

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE
BATATA INGLESA (*Solanum tuberosum* L.) NA
ELABORAÇÃO DE PÃO INTEGRAL**

ANDERSON FELICORI FERNANDES

2006

ANDERSON FELICORI FERNANDES

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE BATATA (*Solanum
tuberosum L.*) NA ELABORAÇÃO DE PÃO INTEGRAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Profa. Dra. Joelma Pereira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos
da Biblioteca Central da UFLA**

Fernandes, Anderson Felicori

Utilização da farinha de casca de batata na elaboração de pão integral /
Anderson Felicori Fernandes. – Lavras: UFLA, 2006.

127 p. : il.

Orientadora: Joelma Pereira.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Farinha de casca de batata. 2. Pão integral. 3. Substituição de farinha de trigo. 4. Análises reológicas. 5. Farinha mista. 6. Agroindústria de alimentos - Resíduos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-641.3521

-664.7523

ANDERSON FELICORI FERNANDES

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE BATATA (*Solanum
tuberosum* L) NA ELABORAÇÃO DE PÃO INTEGRAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 10 de julho de 2006

Pesquisador Dr. Rogério Germani

EMBRAPA

Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos

UFLA

Profa. Dra. Joelma Pereira
UFLA
(Orientadora)

A Deus, presença constante no meu caminho.

Aos meus pais, Antonio e Gláucia.

A minha irmã, Alessandra, pelo seu carinho, confiança e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades na minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Moinho Sul Mineiro, pelas doações de farinhas de trigo e por ceder suas instalações para a realização de parte deste experimento.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos, por ceder suas instalações e equipamentos para a realização das análises reológicas.

À Profa. Dra. Joelma Pereira, pelos seus ensinamentos, incentivo, confiança, orientação e amizade.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio de bolsa de estudos.

Ao Pesquisador Dr. Rogério Germani, pelas orientações, ensinamento e amizade.

À Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos, pelas orientações, amizade e apoio.

À Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli, pelos ensinamentos e orientações nas análises microbiológicas.

Ao Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho, pelas sugestões, amizade e apoio nas análises de composição centesimal.

Ao Prof. Dr. Luiz Roberto Batista, pelas sugestões e orientações na parte microbiológica.

Aos professores Dr. Luis Carlos de Oliveira Lima, Dra. Fabiana Queiroz Ferrua, Dra. Rosemary Gualberto, Dr. Jaime, Dr. Carlos Pimenta e Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela colaboração.

Aos funcionários da UFLA: Rafaela, Luciana, Elisabete, Helena, Tânia, Cleuza, Sr. Piano e Sr. Miguel, pelo bom convívio e amizade e, especialmente, às laboratoristas Tina e Sandra, pela atenção, orientação e amizade.

A toda a equipe do Moinho Sul Mineiro: Antônio Augusto, Lenira, Edna, Cinthia, Evandro, José Luiz e Silvana, pelo apoio, disponibilidade e amizade.

A toda equipa da Embrapa: Adriana Mingueta, Norma Sueli, Tânia, João Oiano, Regina Modesta, Otniel, Isabela, Francisco e Regina, pelas orientações, disponibilidade e amizade.

Ao Sr. Sato e Sra. Luiza, pela amizade, apoio e doação das cascas de batata.

A todos os funcionários do Restaurante Universitário da UFLA e, em especial, à Emília Cristina Mães Oliveira, pela ajuda nas coletas de casca de batata.

Aos funcionários da Panificadora Guarany (Varginha, MG): Mirian, Lidiane e, especialmente, ao técnico de panificação Alexandre dos Reis, pela amizade, disponibilidade e apoio.

Ao Pesquisador Hugo Adelante de Mesquita, pelas orientações e amizade.

A Tassiana, pelas orientações e disponibilidade nas análises estatísticas.

Aos colegas que ajudaram no projeto: Camila, Juliano, Janyelle, Fausto, Elizandra, Lara, Aline e Gustavo Pereira, pela amizade, apoio e colaboração.

Aos colegas: Gustavo Resende, Fernanda, Ellem, Washington, Kelen, Bruno, Letícia, João Vicente, Mércia, Ana Carla, Renata, Nélio, Viviane, Reginaldo, Rita, Daniela, Rossana, Sueli e Luiz Gustavo, pela amizade e colaboração.

