

Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*)

Effect of the partial replacement of wheat flour for potato skin flour (Solanum Tuberosum L.)

Anderson Felicori FERNANDES^{1*}, Joelma PEREIRA², Rogério GERMANI³, João OIANO-NETO⁴

Resumo

O aproveitamento dos subprodutos da agroindústria de alimentos diminui os custos da produção, aumenta o aproveitamento total do alimento e reduz o impacto que esses subprodutos podem causar ao serem descartados no ambiente. Dessa forma, alguns subprodutos da batata são aproveitados e transformados em ingredientes alimentícios, como é o caso da casca. Neste estudo utilizou-se a casca de batata para produção de farinha visando a sua utilização em produtos de panificação, sendo utilizadas as seguintes porcentagens na composição da farinha mista: 0-50-50%; 3-47-50%; 6-44-50%; 9-41-50% e 12-38-50% de farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e farinha de trigo integral, respectivamente. Foram realizadas análises físico-químicas na farinha de casca de batata, análises físicas na farinha de casca, nas farinhas de trigo branca e integral e análises reológicas nas farinhas mistas. A farinha de casca de batata apresentou bons teores de fibras e minerais, e dentro deste último, destacam-se os teores de fósforo, cálcio e magnésio. Quanto à granulometria e à diferença de cor, as farinhas de casca de batata e a farinha de trigo integral apresentaram valores mais próximos uma da outra. À medida que se aumentou a substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, as análises reológicas indicaram uma queda na qualidade tecnológica das massas.

Palavras-chave: reologia; farinha de casca de batata; farinha mista.

Abstract

Reusing some agro-industrial food by-products lower the production costs, increase efficient food utilization, and reduce the impact that these sub-products cause if discarded in the environment. Thus, some potato by-products are reused utilized and transformed into food ingredients, such as potato skin. In this study, potato skin was utilized for the production of flour to be used in bakery products. The following percentages were utilized in the composition of the mixed flour: 0-50-50%; 3-47-50%; 6-44-50%; 9-41-50%, and 12-38-50% of potato skin flour, white wheat flour, and whole wheat flour, respectively. Physicochemical analyses of the potato skin flour, physical analyses of the skin flour, white, and whole wheat flours, and rheological analyses of the mixed flours were performed. The potato skin flour presented relatively high contents of fibers and minerals especially phosphorus, calcium, and magnesium. Regarding grain size and color difference, the potato skin and whole wheat flour presented similar values. With the increase of the ratio of white wheat flour replacement level for potato skin flour, the rheological analyses indicated a reduction in the technological quality of the dough.

Keywords: rheology; potato skin flour; composite flour.

1 Introdução

Uma forma de atuação, no que diz respeito ao aproveitamento de resíduos, é a de buscar utilizações viáveis e econômicas para os inevitáveis resíduos agroindustriais gerados. Sempre que possível, o resíduo final deverá se constituir em matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação. Há muitos exemplos disso, entre os quais, cita-se o processamento da cana-de-açúcar no Brasil, cujo bagaço serve desde à alimentação animal até à co-geração de energia elétrica para venda, satisfazendo demandas regionais. Outro exemplo é o processamento úmido do milho, em que a melhor solução para seus resíduos foi repassá-los à indústria de produção de óleo a partir do germe (CEREDA, 2000).

A batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) é considerada a principal hortaliça no Brasil, apresentando uma área plantada em torno de 155,7 mil hectares, com uma produção de aproxi-

madamente 3,14 milhões de toneladas (IBGE, 2006). A batata, além de ser rica em carboidratos, contém proteínas de alta qualidade, boa quantidade de vitamina C e algumas do complexo B contém niacina, tiamina e vitamina B6, sendo também boa fonte de sais minerais como ferro, fósforo, magnésio e potássio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA, 2005). A casca da batata concentra boa parte dos nutrientes citados, especialmente ferro, cálcio, potássio, fósforo, zinco, vitamina B e boa quantidade de fibra (FUKELMANN, 2004).

A batata inglesa é aproveitada na indústria para produção de amido (panificação) e álcool (vinho). Na alimentação humana, diretamente, com a utilização dos tubérculos frescos e desidratados, na produção de “chips” e outros (BALSALOBRE, 2006). Aproximadamente 35% da batata produzida é descartada no processo de industrialização (BALSALOBRE, 2006). Estima-se

Recebido para publicação em 18/8/2007

Aceito para publicação em 17/7/2008 (002442)

¹ Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras – UFLA, CEP 37200-000, Lavras - MG, Brasil, E-mail: andersonfelicori@hotmail.com

² Departamento de Ciência dos Alimentos, Tecnologia de Cereais, Raízes e Tubérculos, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras - MG, Brasil

³ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Laboratório de Reologia e Moagem, Rio de Janeiro - RJ, Brasil

⁴ Embrapa Agroindústria de Alimentos, Laboratório de Cromatografia Líquida – CLAE, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

*A quem a correspondência deve ser enviada

que no Brasil sejam descartadas mais de 300 mil toneladas de cascas de batata por ano.

O descarte de certos resíduos no meio ambiente, proveniente do processamento da batata, pode trazer problemas de poluição. Em países europeus, a irrigação de solos com a água residual da batata contamina a superfície dos mesmos (com a formação de espuma na superfície de solos congelados), traz odores desagradáveis e leva nitrogênio e fósforo para a água do subsolo (OLSEN, 2006). A purificação destes resíduos traz um aumento gradual no custo de produção de produtos de consumo, como o amido cru, e outros. (OLSEN, 2006). A casca da batata, comumente descartada aqui no Brasil no preparo dos mais variados pratos deste tubérculo, pode e deveria ser aproveitada no consumo humano. Adequadamente lavada e higienizada, pode ser utilizada em formulações como a de produtos de panificação.

Este trabalho objetivou avaliar as propriedades químicas e físicas da farinha de casca de batata, e as características reológicas das farinhas mistas de trigo e da casca de batata, visando sua utilização em produtos de panificação.

2 Material e métodos

2.1 Material

Casca de batata

As cascas de batata, predominantemente das variedades Bintje e Monalisa, foram recolhidas do Restaurante Universitário da Universidade Federal de Lavras, da Cozinha Industrial da Sodexho (restaurante terceirizado pela Walita) e da Indústria e Comércio de Batata Chips Nippon, os dois últimos localizados na cidade de Varginha – MG.

