^* representam as cores de verde ao vermelho, sendo que quanto mais o valor for negativo ($-a^*$), mais próximo de verde e quanto mais positivo ($+a^*$) for o valor, mais próximo do vermelho, já os valores expressos no eixo b^* representam as cores que variam de azul ao amarelo, sendo que quanto mais o valor for negativo ($-b^*$), mais próximo de azul e quanto mais positivo ($+b^*$) for o valor, mais próximo do amarelo (BORBA; SARMENTO; LEONEL, 2005). Assim, a análise dos resultados permite dizer que para ambas as farinhas, são positivos os valores de a^* (vermelho) e de b^* (amarelo). No entanto, a FA mostrou-se menos vermelha (0,80) que FBD (2,78) e menos amarela (4,62) que FBD (11,18).

Borba, Sarmiento e Leonel (2005) em seu estudo analisou a cor da farinha de batata doce de um cultivar com as características semelhantes, a qual passou pela etapa de descasque, e obteve os seguintes valores L^* 94,57, a^* -0,47 e b^* 7,53, ou seja, com uma luminosidade maior que o encontrado, o que mostra que farinha elaborada com a presença da casca pode interferir para a cor da mesma. Ahmed, Alter e Eun et al. (2010) encontrou diferença significativa nos valores de a^* e b^* entre as farinhas elaboradas com batata-doce com e sem a casca.

Os resultados permitem afirmar que FA resultou em uma farinha mais clara que FBD, sendo FBD possuindo uma tendência significativamente maior para as cores vermelha e amarela que FA. Essa diferença encontrada pode resultar em uma coloração mais escura para a aplicação da FBD em produtos de panificação, o que pode ser assimilado pelos consumidores como um produto mais saudável, se comparado com os pães integrais de farinha de trigo.

A Tabela 4 apresenta o perfil do comportamento dos géis das farinhas de arroz (FA) e de batata-doce (FBD), bem como das mesclas de ambas.

Tabela 4. Resultados da análise de RVA das farinhas de arroz (FA) e de batata-doce (FBD).

Tipo de farinha	Temperatura de pasta (°C)	Tempo de pico (min)	Viscosidade (RVU)				Tendência à retrogradação
			Pico	Mínima	Quebra	Final	
FA	88,65	6,07	238,04	233,79	4,25	476,00	242,21
FBD	79,63	4,47	197,29	123,58	73,71	193,96	70,38
25%FBD/ 75% FA	82,00	6,37	159,17	133,58	25,58	295,88	162,29
50% FBD/ 50% FA	80,83	5,90	160,79	127,42	33,38	260,21	132,79
75% FBD/ 25% FA	80,38	5,20	175,92	129,33	46,58	226,67	97,33

Quando o amido é aquecido em excesso de água, seus grânulos intumescem e a organização cristalina decompõe-se para formar regiões amorfas. Esta desordem molecular é denominada gelatinização (ORO et al., 2013), e é definida pelo

aumento inicial rápido da viscosidade que ocorre entre os 3-5 minutos iniciais, podendo ser observado este comportamento na Figura 1 que mostra a representação gráfica do perfil viscoamilográfico das amostras analisadas.