A todas as pessoas que colaboraram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho.

A meus amigos da sociedade: Willian, Flávio e Fred, pelo incentivo, apoio e amizade.

Em especial, a minha irmã Alessandra, pelo apoio, confiança e carinho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Aproveitamento dos resíduos da agroindústria alimentícia em geral.....	3
2.2 Aproveitamento dos resíduos da batata.....	4
2.3 Aspectos econômicos da batata.....	6
2.4 Características químicas da batata.....	7
2.5 Casca da batata.....	9
2.6 Farinha de casca de batata.....	12
2.7 O pão.....	12
2.8 O pão integral.....	13
2.9 Ingredientes que compõem o pão integral e suas funções.....	14
2.10 Qualidade tecnológica da farinha de trigo.....	18
2.10.1 Quantidade e qualidade da proteína.....	18
2.10.1.1 Farinografia.....	21
2.10.1.2 Alveografia.....	22
2.10.1.3 Viscosidade da farinha por RVA.....	23
2.10.1.4 Número de queda (“Falling number”).....	24
2.10.1.5 Teor de cinzas.....	25
2.10.1.6 Cor da farinha.....	25
2.11 Análise sensorial.....	26
2.11.1 Teste de aceitação – Uso da escala hedônica.....	26
2.11.2 Avaliação da qualidade dos pães.....	27
2.11.2.1 Características externas.....	28

2.11.2.2 Características internas.....	29
2.11.2.3 Aroma e gosto.....	30
2.12 Microbiologia de cereais, farinhas e produtos panificados.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1 Material.....	36
3.1.1 Obtenção das matérias-primas.....	36
3.1.2 Obtenção da farinha de casca de batata.....	37
3.1.3 Produção do pão integral.....	39
3.2 Análises da farinha de casca de batata.....	42
3.2.1 Análises físico-químicas.....	42
3.2.1.1 Umidade.....	42
3.2.1.2 Extrato etéreo.....	42
3.2.1.3 Proteína bruta.....	42
3.2.1.4 Fibra bruta.....	42
3.2.1.5 Cinzas.....	43
3.2.1.6 Fração glicídica.....	43
3.2.1.7 Valor calórico.....	43
3.2.1.8 Amido.....	43
3.2.1.9 pH.....	43
3.2.1.10 Acidez titulável.....	44
3.2.1.11 Minerais.....	44
3.2.1.12 Glicoalcalóides.....	44
3.2.2 Análises físicas das farinhas de casca de batata, farinha de trigo branca e integral.....	45
3.2.2.1 Determinação da cor das farinhas.....	45
3.2.2.2 Granulometria das farinhas.....	45
3.2.3 Análises reológicas das farinhas mistas compostas por farinha de casca de batata, farinha branca e integral.....	46
3.2.3.1 Determinação do teor de glúten úmido, seco e índice de glúten.....	46

3.2.3.2 Farinografia.....	46
3.2.3.3 Alveografia.....	47
3.2.3.4 Viscosidade de pasta aparente.....	47
3.2.3.5 Número de queda.....	48
3.3 Análise dos pães.....	48
3.3.1 Análises físico-químicas.....	48
3.3.1.1 Umidade.....	48
3.3.1.2 Extrato etéreo.....	48
3.3.1.3 Proteína bruta.....	48
3.3.1.4 Fibra bruta.....	48
3.3.1.5 Cinzas.....	48
3.3.1.6 Fração glicídica.....	48
3.3.1.7 Valor calórico.....	49
3.3.1.8 Amido.....	49
3.3.1.9 pH.....	49
3.3.1.10 Acidez titulável.....	49
3.3.2 Análises físicas.....	49
3.3.2.1 Determinação da cor dos pães.....	49
3.3.2.2 Volume dos pães.....	49
3.3.2.3 Textura dos pães.....	49
3.4 Análise sensorial.....	50
3.4.1 Avaliação da qualidade do pão.....	51
3.5 Análise microbiológica.....	52
3.6 Delineamento experimental e análise estatística.....	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1 Caracterização da farinha de casca de batata.....	55
4.1.1 Rendimento da farinha de casca de batata.....	55
4.1.2 Análises físico-químicas.....	55