Farinha de trigo branca especial panificável e farinha de trigo integral

Ambas foram fornecidas pelo Moinho Sul Mineiro, Varginha, MG, em sacos fechados de 30 kg. A farinha de trigo branca especial para panificação é aquela que tem o teor de extração de 72% do grão de trigo, e com o acréscimo de aditivos (enzima alfa-amilase e ácido ascórbico) na sua composição ela se torna ideal para a produção de pães em geral. Já a farinha de trigo integral foi obtida pela extração total (100%) do grão de trigo e é utilizada na elaboração de pães integrais.

2.2 Obtenção da farinha de casca de batata

As cascas de batata, após serem recolhidas, eram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas em geladeira (± 16 °C) por um período máximo de 24 horas, até a produção da farinha, conforme apresentado na Figura 1.

2.3 Análises da farinha de casca de batata

Umidade

Secagem em estufa a 105 °C até peso constante, conforme o método nº 925.09 da AOAC (2000).

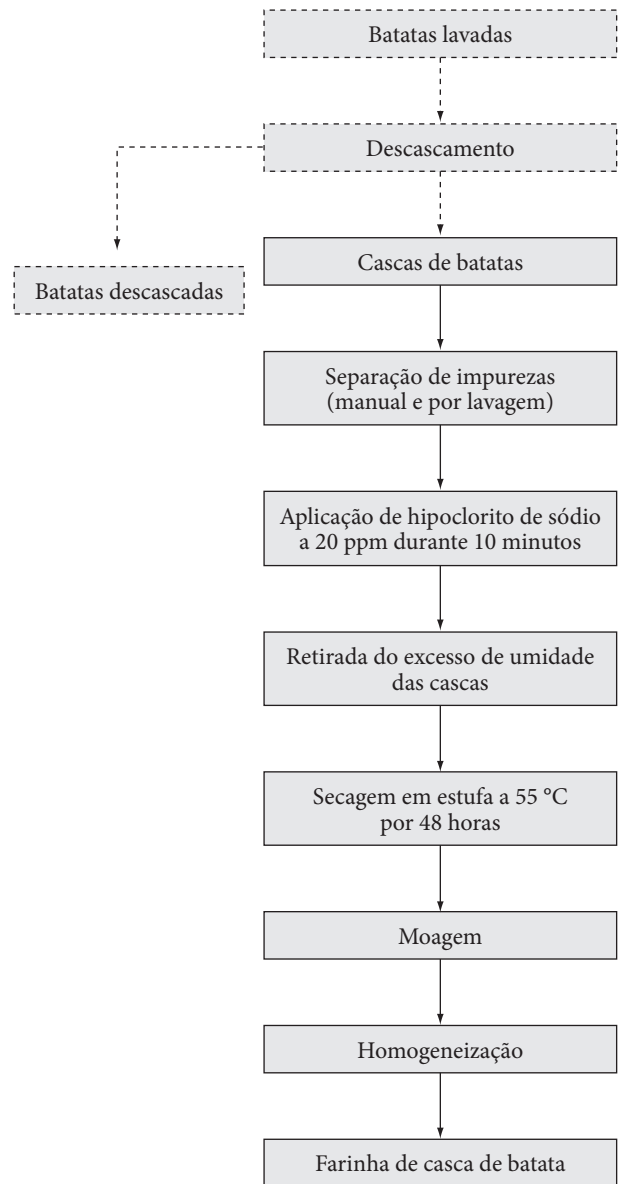


Figura 1. Fluxograma de obtenção de farinha de casca de batata.

Extrato etéreo

Extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, usando solvente orgânico (éter etílico), conforme o método nº 925.38 da AOAC (2000).

Proteína bruta

Método de Micro-Kjeldahl nº 920.87 da AOAC (2000), usando o fator de conversão 6,25.

Fibra bruta

Método gravimétrico após digestão em meio ácido (VAN DE KAMER; VAN DE GINKEL, 1952).

Cinzas

Incineração a 550 °C em mufla, conforme método nº 923.03 da AOAC (2000).

Fração glicídica

FG (carboidratos totais) – calculada por diferença segundo a Equação 1.

$$FG (\%) = 100 - (U + EE + P + F + C) \quad (1)$$

em que: U = umidade (%); EE = extrato etéreo (%); P = proteína (%); F = fibra bruta (%); e cinzas (%), considerando a matéria integral (AOAC, 1990).

Valor calórico

Obtido por cálculo (OSBORNE; VOOGT, 1978).

Amido

Extraído por hidrólise ácida, segundo técnica da AOAC (1990).

pH e acidez titulável

Método descrito por Cecchi (CECCHI, 2003).

Minerais

Os minerais foram determinados segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Para a análise de potássio foi utilizado o fotômetro de chama modelo B262 (Micronal, Brasil). Para a determinação de cálcio, cobre, manganês, zinco e ferro foi utilizado o espectrofotômetro de absorção atômica modelo SpectraAA 110 (Varian, Estados Unidos). Por fim, na determinação do enxofre, boro e fósforo utilizou-se o espectrofotômetro Ultravioleta Visível (UV/VIS) modelo Spectrometer Lambda 25 (PerkinElmer, Estados Unidos).

Glicoalcalóides

Análise realizada com base no método nº 159 do Nordic Committee on Food Analysis (1997) utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), cromatógrafo modelo Waters Alliance 2695 com detector de UV Waters 2487 (Waters Co., Estados Unidos). O resultado foi expresso em mg de glicoalcalóides totais por kg de farinha de casca de batata.

2.4 Análises físicas na farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e integral

Determinação da cor das farinhas

A cor foi determinada em colorímetro modelo Chroma meter CR-3000 (Minolta, Japão), sistema L* a* b* Color Spase, por reflectância.

Granulometria das farinhas

Utilizou-se o aparelho agitador de peneiras modelo Ro-Tap (EUA), com as peneiras 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 170, “mesh Tyler” e suas respectivas aberturas de malhas 0,425, 0,250, 0,180, 0,150, 0,125, 0,106 e 0,170 mm, por 10 minutos de agitação (WARD; SHALLENBERGER, 1979).

2.5 Análises físicas e reológicas das farinhas mistas compostas por farinha de casca de batata, farinha branca e integral

Determinação do teor de glúten úmido, seco e índice de glúten

Foi realizada pelo método 38-12 da AACC (1995), usando-se o aparelho Glutomatic (Perten, Suíça).

Farinografia

Foi utilizado o Farinógrafo modelo OHG (Brabender, Alemanha) e o método 54-21 da AACC (1995), em que se mediu a absorção de água (ABS) em porcentagem (%) e o tempo de estabilidade (EST) em minutos.