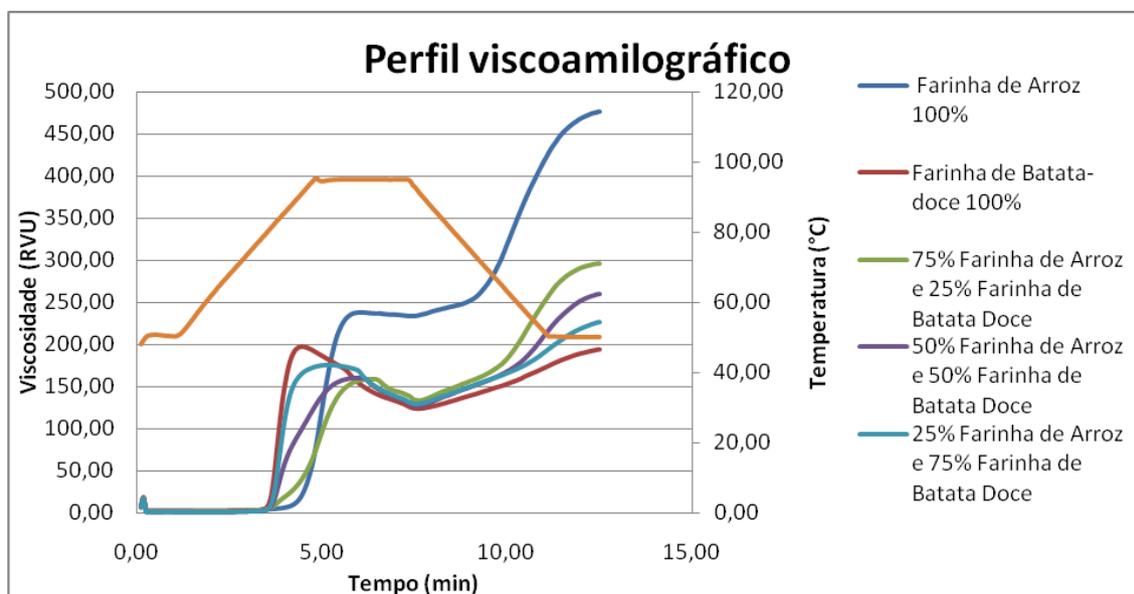


Figura 1. Representação gráfica do perfil viscoamilográfico das farinhas de arroz (FA) e de batata-doce (FBD).

Além de apontar a temperatura mínima para que uma amostra seja cozida, a temperatura de pasta indica a temperatura na qual a viscosidade começa a aumentar durante o período de aquecimento (SINGH, S.; SINGH, N.; MacRITCHIE, 2011). Conforme a Tabela 6 pode-se observar que a FBD possui uma temperatura de pasta significativamente menor que as demais amostras (79,63°C), ou seja, esta amostra aumenta a sua viscosidade mais rápido que as demais, o que influenciou nas temperaturas mínimas das mesclas das farinhas. Gonçalves et al. (2009) encontraram valores de temperatura de pasta para o amido de batata-doce semelhante ao encontrado neste estudo (80,9°C). Bartz et al. (2012) encontraram para amido de arroz nativo uma temperatura de 62,95°C, Clerice e El-Dash (2008) 66°C, enquanto que o valor encontrado neste estudo foi de 88,5°C.

Depois de atingir a temperatura de pasta, a temperatura aumenta e a viscosidade máxima ou de pico é atingida. Neste ponto, há equilíbrio entre grânulos de amido intumescidos e grânulos rompidos, que lixiviam amilose para a solução (LEON, et al., 2010).

O pico de viscosidade durante o aquecimento de FA foi alto (238,04 RVU), e de acordo com Tavares et al. (2012) pode-se inferir que este dado pode indicar a presença de grânulos de amido com propriedades de inchamento e ruptura mais uniformes durante o tratamento hidrotérmico no RVA. O que pode ser evidenciado pelo tempo de pico encontrado para esta farinha (6,07 minutos). Enquanto que FBD obteve um valor de 197,29 RVU, podendo ser verificado no formato da curva de viscosidade que apresentou

pico agudo e estabilidade baixa em temperatura elevada e sob agitação.

Durante o período de manutenção em alta temperatura, ocorre colapso na viscosidade que dá lugar a uma depressão na curva, a chamada quebra. Esta queda da viscosidade é causada pela ruptura dos grânulos intumescidos. Este parâmetro é associado à estabilidade ao aquecimento ou à facilidade de cozimento do amido (LEON et al., 2010), assim, diferenças observadas neste parâmetro revelam diferentes estabilidades dos grânulos de amido ao aquecimento.

FA apresentou o menor valor entre as amostras (4,25 RVU) mostrando-se estável ao aquecimento, enquanto que FBD obteve o maior valor de quebra (73,71 RVU) apresentando-se menos estável que FA em relação ao aquecimento o que pode ser evidenciado pelo tempo de pico de 4,47 minutos, sendo o menor de todas as amostras. Nas mesclas das farinhas quanto maior o percentual de FA menor foi o valor de quebra, mostrando que FA melhorou a estabilidade das mesclas quando comparado a FBD.