4.2 Análises físicas da farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e farinha integral.....	61
4.2.1 Determinação da diferença de cor das farinhas.....	61
4.2.2 Granulometria das farinhas.....	62
4.3 Análises reológicas.....	64
4.3.1 Determinação do teor de glúten úmido, seco e índice de glúten.....	64
4.3.2 Farinografia.....	67
4.3.2.1 Absorção de água.....	67
4.3.2.2 Tempo de estabilidade.....	69
4.3.3 Alveografia.....	70
4.3.3.1 Determinação do trabalho de deformação (W).....	70
4.3.3.2 Determinação do P/L.....	71
4.3.4 Viscosidade de pasta aparente.....	73
4.3.5 Determinação do número de queda.....	80
4.4 Análise dos pães.....	81
4.4.1 Análises físico-químicas dos pães.....	81
4.4.2 Análises físicas dos pães.....	90
4.4.2.1 Cor dos pães.....	90
4.4.2.2 Textura dos pães.....	93
4.4.2.3 Volume dos pães.....	96
4.4.2.4 Peso dos pães.....	98
4.5 Análise sensorial.....	99
4.5.1 Avaliação da qualidade do pão.....	102
4.5.1.1 Características externas.....	102
4.5.1.2 Características internas.....	103
4.5.1.3 Aroma e gosto.....	105
4.6 Análise microbiológica dos pães.....	107
5 CONCLUSÕES.....	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111

ANEXOS.....	117
-------------	-----

RESUMO

FERNANDES, Anderson Felicori. **Utilização da farinha de casca de batata na elaboração de pão integral** 2006. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, MG *

O aproveitamento dos subprodutos da agroindústria 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. Este trabalho teve como objetivo utilizar a casca da batata para a produção de farinha e utilizá-la na elaboração de pão integral. As cascas de batata foram lavadas, sanitizadas com hipoclorito de sódio a 20 ppm, secas em estufa a 55°C/48 horas e trituradas em moinho de faca (20 mesh). As porcentagens utilizadas na composição da farinha mista foram: 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 físicas e físico-químicas nas farinhas de casca de batata, farinha de trigo branca e integral e nos pães com farinha mista; análises reológicas nas farinhas mistas, análises microbiológica e sensorial nos pães integrais obtidos. A farinha de casca de batata se caracterizou com 9,72% (bu) de umidade, 1,61% (bu) de extrato etéreo, 5,56% (bu) de proteína, 1,46% (bu) de fibra bruta, 2,22% (bu) de cinzas e 79,59% (bu) da fração glicídica. Dentre os minerais, a farinha de casca de batata apresenta bons valores de fósforo, cálcio e magnésio. À medida que se aumentou a substituição a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na farinha mista, os teores de glúten úmido, índice de glúten e o tempo de estabilidade diminuíram, enquanto que a absorção de água, a viscosidade máxima, os valores de P/L e W e n° de queda aumentaram. Os pães integrais tiveram sua composição centesimal quase inalterada em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata. O valor de pH pouco variou nos pães, enquanto a acidez titulável e o teor de amido variaram bastante. A farinha de casca de batata contribui mais para aumentar a diferença de cor dos miolos dos pães do que da crosta dos mesmos. Os pães com 3% e 6% apresentaram uma firmeza próxima ao pão sem farinha de casca de batata. O volume dos pães pouco se alterou nos níveis de 3% e 6% de substituição da farinha branca pela de casca de batata, quando comparados ao pão sem farinha de casca. Quanto à avaliação da qualidade, os pães com 0%, 3% e 6% de farinha de casca de batata

* Comitê orientador: Joelma Pereira - UFLA (orientadora). Rogério Germani – EMBRAPA (co-orientador).

obtiveram boas notas, o mesmo ocorrendo com a análise sensorial, na qual esses pães apresentaram grande aceitação pelo público. Todos os pães integrais se encontram dentro da legislação, quanto aos parâmetros microbiológicos. A vida de prateleira dos pães integrais foi de cinco dias.