Alveografia

Medida no Alveógrafo Chopin (França) pelo método 54-30 A da AACC (1995), utilizando-se a absorção obtida pela farinografia.

Viscosidade de pasta

Foi utilizado o Viscosímetro Dinâmico modelo RVA (*Rapid Viscosity Analyser*), (Newport Scientific Pty Ltd, Austrália) (ICC, 1995), com regime de temperatura inicial de 50 °C, atingindo o pico de 95 °C, e estabilizando-se novamente em 50 °C na temperatura final. Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura de gelatinização, pico de viscosidade máxima, viscosidade mínima na fase constante de temperatura e viscosidade final no resfriamento.

Número de queda (“Falling Number”)

Pelo método 56-81 B da AACC (1995), utilizando o aparelho *Falling Number* da Perten (Suíça).

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

Os resultados obtidos das várias análises da farinha mista foram avaliados de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo que os tratamentos consistiram nas substituições em porcentagem da farinha de trigo por farinha de casca de batata (0, 3, 6, 9 e 12%).

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999). Quando ocorreu efeito significativo entre os tratamentos, foi utilizada a análise de regressão.

As análises de composição centesimal, amido, pH, acidez e valor calórico da farinha de casca de batata foram realizadas em cinco repetições, enquanto que as análises físicas (determinação

de cor e granulometria), reológicas (farinografia, alveografia e viscosidade de pasta) e a determinação do teor de glúten úmido, seco, índice de glúten e número de queda foram realizadas em três repetições.

3 Resultados e discussão

3.1 Composição centesimal, valor calórico e amido da farinha de casca de batata

Os resultados da composição centesimal (umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta e fração glicídica) e do valor calórico da farinha de casca de batata são apresentados na Tabela 1.

O teor de umidade de 9,72% se encontra dentro do valor máximo estipulado pela Anvisa (2006), para farinhas, que é de 14%. Segundo El-Dash e Germani (1994), farinhas com umidade acima de 14% tendem a formar grumos, o que irá prejudicar a produção de massas por processo contínuo, em que a farinha e a água devem fluir uniformemente para manter a proporção desses ingredientes na mistura de massa na fabricação de pão. Além disso, na farinha acima de 14%, há a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos, como fungos, e a diminuição da estabilidade da farinha, já que a água é um componente essencial para que as reações químicas e enzimáticas ocorram, diminuindo assim a sua vida útil (SGARBIERI, 1987).

O valor médio obtido para o extrato etéreo foi de 1,61%, valor este superior ao encontrado por Oliveira et al. (2004) na casca de batata (0,41%). Os lipídios nos alimentos representam uma fração de alta concentração energética ou calórica, porém, dependendo de sua quantidade e composição, podem provocar a deterioração na qualidade do alimento durante a estocagem, produzindo odor e gosto de ranço (SGARBIERI, 1987).

Quanto ao teor de proteína bruta, foram encontrados 5,56%. De acordo com Balsalobre (1995), o valor da proteína bruta para a casca de batata é de 9,9%, valor este superior ao encontrado. Oliveira et al. (2004), encontraram o valor médio de 2,99% de proteína para a casca de batata. Estas diferenças de valores podem ser explicadas pelas diferenças de cultivares, tratamentos culturais, clima, solo, maturação e armazenamento, como também pelas condições de descascamento da batata.

Para a fibra bruta foi encontrado o valor médio de 1,46%. Oliveira et al. (2004) obtiveram 4,77% de fibra bruta na casca de batata. As farinhas de trigo branca especial e integral utilizadas neste trabalho obtiveram 0,17 e 1,31% de fibra bruta, respectivamente. Notamos que as farinhas de trigo integral e a de casca de batata apresentaram valores próximos de fibra. Segundo El-Dash (1994), farinhas de trigo com alto teor de extração (farinha integral) são ricas em fibra, apresentando teor médio de 2% de fibra bruta.

Quanto às cinzas, o valor médio encontrado neste trabalho foi de 2,22%. Oliveira et al. (2004) encontraram o valor médio de 1,25% na casca de batata, valor este inferior ao encontrado neste trabalho. Segundo a Associação Brasileira da Batata (2005), os compostos inorgânicos presentes na batata variam muito em função da variedade, tratamentos culturais, clima, local de plantio, maturação e armazenamento.

Já na fração glicídica, o valor médio deste trabalho foi de 79,59%, enquanto que Balsalobre (2006) cita em seu trabalho que o valor máximo encontrado na casca de batata foi de 80,2% de fração glicídica. O extrato não nitrogenado ou fração glicídica compreende os carboidratos mais digestíveis, ou seja, que não estão incluídos na fração fibra (VILAS BOAS, 1999).

Como valor calórico, foi encontrada a média de 292 kcal.100 g⁻¹ de farinha de casca de batata. Borba (2006) encontrou valor calórico total para farinha de batata de 378 kcal. Segundo Sgarbieri (1987), a farinha de trigo integral apresenta valor calórico de 333 kcal.100 g⁻¹, valor este mais próximo ao da farinha de casca de batata. Mas, segundo o mesmo autor, a farinha de milho e a farinha de soja (integral) apresentam 418 e 457 kcal.100 g⁻¹, respectivamente, apresentando um maior valor energético em relação à farinha de casca de batata.

Mesmo tendo a polpa de batata apresentado uma alta concentração de amido (78,5%), segundo Caetano (2005), o valor de 45,80% presente na farinha de casca de batata é um valor considerável.

Os teores médios de pH e acidez titulável da farinha de casca de batata são apresentados na Tabela 2.

O valor médio encontrado para o pH foi de 4,96. É importante lembrar que a medida do pH em alimentos pode ser usada para determinar: a deterioração do alimento com crescimento de microrganismos, atividades de enzimas, textura de geléias e gelatinas, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas, escolha da embalagem, etc. Já para a acidez titulável foi encontrado o valor de 10,92 (meq NaOH.100 g⁻¹). Este valor pode ser considerado alto, lembrando que a acidez de um alimento pode ser originada dos próprios compostos naturais do alimento, pode ser formada pela fermentação ou pelo tipo de processamento pelo qual o alimento passou e, ainda, ser o resultado da deterioração que o mesmo sofreu.

3.2 Minerais e glicocalbóides da farinha de casca de batata

Os resultados das análises de macrominerais (fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e microminerais (boro, cobre, manganês, zinco e ferro) da farinha de casca de batata são apresentados na Tabela 3.

Tabela 1. Composição centesimal média e valor calórico da farinha de casca de batata.