Foi encontrado para FA um valor elevado de viscosidade final (476 RVU) quando comparado com FBD (193,96 RVU) o que provavelmente pode ter ocorrido devido a uma reorganização das moléculas de amilose, amilopectina e proteínas, formando gel a frio firme durante o resfriamento. Durante o resfriamento da amostra, a reassociação

entre as moléculas constituintes do amido, especialmente as de amilose, resultam na formação de uma estrutura de gel e a viscosidade aumenta até atingir a viscosidade final. Essa fase é descrita como região de tendência à retrogradação e está relacionada com reorganização das moléculas de amido (RAGAEE; ABDEL-AAL, 2006).

A tendência à retrogradação é medida como a diferença entre a viscosidade final e a viscosidade no ponto mais baixo da curva (LEON et al., 2010). Sendo assim, FA obteve o valor de 242,21 RVU, que está de acordo com o valor elevado encontrado por Tavares et al. (2012) para a farinha de arroz crua (239,83 RVU), demonstrando que farinha de arroz com este comportamento é pouco indicada para produção de alimentos prontos para consumo, refrigerados ou congelados, pois podem levar à sinérese durante o armazenamento ou após o descongelamento.

Enquanto que FBD apresentou o menor valor de tendência à retrogradação (70,38 RVU), que foi um valor próximo ao encontrado por Oluwalana, Malomo e Ogbodogbo (2012) 82,86 RVU em seu estudo. Quanto maior a proporção de farinha de arroz na amostra, maiores são os valores de viscosidade final e tendência à retrogradação, e menores são os valores de quebra.

Os resultados da análise microbiológica estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5. Análise microbiológica das farinhas de batata-doce e de arroz.

Microrganismos	Resolução – RDC n°12/2001	Farinha de arroz	Farinha de batata-doce
<i>Salmonella</i> sp 25 g ⁻¹	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g
Coliformes 45°C NMP.g ⁻¹	Máximo 10 ²	< 3,0	10
<i>Bacillus cereus</i> UFC.g ⁻¹	Máximo 3 x 10 ³	< 10	<10
Bolores e leveduras UFC.g ⁻¹	-	10	1,0 x 10 ²

Estes apresentaram valores inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução – RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), confirmando que o processo utilizado para produção da farinha é satisfatório do ponto de vista de segurança microbiológica.

Os resultados encontrados são importantes porque demonstram que o processamento para elaboração das farinhas atende aos requisitos necessários para sua futura utilização na fabricação de novos produtos alimentícios.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na caracterização físico-química das farinhas de arroz e de batata-doce apresentaram padrões desejáveis de seus componentes. Ocorrendo similaridade entre as características de teor de proteínas, lipídeos, carboidratos e amilose.

A farinha de batata-doce apresentou maior teor de fibras, menor granulometria e cor mais escura em relação à farinha de arroz. Quanto à propriedade da pasta, quanto maior a proporção de farinha de arroz, maiores são os valores de viscosidade final e tendência à retrogradação, e menores os valores de quebra. A farinha de batata-doce apresentou baixo valor de tendência a retrogradação e de viscosidade final, o que para aplicação em produtos de panificação pode acarretar em uma textura mais macia com o armazenamento. A mescla das farinhas de arroz e de batata-doce permite a utilização em produtos de panificação isentos de glúten para o público celíaco, podendo ser também usada em outros

estudos para aplicação em diversos produtos, ampliando assim o mercado de consumo.

REFERÊNCIAS

- AACC. American Association Of Cereal Chemists. 10th ed, St. Paul, Minnesota: AACC, 2000.
- AINA, A. J.; FALADE, K. O.; AKINGBALA, J. O.; TITUS, P. Physicochemical Properties of Caribbean Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) Starches. **Food Bioprocess Technol**, New York, v. 5, p. 576–583, 2012.
- AHMED, M.; AKTER, MST. S.; EUN, J.-B. Peeling, drying temperatures, and sulphitetreatment affect physicochemical properties and nutritional quality of sweet potato flour. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 121, p. 112-118, 2010.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: 2001. 676 p.
- ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C. Coeliac disease. Following the diet and eating habits of participating individuals in the Federal District, Brazil. **Appetite**, London, v. 57, p. 105–109, 2011.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18th ed, 3th Review, Washington: AOAC, 2010. 1094 p.
- BARTZ, J.; MADRUGA, K. M.; KLEIN, B.; PINTO, V. Z.; DIAS, A. R. G. Propriedades de pasta de amidos de arroz nativo e acetilados. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 15, p. 78-83, 2012.
- BIESIEKIERSKI, J. R.; NEWNHAM, E. D.; IRVING, P. M.; BARRETT, J. S.; HAINES, M.; DOECKE, J. D. Gluten causes gastrointestinal symptoms in subjects without coeliac disease: A double-blind randomized placebo-controlled trial.