ABSTRACT

FERNANDES, Anderson Felicori. **Utilization of potato skin flour in whole wheat breadmaking**. 2006. 127 p. Dissertation (Master in Food Sciences) – Federal University of Lavras, MG *

The use of agroindustry by-products decrease production costs, increase the total use of foods and reduce the impact that these by-products can cause if discarded in the environment. Thus, some potato by-products are utilized and transformed into foodstuffs, as is the case of potato. This work was designed to make potato skin flour and use it in whole wheat breadmaking. Potato skins were washed, sanitized with 20ppm of sodium hypochlorite, oven-dried at 55°C/48 hours passed through a knife mill with a 20 mesh sieve. The percentages utilized of flours in the composition of blended flour were: 0% - 50% - 50%; 3% - 47% - 50%; 6% - 44% - 50%; 9% - 41% - 50%; 12% - 38% - 50% of potato skin flour, wheat flour and whole wheat flour, respectively. Physical and physicochemical analyses were accomplished in the potato skin flours, wheat flour and whole wheat flour and in the breads with blended flour; rheological analyses in the blended flours, microbiological and sensorial analyses in the whole wheat breads obtained. Potato skin flour characterized with 9,72% (fb) moisture, 1,61% (fb) of ether extract, 5,56% (fb) of protein, 1,46% (fb) of crude fiber, 2,22% (fb) of ashes and 79,59% (fb) of the glucid fraction. Among the minerals, potato skin flour presents high values of phosphorus, calcium and magnesium. As the replacement of wheat flour by potato skin flour increased in the blended flour, the contents of wet gluten, gluten index and stability time decreased, while water uptake, maximum viscosity, the values of P/L and W and falling number increased. Whole wheat breads had their proximal composition almost unaltered as related with the replacement of wheat flour by potato skin flour. The pH value ranged little in the breads, whereas titrable acidity and starch ranged greatly. Potato skin flour had a greater contribution on the crumb color than in the crust color. The breads with 3% and 6% potato skin flour presented a firmness close to that of the bread without it. The breads volumes were little altered at the levels of 3% and 6% of potato skin flour, as compared with the bread without skin flour. As to the evaluation of bread quality, the bread with 0%, 3% and 6% of potato skin flour obtained high score, the same occurring with the sensorial analysis where those breads presented a great acceptance by the public. All the whole breads lie

Guidance Committee: Joelma Pereira – UFLA (Adviser), Rogério Germani - EMBRAPA (Co-adviser).

within the legislation for microbiological parameters. The shelf life of whole breads were of five days.

1 INTRODUÇÃO

A batata inglesa (*Solanum tuberosum L.*), contém não apenas carboidratos, como colocado popularmente, mas, contém, ainda, proteínas de alta qualidade, além de vitaminas e sais minerais, sendo boa fonte de vitamina C e de algumas vitaminas do complexo B, especialmente niacina, tiamina e vitamina B6. A batata ainda é razoável fonte de ferro, boa fonte de fósforo e magnésio e ótima fonte de potássio. A casca da batata concentra boa parte dos nutrientes citados, especialmente ferro, cálcio, potássio, fósforo, zinco e vitamina B e, ainda boa fonte de fibras.

A casca comestível de determinados vegetais, que na maioria das vezes é eliminada, tanto na cozinha doméstica, quanto na industrial, pode e deve ser aproveitada no consumo humano e animal. Adequadamente lavada e higienizada, pode ser utilizada em formulações, como a de produtos de panificação. Estima-se, que no Brasil, sejam descartadas mais de 300 mil toneladas de cascas de batata por ano.

O pão é um dos alimentos mais difundidos em todo o mundo e tem se constituído numa das principais fontes calóricas da dieta do brasileiro. Seja ele de trigo, centeio, cevada, milho ou misturas, sob a forma de pequenas bolas, em formas, ou grandes peças ovaladas, o pão é inquestionavelmente, um dos alimentos mais importantes e fornecedores de energia para o homem.

Pães integrais possuem alto teor de fibras, podendo ser produzidos a partir de diversos cereais, que, naturalmente, são ricos em fibras, tais como trigo, centeio, aveia, cevada, milho, etc. Até recentemente, as fibras eram desprezadas pelos especialistas e pela sociedade, de modo geral, pois se preocupava com o estudo de nutrientes metabolizáveis, ou seja, substâncias completamente digeridas pelo organismo. Hoje se tem estudado a porção fibra presente nos

alimentos, com um conseqüente aumento da produção e consumo de produtos integrais (ricos em fibras), atendendo a um desejo da população que está mais preocupada em consumir produtos que tragam maiores benefícios nutricionais para o organismo.