	Umidade	E. E.	Proteína	Fibra bruta	Cinzas	Fração glicídica	Valor calórico (kcal.100 ⁻¹)	Amido
% (bu)	9,72	1,61	5,56	1,46	2,22	79,59	292,00	41,35

bu - base úmida.

O valor médio encontrado para o fósforo foi considerado razoável, sendo este 13% do valor recomendado pela DRI (Ingestão Dietética de Referência) para este macromineral. Para o potássio, a casca de batata é uma ótima fonte. Embora a DRI não estabeleça valores para a ingestão deste macromineral, ele é importante para o equilíbrio hídrico do organismo, promovendo o funcionamento de músculos e do metabolismo (SGARBIERI, 1987). A banana, considerada boa fonte de potássio, apresenta 370 mg.100 g⁻¹ deste mineral (SGARBIERI, 1987). Os valores médios de cálcio representaram 14% da Ingestão Dietética de Referência, fato que pode ser creditado pela adubação do solo e por este deixar resíduos de minerais na casca da batata. Os valores encontrados para o magnésio podem ser considerados bons, já que representam 20% da DRI. Os valores encontrados para manganês e zinco podem ser considerados muito bons, já que representam 28 e 39%, respectivamente, da Ingestão Dietética de Referência destes microminerais. O valor médio de ferro foi bastante elevado, colocando a farinha de casca de batata como alimento fonte de ferro. Os valores de minerais ou compostos orgânicos apresentados na farinha de casca de batata provêm do solo e podem variar bastante devido às diferenças das variedades de batata e de onde são retiradas as cascas, assim como os tratos culturais, clima, local de plantio, maturação e armazenamento.

A concentração de glicoalcalóides se mostrou abaixo da máxima desses compostos em batata in natura considerada segura para o consumo humano, que é estimada em 200 mg.kg⁻¹ e expressa como glicoalcalóides totais.

Machado e Toledo (2006) encontraram teores médios de glicoalcalóides totais das amostras de batata da variedade Bintje e tipo Bolinha sem a casca de 14,7 e 3,7 mg.kg⁻¹, respectivamente. Quando analisadas com casca, o teor de glicoalcalóides foi de 61,7 mg.kg⁻¹ para a variedade Bintje e 61,2 mg.kg⁻¹ para o tipo Bolinha, o que confirma a maior concentração de glicoalcalóides na casca em relação à polpa. Glicoalcalóides são compostos tóxicos naturalmente presentes em todas as partes da planta da batata e podem estar envolvidos no mecanismo de defesa contra a ação de insetos e microrganismos (JADHAV et al., 1997 apud MACHADO; TOLEDO, 2004). Os glicoalcalóides da batata são, predominantemente, compostos por α -solanina e α -chaconina.

Tabela 2. Valores médios de pH e acidez titulável da farinha de casca de batata.

Farinha de casca de batata	
pH	Acidez (meq NAOH.100 g ⁻¹)
4,96	10,92

Tabela 3. Valores médios dos minerais na farinha de casca de batata.

	Macrominerais mg.100 g ⁻¹ (bs)				Microminerais mg.kg ⁻¹ (bs)				
	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Mn	Zn	Fe
	90	500	140	80	14,88	5,06	6,4	42,4	108,5
DRI	700 mg/dia	-	1000 mg/dia	400 mg/dia	20 mg/dia	900 µg/dia	2,3 mg/dia	11 mg/dia	18 mg/dia

Os valores usados nas DRIs se referem a homem e mulher na fase adulta.

3.3 Análises físicas da farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e integral

Determinação de cor das farinhas

Quanto à determinação da diferença de cor (ΔE) das farinhas, a farinha de casca de batata apresentou uma variação de 36,18 em relação à placa branca, enquanto a farinha integral apresentou uma variação de 23,97 em relação ao mesmo parâmetro. Já a farinha branca apresentou uma variação de 9,65. A diferença de cor entre a farinha de casca de batata e a farinha integral ($\Delta E = 12,21$) é próxima à diferença entre esta última e a farinha branca ($\Delta E = 14,32$). Quando se comparou o padrão de cor de luminosidade (L) de cada uma das farinhas (Tabela 4) a farinha branca apresentou uma luminosidade mais próxima ao branco, enquanto que as farinhas de casca de batata e integral apresentaram cor mais escura. Os valores dos padrões a (de cor verde à vermelha) e b (de cor azul à amarela) encontram-se na Tabela 4.

Nota-se que as farinhas de casca de batata e de trigo integral apresentaram valores de "a" e "b" relativamente próximos, enquanto que a farinha de trigo branca apresentou valores diferenciados dos mesmos parâmetros de cor em relação às outras.

A granulometria das farinhas de casca de batata, farinha integral e farinha branca está expressa na Figura 2, na qual estão descritas as porcentagens de cada farinha retida nas peneiras.

A farinha integral e a de casca de batata apresentaram granulometria mais próxima uma da outra, tendo entre 20 a 30% das farinhas ficado retidas nas peneiras de *mesh Tyler* 40 (abertura de malha de 0,425 mm) e 60 (abertura de malha de 0,250 mm), sendo o restante distribuído nas demais peneiras. A farinha branca apresentou uma granulometria muito mais fina em relação às outras duas, além de ser mais homogênea, pois mais de 60% dela ficou retida na peneira de *mesh Tyler* 170 (abertura de malha de 0,075 mm).

3.4 Análises reológicas da farinha mista composta por farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e integral

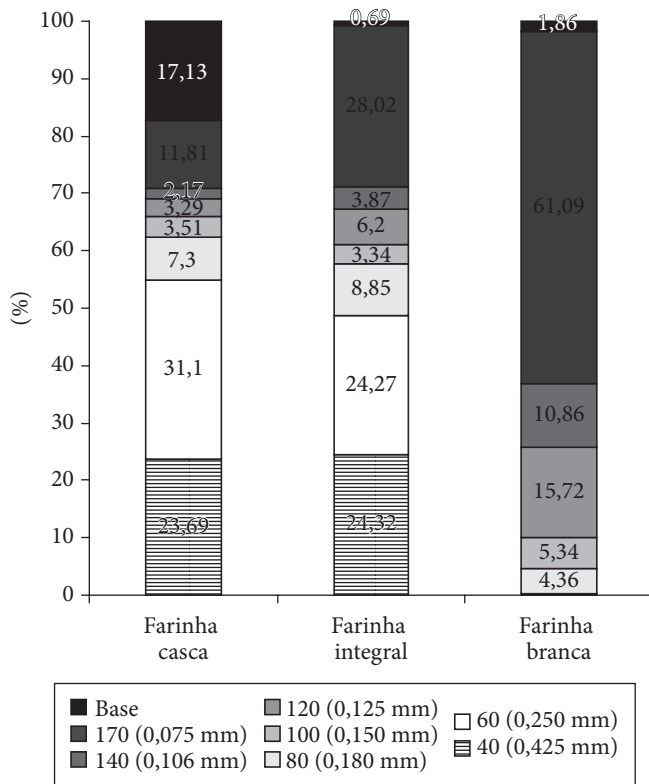
Glúten úmido

A análise de variância para os teores de glúten úmido e para o índice de glúten apresentou diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. Para glúten seco, não houve diferença mínima significativa neste nível de probabilidade.