- American Journal of Gastroenterology**, New York, v. 106, p. 508-514, 2011.
- BORBA, A. M.; SARMENTO, S. B. S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 835-843, 2005.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Brasília, DF: ANVISA, 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 29 set. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2001. Resolução RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Características tecnológicas de farinhas de arroz pré-gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1543-1550, 2008.
- DEL CASTILLO, V.; LESCANO, G.; ARMADA, M. Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 59, n. 3, p. 332-336, 2009.
- DORS, G.C.; CASTIGLIONI, G.L.; AUGUSTO-RUIZ, W. Utilização de farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 2, p. 63-67, 2006.
- FAO. **Statistical website**. Online. Available from: <<http://faostat3.fao.org/home>>. Accessed: Apr. 18, 2016.
- FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 56-65, 2008.
- GONÇALVES, M. F. V.; SARMENTO, S. B. S.; DIAS, C. T. DOS S.; MARQUEZINI, N. Tratamento térmico do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sob baixa umidade em micro-ondas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 270-276, 2009.
- HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, Philadelphia, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.
- ISO - International Organization for Standardization. ISO 6647: Norme Internationale: Riz determination de la teneur en amylose. Suisse, p. 4, 1987.
- KRAITHONG, S.; LEE, S.; RAWDKUEN, S. Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. **Journal of Cereal Science**, 2017.
- LEON, E.; PISTON, F.; SHEWRY, P. R.; ROSELL, C. M.; MARTIN, A.; BARRO, F. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, London, v. 51, p. 344-349, 2010.
- NEIVA, I. P.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; FIGUEIREDO, J. A.; MENDONÇA FILHO, C. V.; PARRELLA, R. A. C.; SANTOS, J.B. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 29, p. 537-541, 2011.
- OLUWALANA, I. B.; MALOMO, S. A.; OGBODOGBO, E. O. Quality assessment of flour and bread from sweet potato wheat composite flour blends. **International Journal of Biological and Chemical Sciences**, Lake Haven, v. 6, n. 1, p. 65-76, 2012.

- OMONIYI, S.A.1; AWONORIN, S.O. ; IDOWU, M.A.; ADEOLA, A.A. Physico-chemical and Functional Properties of Sweet Potato-Soybean Flour Blends. **Applied Tropical Agriculture**, v. 21, n.2. p. 84-88, 2016.
- ORO, T.; LIMBERGER, V. M.; MIRANDA, M. Z. D.; RICHARDS, N. S. P. D. S.; GUTKOSKI, L. C.; FRANCISCO, A. D. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 754-760, 2013.
- RAGAEI, S.; ABDEL-AAL, EL-S. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. **Food Chemistry**, Kidlington , v. 95, p. 9-18, 2006.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. Carotenoids of sweet potato, cassava, and maize and their use in bread and flour fortification. **Flour and breads and their fortification in health and disease prevention**. p. 301-311, 2011.
- SANTOS, J. C. DOS; SOUZA, D. C. L.; SANTANA, M. M. DE; CASTRO, A. A.; SILVA, G. F. DA. Estudo da cinética de secagem de batata-doce (*Ipomoea batatas*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 323-328, 2012.
- SEVERO, M. G.; MORAES, K. DE; AUGUSTO-RUIZ; W. Modificação enzimática da farinha de arroz visando a produção de amido resistente. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 345-350, 2010.
- SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos – Engenharia de Processos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.
- SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; MODESTA, R. C. D. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 1-5, 2009.
- SINGH, S.; SINGH, N.; MacRITCHIE. Relationship of polymeric proteins with pasting, gel dynamic- and dough empirical-rheology in different Indian wheat varieties. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, p. 19-24, 2011.
- TAVARES, J. A. S.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BECKER, F. S.; COSTA, E. E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1102-1109, 2012.
- WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. DE. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.
- ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1996. 5p
- ZAVAREZE, E. R., EL HALAL, S. L. M, PEREIRA, J. M., RADÜNZ, A. L., ELIAS, M. C., DIAS, A. R. G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 1, p. 2430, 2009.