O presente trabalho teve por objetivo estudar as propriedades químicas e físicas da farinha de casca de batata e a possibilidade de utilização desta em níveis de substituição à farinha de trigo na produção de pão integral com boas qualidades tecnológicas e sensoriais, características de um bom produto de panificação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aproveitamento dos resíduos da agroindústria alimentícia em geral

A palavra “resíduo”, colocada etimologicamente surgiu no século XIV. Deriva do latim “residuum”, que traduz a diminuição do valor de uma matéria, de um objeto e é definido como toda a substância que o produtor abandona, destinada ao abandono ou que se encontra forçado a abandonar (Pichat, 1995).

Devem-se 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 dessa forma de atuação, entre os quais cita-se o processamento da cana de açúcar no Brasil, em que o bagaço serve desde a alimentação animal até a co-geração de energia elétrica para venda, satisfazendo a demandas regionais. Como outro exemplo, podemos citar o processamento úmido do milho, do qual a melhor solução para seus resíduos foi repassá-los à indústria de produção de óleo a partir do germe (Cereda, 2000).

Quanto à mandioca, os subprodutos da fabricação de sua farinha e da extração da fécula (amido) podem ser sólidos ou líquidos. Esses resíduos podem ser fornecidos como alimentação animal, sob as mais variadas formas: raízes frescas, raspas, restos culturais (hastes e folhas) e subprodutos sólidos de sua industrialização (cascas, entrecascas, descarte e farelos) (Neto & Bem, 2005).

Já a beterraba é mais utilizada no Brasil para consumo humano e seu refugo é usado na nutrição animal quando o preço não justifica a comercialização (Balsalobre, 1995). O principal resíduo desta cultura é a polpa, utilizada na extração do açúcar da beterraba açucareira. Desidratada ou úmida, é usada, principalmente, na Europa, na nutrição animal, à qual o melaço de beterraba, outro resíduo, pode ser acrescido depois de seco (Balsalobre, 1995).

2.2 Aproveitamento de resíduos da batata

A batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) é aproveitada na indústria, para a 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, 1995).

Aproximadamente 35% da batata produzida são descartados no processo de industrialização. Caso a produtividade no Brasil aumente para valores semelhantes à dos países europeus, praticamente triplicará a oferta de batata, que poderia ser utilizada na nutrição animal.

Church (1991), citado por Balsalobre (2005), descreve os vários tipos de perdas provenientes do processo e industrialização da batata:

- a) farelo da batata: resíduo do processamento da batata, o qual é desidratado e moído;
- b) batata úmida: resíduo da batata utilizada na alimentação humana. Geralmente, a maior proporção é a casca da batata utilizada sem desidratação;
- c) torta de filtração da batata: representa cerca de 20% do resíduo total da batata; é resultante da filtração a vácuo (desidratador) no processamento de extração do amido da batata;
- d) flakes de batata: resíduo do cozimento da batata, esmagado e desidratado;
- e) polpa de batata: permanece depois da extração do amido com água quente;

No Brasil, esses subprodutos não estão disponíveis, pois as indústrias não chegam a processar o resíduo. A maior fonte de resíduos de batata em nosso meio são os descartes no campo, no processo de lavagem e seleção ou quando o preço inviabiliza a comercialização e mesmo produtos de boa aparência, que iriam para o consumo humano, são usados na alimentação animal.

O descarte de certos resíduos no meio ambiente, provenientes 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 (formação de espuma na superfície de solos congelados), traz odores desagradáveis e leva nitrogênio e fósforo para a água do subsolo (Olsen, 2005). Ensaios na fábrica-piloto do Novo Nordisk, em Copenhague (Suíça), provaram que a água residual e a polpa da batata, dois tipos de resíduo produzidos em uma fábrica de extração de amido de batatas, podem ser convertidas em ingredientes alimentícios nutricionais, com auxílio de enzimas (Olsen, 2005).