A Figura 3 apresenta os resultados da análise de regressão dos teores médios de glúten úmido das farinhas mistas, em

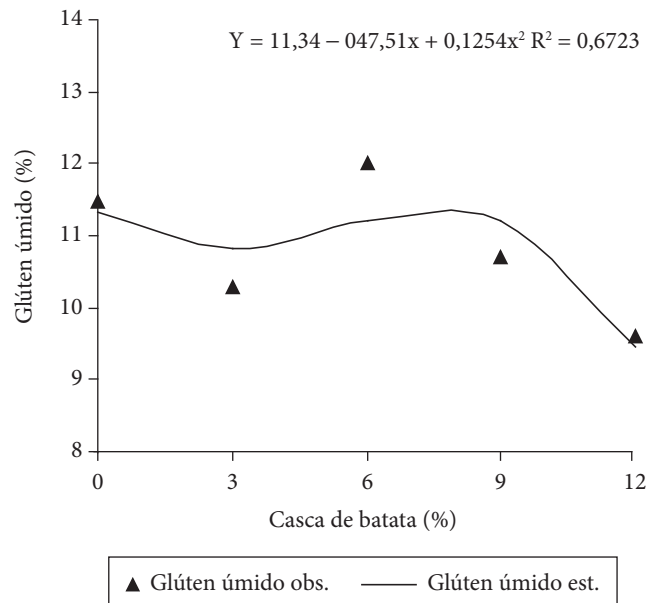
Tabela 4. Valores médios para os parâmetros de cor das farinhas de casca de batata, farinha de trigo branca e integral.

	Parâmetros de cor		
	L	a	b
Farinha de casca de batata	59,52	5,00	14,68
Farinha de trigo branca	88,16	0,34	8,80
Farinha de trigo integral	68,69	3,97	12,14

**Figura 2.** Distribuição granulométrica das farinhas (em mesh Tyler e sua respectiva abertura de malhas em milímetros de cada peneira).

função das diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Observa-se que as porcentagens de glúten úmido variaram bastante entre os tratamentos. Essa variação, provavelmente, ocorreu devido ao fato das partículas da farinha de casca de batata ficarem retidas na massa. Porém, quando comparamos os teores de glúten úmido da farinha com 0% de substituição e da farinha com 12% de substituição, obtivemos um resultado esperado de decréscimo dos valores. Considera-se que o teor de glúten úmido para a farinha branca panificável deve ser superior a 26% (GRANOTEC DO BRASIL, 2000). Mas ao se misturar com a farinha integral há um decréscimo desse valor, já que este tipo de farinha apresenta um teor menor de glúten e a presença de fibras. Esse fato é agravado pela substituição da farinha branca pela farinha de casca de batata, já que esta não possui nenhum teor de glúten. Uma farinha que possua um teor de glúten baixo formará uma massa não tolerante à fermentação, de difícil processamento e, conseqüentemente, um pão débil em volume e umidade (GRANOTEC DO BRASIL, 2000).

**Figura 3.** Equação de regressão para as médias de glúten úmido em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

O valor médio encontrado para o glúten seco foi de 3,63%. Segundo a Granotec do Brasil (2000), uma boa farinha branca panificável deve ter teor de glúten seco superior a 8,5%. Observou-se um valor médio do teor de glúten seco inferior ao padrão (0% de farinha de casca de batata), pois se utilizou uma mistura de farinha de casca de batata em porcentagem de substituição à farinha branca mais a farinha integral. Os resultados da análise de regressão do índice de glúten (%) das farinhas em função das diferentes substituições de farinha de trigo pela farinha de casca de batata encontram-se na Figura 4.

Observa-se que os valores do índice de glúten variam bastante em relação aos tratamentos, decrescendo com até 6% de substituição e aumentando até 12%. Ao substituir a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata era esperado um decréscimo constante do índice de glúten, fato que não ocorreu. Isso pode ter sido causado pelas fibras da casca de batata que, de alguma maneira, interferiram no processo de lavagem do glúten, acarretando resultados diversos. Porém, em todos os tratamentos houve um decréscimo do valor do índice de glúten em relação ao tratamento sem substituição (0%), mostrando que a substituição provoca a diminuição do glúten.

Farinografia

Os valores de absorção de água por farinografia apresentaram diferença mínima significativa a 5%. A Figura 5 mostra o resultado da análise de regressão para a absorção de água obtida por farinografia, sendo o melhor ajuste obtido com o modelo linear. A farinha de casca de batata absorve mais água do que a farinha de trigo, justificando com isso o aumento da absorção de água da farinha mista, à medida que se substitui a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. A maior absorção de água da farinha de casca de batata pode ser justificada pela produção de amido danificado durante a moagem da mesma, do teor mais

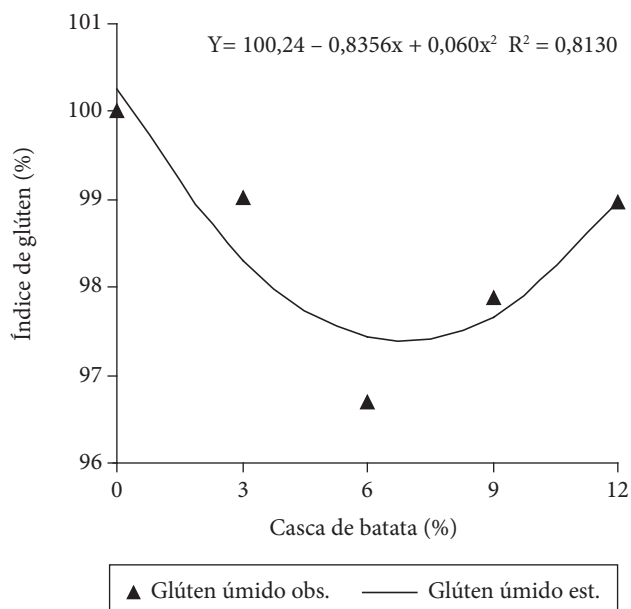


Figura 4. Equação de regressão e coeficiente de determinação do índice de glúten, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