No caso da água residual, após a extração do amido (responsável por 80% da composição da batata), esta pode ser concentrada por evaporação e utilizada posteriormente, em rações. Utilizando enzimas, para a redução da viscosidade da água residual, Olsen (2005) obteve um concentrado evaporado de composição média, em peso, 50% de água e 25%-28% de proteína e aminoácidos, sugerindo tratar-se de uma fonte altamente rica de proteína e adequada para a adição a misturas de rações compostas de cevada e trigo.

Ainda segundo Olsen (2005), a polpa da batata, quando seca, pode conter de 35% a 40% de amido, 35% a 40% de pectina e hemicelulose, aproximadamente 5% de proteína, 2% de minerais e 1% de gordura. As proporções podem variar de acordo com o tipo de batata e os processos de raspagem e desidratação. Ensaios em planta-piloto mostraram que, com uso de enzimas, é possível liquefazer quase por completo a polpa que, posteriormente, é seca por pulverização. Na forma de matéria seca, pode ser estocada e, com a adição de outros tipos de suplementos, pode servir de alimentação a suínos (Olsen, 2005).

Outros grandes consumidores de batatas são restaurantes comuns e os industriais, sejam de pequeno ou grande porte. Segundo Venske (2000), em um trabalho de pesquisa conduzido em um restaurante industrial de uma empresa em Porto Alegre, no qual eram servidas 1.000 refeições diárias, de cada 10kg de batata (produto bruto), eram gerados 7,5kg de produto limpo, ou seja, um

aproveitamento de 75%, gerando 25% de resíduo. Deve-se lembrar que essa quantidade de resíduos é gerada na etapa de limpeza dos alimentos, não sendo consideradas as sobras pós-consumo, tanto nos pratos dos funcionários como o alimento totalmente preparado que não foi servido. Esse tipo de resíduo pode ser aproveitado na alimentação animal.

2.3 Aspectos econômicos da batata

Os números da bataticultura brasileira, correspondentes ao ano agrícola 2004/2005, revelaram um ligeiro crescimento, comparativamente aos valores registrados nos dois últimos anos. De acordo com a pesquisa de conclusão de avaliação do comportamento dessa safra, promovida pelo IBGE (2005) em todos os estados produtores, o total da produção brasileira foi avaliado em, aproximadamente 3,0 milhões de toneladas, ou seja, 3,02% e 2,00% maior, em relação aos montantes colhidos nos cultivos referentes aos anos de 2004 e 2003, respectivamente (IBGE, 2005).

O crescimento da oferta interna é consequência, sobretudo, de boas condições de clima ao longo do ciclo da cultura e da adoção, pelos produtores, de técnicas de cultivo mais aprimoradas e eficientes, que permitam a elevação dos índices de produtividade média. Sobre este tema, cabe ressaltar a obtenção, nesta campanha, a exemplo do verificado nos últimos anos, do mais alto índice já registrado pela cultura no país, o qual se situou no expressivo patamar de 22,08 t/ha. (IBGE, 2005).

A batata, no Brasil, é considerada a principal hortaliça, tanto em área cultivada como em preferência alimentar. A área plantada está em torno de 155,7 mil hectares e a produção é superior a 3,0 milhões de toneladas por ano. As regiões Sul e Sudeste são as principais produtoras e respondem por percentuais superiores a 96% da produção brasileira. Minas Gerais mantém liderança nacional em produção e produtividade, tendo alcançando, em 2004,

966 mil toneladas, com uma produtividade de 25.853 kg/ha (IBGE, 2005), e é o mais importante fornecedor de batata ao Ceasa-MG (Torres, 1999). No estado, a região conhecida como Sul de Minas responde pela maior produção.

A China é o maior produtor dessa olerícola. O Brasil posiciona-se em 21º lugar no cenário mundial, ocupando o 2º lugar, no contexto sul-americano, quando se consideram área e produtividade (Associação Brasileira da Batata, ABBA, 2004) A batata é considerada a quarta fonte alimentar da humanidade, logo após o arroz, o trigo e o milho, segundo Murr, citado por Oliveira et al. (2004).

2.4 Características químicas da batata

Os tubérculos de batatas são compostos por aproximadamente, por 76% de água, 20% de carboidratos, 2% de proteínas e uma quantidade irrisória de lipídeos (Orr e Cash, 1991, citados por Oliveira et al., 2004). Aproximadamente 80% do peso dos carboidratos da batata é de amido, com uma proporção de 75%–79% de amilopectina e 21%-25% de amilose. A batata é também uma razoável fonte de vitamina C.

A composição química da batata está descrita na Tabela 1.

TABELA 1 Componentes da batata (g/100g) na matéria integral, conforme Smith (1977).

Componentes	Média (%)	Variação (%)
Umidade	77,5	63,2 - 86,9
Sólidos totais	22,5	13,1 – 36,8
Carboidratos totais	19,4	13,3 – 30,5
Proteínas	2,0	0,7 – 4,6
Cinzas	1,0	0,44 – 1,9
Fibras	0,6	0,17 – 3,48
Lipídeos	0,1	0,02 – 1,0

A batata é um dos alimentos mais nutritivos para o homem, com proteínas de boa qualidade e índice de valor biológico alto. É uma das culturas que apresentam grande produção de energia e proteína por hectare por dia (ABBA, 2005).

A batata possui, em média, 2% proteína total, o que significa cerca de 10,4% do peso seco do tubérculo. Isso pode ser considerado excelente, se levarmos em conta que o trigo e o arroz apresentam valores na ordem de 13% e 7,5%, respectivamente. Considerando-se as produções e os teores de proteína de cada cultura, as batatas podem render cerca de 300 kg de proteína por hectare, o trigo 200 kg e o arroz 168 kg.

Em relação às vitaminas, a batata é considerada uma boa fonte de ácido ascórbico (vitamina C), apresentando até 36mg/100g de tubérculos frescos e de algumas vitaminas do complexo B (como a tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina) e ácido fólico.

Segundo Filgueira, citado por Almeida (2005), a preferência do consumidor brasileiro é por tubérculos que apresentam película e polpas amarelas; a polpa branca e a película rosada não são bem aceitas. O tubérculo deve apresentar película lisa e gemas superficiais e ser alongado, de formato uniforme e tamanho médio.

2.5 Casca da batata

A casca da batata, comumente descartada aqui no Brasil, no preparo dos mais variados pratos, poderia ser aproveitada no consumo humano. Uma comparação entre os valores nutricionais da batata crua sem casca e com casca encontra-se na Tabela 2.

TABELA 2 Composição nutricional da batata, conforme Tabela de Composição Nutricional das Hortaliças (2000).

Constituintes (em 100 gramas)	Batata crua sem casca	Batata crua com casca	Casca da batata
Fibra (%)	0,4	3,3	2,9
Calorias	78,5	-	-
Água	83,29	-	-
Vit. A (retinol) (μ)	6	-	-
Vit. B1 (μ)	90	-	-
Vit. B2 (μ)	30	-	-
Niacina (mg)	1500	-	-
Vit. C (ac. ascórbico) (mg)	17,4	-	-
Cobre (mg)	-	-	-
Enxofre (mg)	43	-	-
Magnésio (mg)	-	30	16
Manganês (mg)	-	0,602	0,74
Zinco (mg)	0,200	0,440	0,24
Potássio (mg)	394,4	407,00	12,60
Sódio (mg)	47,40	-	-
Cálcio (mg)	9	-	-
Ferro (mg)	-	1,000	-
Fósforo (mg)	69	-	-

* por diferença das duas 1^{as} colunas.

Desde que a casca seja comestível, deve-se ingerir frutas e legumes sem descascá-los. A batata, quando descascada, perde grande parte de seu potencial nutritivo e se transforma em alimento de alto índice glicêmico, devido à perda

das fibras e ao desequilíbrio resultante entre o teor de carboidratos e de proteínas (Lubicz, 2004).

Segundo Fukelmann (2004), a casca da batata é fonte de fibra, ferro, cálcio, potássio, fósforo, zinco e vitamina B.

Uma tradição da culinária americana é transformar cascas de batata em sopas e petiscos, e estas, torradas ao forno, conservam todo o sabor da batata, com uma vantagem: além de conterem a maioria dos nutrientes, são pobres em calorias (Lubicz, 2004).