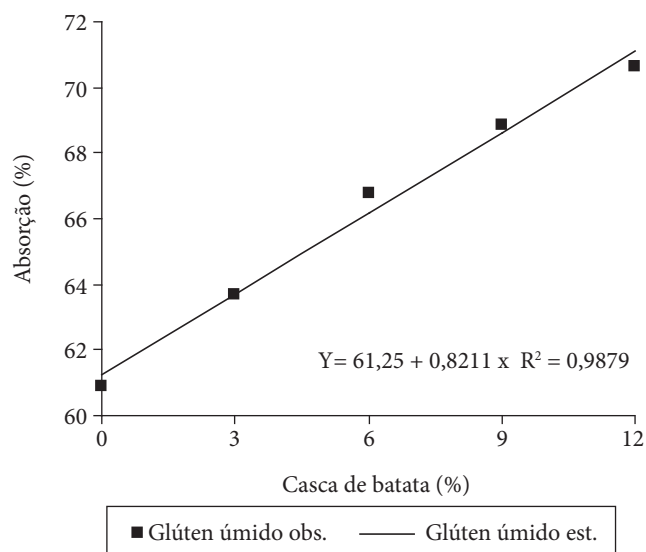


Figura 5. Equação de regressão e coeficiente de determinação da absorção de água obtida pela farinografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

alto de fibras em relação à farinha branca e a baixa umidade inicial da farinha de casca de batata. Segundo Germani (2003), uma farinha com boa qualidade tecnológica para produção de pão de forma é aquela que apresenta uma absorção que varia de 60 a 64%. Deste ponto de vista, todos os tratamentos são adequados à produção de pão de forma e pão integral.

Os valores dos tempos de estabilidade apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. Na Figura 6

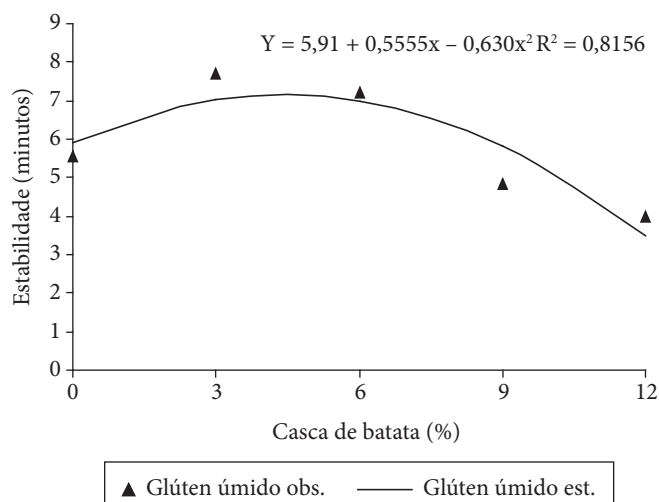


Figura 6. Equação de regressão e coeficiente de determinação da estabilidade farinográfica, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

são apresentados os resultados do tempo de estabilidade obtidos pelo farinograma, sendo que o modelo de equação de regressão que melhor se ajustou foi o quadrático.

Podemos observar que a estabilidade da farinha mista, à mistura, aumentou nos tratamentos 3 e 6% (substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata nos níveis de 3 e 6%, respectivamente). Isso mostra que a tolerância à mistura não foi prejudicada por estas substituições, por serem consideradas pequenas. Mas nos tratamentos 9 e 12%, há um decréscimo do tempo de estabilidade quando comparados à farinha padrão (0%, sem substituição). Devido à diminuição da farinha de trigo e, conseqüentemente, do glúten, a farinha se torna mais fraca e menos tolerante à mistura. Existe uma correlação positiva entre a qualidade da proteína da farinha e a estabilidade da massa; uma estabilidade maior indica uma melhor qualidade das proteínas e, portanto, uma melhor qualidade da farinha (JARDINE, 1982). Segundo El-Dash e Germani (1994), uma farinha branca com qualidade tecnológica boa para a produção de pão de forma é aquela que apresenta um tempo de estabilidade de 7,5 minutos ou mais. Como a farinha mista é composta de farinha integral (que possui glúten de qualidade inferior quando comparada com a farinha branca) e farinha de casca de batata (que não possui nenhum glúten), era esperado um menor tempo de estabilidade, quando comparada a uma boa farinha branca panificável, como nos mostra a tendência ocorrida.

Alveografia

Os valores do trabalho de deformação (W) e da relação P/L apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. A Figura 7 mostra o resultado da análise de regressão para as médias dos trabalhos de deformação (W), sendo que a equação linear foi a que melhor se ajustou aos dados. Observa-se um aumento do W (força geral do glúten) à medida que se aumenta a substituição da farinha de trigo pela

farinha de casca de batata. Este aumento se deve a uma maior tenacidade da massa.

Na Figura 8 temos a representação gráfica dos valores médios de P/L e a equação de regressão, sendo que o modelo que melhor se adequou foi o linear. À medida que se aumenta a substituição da farinha de trigo, há um aumento do valor de P/L. Esse resultado pode ser justificado pelo decréscimo do teor de glúten da massa e um acréscimo de um novo elemento, a farinha de casca de batata, diferente da farinha de trigo por não formar glúten. A pressão máxima de ruptura, ou "P", é considerada como índice de estabilidade da massa, indicando resistência à extensão. A extensibilidade, ou "L", é um indicativo de volume do pão. Se há uma diminuição da farinha de trigo, com conseqüente diminuição do teor de glúten, menor será a probabilidade de crescimento do pão. Porém, vale ressaltar que deve existir uma proporcionalidade dos valores de P e L para, associados ao valor de W (força geral do glúten), expres-

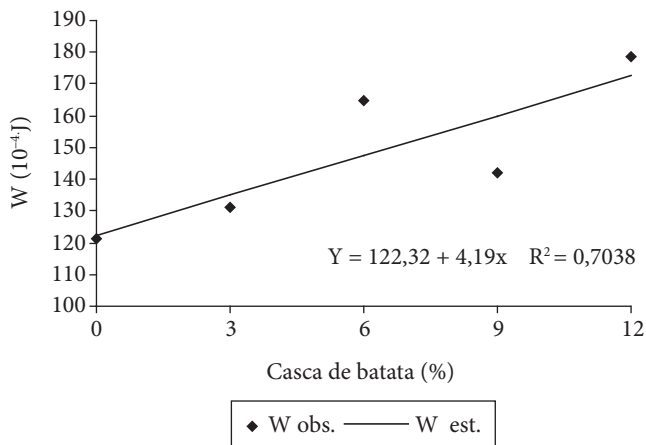


Figura 7. Equação de regressão e as médias dos trabalhos de deformação (W) das farinhas obtidas pela alveografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

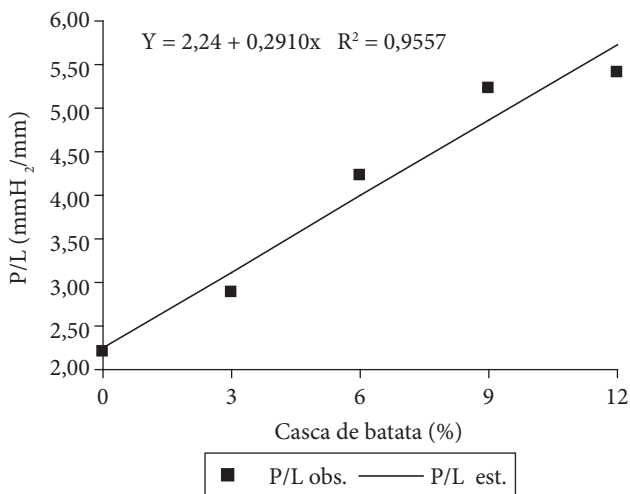


Figura 8. Equação de regressão e coeficiente de determinação da relação P/L das farinhas obtidas pela alveografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

sarem um bom potencial de panificação. Valores de W entre $150-280 \times 10^{-4}$ J e de P/L entre $0,5-1,7$ mmH₂O.mm⁻¹ de uma farinha branca são indicados para produção de pães de forma (GERMANI, 2003).

Viscosidade de pasta aparente

Os gráficos da viscosidade aparente de pasta, obtidos por RVA (Rapid Visco Analyser), estão representados na Figura 9, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

As temperaturas de viscosidade máximas no ciclo de aquecimento das pastas ocorreram próximas a 82 °C. Em um trabalho de substituição de farinha de trigo branca por farinha de triticale na produção de pães, foram encontradas as seguintes temperaturas de viscosidade máxima medidas em viscoamilógrafo: 90, 83, 77 e 74 °C para os níveis de substituição de farinha de trigo por farinha de triticale de: 0, 10, 20 e 30%, respectivamente. As viscosidades máximas no ciclo de aquecimento ocorreram entre 61 a 70 RVU. Observa-se um pequeno decréscimo da viscosidade máxima à medida que se substitui a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata. Esse comportamento é explicado pela diluição da farinha, devido à presença da farinha de casca de batata. É importante lembrar que a viscosidade máxima ocorre quando a liquefação do amido começa a se sobrepujar sobre os grãos inteiros e intumescidos. Para as viscosidades finais obtivemos valores entre 94 a 101 RVU. Podemos observar pela Figura 9, que a presença da farinha de casca de batata pouco influenciou nos valores da viscosidade final das farinhas mistas, já que os valores entre os tratamentos variaram pouco, e as curvas finais ficaram próximas.

Determinação do número de queda (Falling Number)

Os valores do número de queda apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. A representação gráfica e a equação de regressão para o número de queda ou Falling Number em segundos estão colocadas na Figura 10.

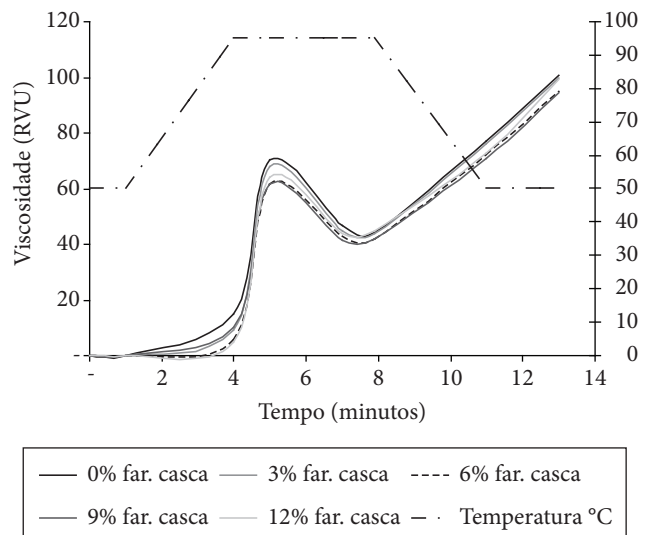


Figura 9. Viscosidade aparente de pasta em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

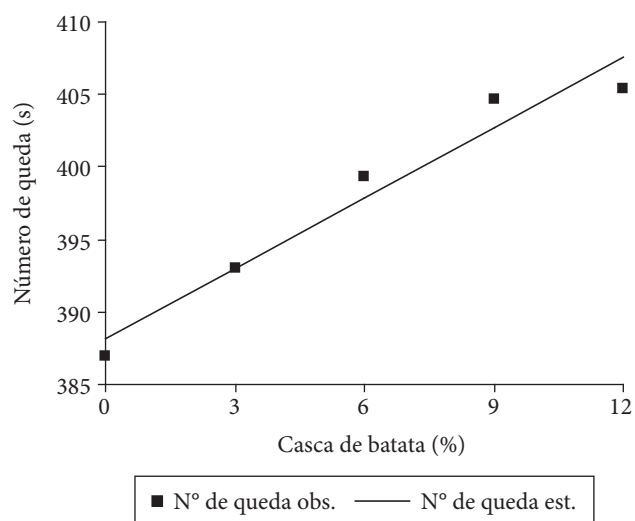


Figura 10. Equação de regressão e coeficiente de determinação do nº de queda em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

Observou-se um aumento do número de queda à medida que se substituiu a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata. Isto indica que a presença da farinha de casca de batata não fornece enzimas amilolíticas ao meio e, portanto, não está promovendo qualquer efeito adicional de hidrólise dos amidos durante o assamento da massa (RAGAE; ABDEL-AAL, 2006). Segundo Germani (2006), uma farinha de trigo branca ideal para produção de pães de forma deve ter um número de queda entre 250 a 300. Lembrando que estes valores são, para uma farinha de trigo branca, diferentes da farinha mista utilizada neste estudo. Portanto, os valores superiores do número de queda deste estudo estão coerentes.

4 Conclusões

O presente trabalho mostrou que a casca de batata, corretamente limpa e higienizada, pode ser utilizada na alimentação humana na forma de farinha. As análises de fibra bruta e minerais, especialmente os valores de cálcio, fósforo e magnésio da farinha de casca da batata apresentaram valores altos, podendo enriquecer produtos elaborados com a mesma. Como as análises de diferença de cor e granulometria da farinha de trigo integral e da farinha de casca de batata obtiveram resultados próximos, podemos utilizar a farinha de casca de batata em formulações de produtos de panificação que contenham farinha de trigo integral. As análises de glúten, farinografia e alveografia nos mostram que a qualidade tecnológica das massas teve um pequeno declínio até o nível de 6% de substituição da farinha de trigo branca pela de casca de batata, acentuando-se nos níveis superiores a este. A farinha de casca de batata pouco alterou os parâmetros de viscosidade das suspensões de farinha mista e água, assim como também não aumentou o nível de amilases do meio, este último observado pelo número de queda. Diante dessas ponderações, concluímos que é possível aproveitar um resíduo da indústria de alimentos, como a casca da batata, e transformá-la em farinha, para a utilização em produtos de panificação.

Agradecimentos

À Capes pela concessão de bolsa de estudos, à Embrapa Agroindústria de Alimentos (CTAA RJ) pelo auxílio e suporte técnico na realização das análises, ao Moinho Sul Mineiro por ceder seu centro de Panificação para realização de parte desse projeto, e à Universidade Federal de Lavras, pelo apoio e suporte técnico para realização das análises.

Referências bibliográficas

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Batata**. 2005. Disponível em: <<http://www.abbatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 12 dez. 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PANIFICAÇÃO (ABIP). **Perfil de mercado**. São Paulo, 2006. Disponível em <http://www.abip.org.br>. Acesso em: abril 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Analytical Chemists**. 17 ed. Washington, 2000. v. 2.
- _____. **Official methods of the Association of the Analytical Chemists**. 16 ed. Washington, 1995. v. 2.
- _____. **Official methods of the Association of the Analytical Chemists**. 15 ed. Washington, 1990. v. 2.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - RDC nº 263**, de 17 de outubro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.php>. Acesso em: 12 jul. 2006.
- BALSALOBRE, M. A. A. Batata, beterraba, cenoura e nabo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1995. p. 99-121.
- BORBA, A. J. G. A. **Esporte e saúde - nutrição: composição dos alimentos**. [S.I.]: [s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.webcalc.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2006.
- CAETANO, D. **Inibição do escurecimento enzimático na produção de farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.) utilizando secador solar tipo túnel**. Lavras, MG, 2005. 96p. Dissertação - (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras.
- CAMARGO, C. R. O.; CAMARGO, C. E. G. Trigo: avaliação tecnológica e novas linhagens. **Bragantia**, v. 46, n. 2, p. 169-181, 1987.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003.
- CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2000. v. 4, 320 p.
- CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial e alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 81 p.
- COUTO, E. M. et al. Caracterização química da farinha de Pequi. In: CONGRESSO PÓS-GRADUANDOS DA UFLA, 14, 2005, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005.
- EL-DASH, A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, [1982]. 349 p. (Série Tecnologia Agroindustrial, 6).
- EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães**. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1994. v. 2, 81 p.

- FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar. Exe:** sistema de análise de variância. Versão 3.04. [S. l.: s.n.], [1999]. Software.
- FUKELMANN, M. **É batata.** 2004. Disponível em: <<http://www.folhaonline.com.br/pensata>>. Acesso em: 20 out. 2004.
- GERMANI, R. Qualidade de farinha de trigo e panificação. In: SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 9., 2003, Rio de Janeiro. **Apostila...** Rio de Janeiro: UFRuralRJ, 2003. 74 p.
- GRANOTEC DO BRASIL. **Controle de qualidade de trigo e derivados, tratamentos e tipificação de farinhas.** São Paulo: Granotec, 2000. 97 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola:** batata-inglesa e trigo. 2005 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/Ispa>>. Acesso em: 12 jan 2006.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (ICC). **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.** Schwechat, Austria, 1995.
- JARDINE, J. G. **Farinha mista de triticale e trigo para produção de pães.** Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1982. 22 p.
- MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F. **Determinação de glicoalcalóides em batatas in natura (*Solanum Tuberosum* L.) comercializadas na cidade de Campinas, Estado de São Paulo.** 2004. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/cta/v24n1/2004.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- NORDIC COMMITTEE ON FOOD ANALYSIS. **Glycoalkaloids:** liquid chromatographic determinations in potato. Oslo: NMKL, 1997. n. 159.
- OLIVEIRA, D. M.; REIS, K. C.; PEREIRA, J. Composição centesimal da farinha de batata produzida a partir de secagem solar e secagem em estufa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: estratégia para o desenvolvimento, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife, 2004.
- OLSEN, H. S. **Potato processing in a multipurpose production plant.** 2005. Disponível em: <<http://www.novozyne.com/library/Publication/Biotimes>>. Acesso em: 15 fev. 2006.
- OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods.** London: Academic Press, 1978. p. 47, 156-158.
- PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética.** Barueri, SP: Manole, 2003. 390 p.
- RAGAE, S.; ABDEL-AAL, E. S. M. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. **Food Chemistry**, v. 95, p. 9-18, 2006.
- SALGADO, J. M. **A importância das fibras na nossa alimentação.** 2004. Disponível em: <<http://www.estádio.com.br/Magazine>>. Acesso em: 15 out. 2004.
- SGARBIERI, V. C. Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. São Paulo: editora Almed, 1987. 387 p.
- SILVA, R. M. G. S. **Uso de farinha de batata doce (*Ipomoea batatas*) em substituição parcial de farinha de trigo na produção de pão tipo francês.** Viçosa, 1991. 79p. Dissertação - (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa.
- VAN DE KAMER, J. H.; VAN DE GINKEL, L. Rapid determination of cruder fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952.
- VILAS BOAS, E. V. B. Avaliação nutricional de alimentos. Lavras, 1999. 51 p. Monografia – (Especialização em Nutrição Humana e Saúde), UFLA/FAEPE.
- WARD, A. B. SHALLENBERGER, J. A.; WETZEL, D. L. Particle Size Distribution of Wheat Samples Prepared With Different Grinders. **Cereal Chemistry**, v. 56, n. 5, p. 434-436, 1979.