As cascas de batata devem ser aproveitadas, desde que bem lavadas; se necessário, escová-las com água e sabão, a fim de eliminar larvas e sujeiras e não devem ser consumidas quando verdes, pois contêm alto teor de glicoalcalóides (composto tóxico formado, principalmente, por solanina e chaconina). Esse tubérculo, geralmente, possui uma quantidade mínima de solanina e chaconina que não prejudica a saúde e contribui para o sabor peculiar do alimento. Mas, as batatas, quando expostas, depois de colhidas, a altas temperaturas ou luminosidade intensa, apresentam altas quantidades desses dois elementos, tornando-se tóxicas (Fukelmann, 2004). A concentração máxima desses compostos em batata *in natura*, considerada segura para o consumo humano, é estimada em 200 mg kg^{-1} , expressa como glicoalcalóides totais (GAT) (Machado & Toledo, 2004).

Os glicoalcalóides, quando ingeridos em alta concentração, parecem ter duas ações tóxicas no organismo humano: uma sobre a acetilcolinesterase, afetando o sistema nervoso central, sendo considerados responsáveis por vários dos sintomas neurológicos observados após a ingestão de glicoalcalóides, e outra sobre as membranas celulares, causando ruptura das membranas do trato-gastrintestinal com danos hemolíticos e hemorrágicos e excesso de fluido nas cavidades corpóreas (Machado & Toledo, 2004).

2.6 Farinha da casca de batata

Segundo a Anvisa (2005), farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. A designação da farinha deve ser seguida do nome comum da espécie vegetal utilizada. Sendo assim, farinha de casca de batata, pode ser considerada como aquela obtida pela moagem adequada da casca de batata, sofrendo todo um processo tecnológico para adequar-se ao uso a que se destina.

2.7 O pão

O pão mais antigo que se conhece data do período Neolítico e foi assado, provavelmente, por volta de 10.000 anos a.C. A origem do pão remonta ao tempo em que o homem deixou de ser nômade e começou a dedicar-se ao cultivo da terra. No início comia os cereais selvagens, cujas espigas rebentavam quando maduras. Mais tarde, estes cereais começaram a ser esmagados entre duas pedras, que estão na origem das mós, misturados com água e cozidos ao sol, apresentando-se como uma espécie de bolacha compacta (Abitrigo, 2004).

No entanto, o pão só nasceu, mesmo, quando se descobriu a massa fermentada. No início, o processo de levedação foi realizado pelos egípcios, que misturavam líquidos fermentados à farinha de vários cereais ou raízes, com o objetivo de conseguir um melhor crescimento da massa (Philippi, 2003).

Historicamente, os egípcios passaram a tecnologia de assar esta mistura de farinha com sal e água a vários povos, entre eles, os judeus. Estes nômades não utilizaram fornos até o período da reunificação, ao entrarem em Jerusalém. Gregos, romanos, e, posteriormente, todos os povos da Europa, usaram o pão como alimento em rituais religiosos, oferendas ou como sinal de amizade.

Segundo, Philippi, (2003), poucos povos no mundo não tem o hábito de consumir pão (apenas alguns grupos chineses, malaios e polinésios).

Segundo a Anvisa (2005), pão pode ser definido como o produto obtido pela cocção, em condições técnicas adequadas, de massa preparada com farinha de trigo, fermento biológico, água e sal, podendo conter outras substâncias alimentícias aprovadas.

Tradicionalmente, o pão é feito com farinha de trigo, por esta apresentar propriedades únicas que irão dar ao produto as características responsáveis pela sua grande aceitação em muitas partes do mundo. As proteínas da farinha de trigo são as únicas capazes de formar a rede de glúten, quando em mistura com água. Esta rede retém o gás produzido durante o processo de fermentação da massa, dando o volume e a maciez característica do pão de trigo (Philippi, 2003).

No Brasil, o consumo per capita de farinha de trigo/ano é de 52kg, sendo o pão responsável por 55% deste valor (Programa de Apoio ao Panificador, Propan, 2003). Mesmo o pão fazendo parte da dieta diária do brasileiro, sendo bastante difundido por todos estados, o consumo do mesmo poderia ser maior, ficando, hoje, no patamar de 33,11 kg/per capita ano (Associação Brasileira das Indústrias de Panificação, ABIP, 2006). Este valor, correspondente à metade do recomendado pela OMS, que é de 60 kg/per capita ano, esta bem abaixo de países Europeus e até mesmo de alguns países da América do Sul (Nutrinews, 2004).

2.8 O pão integral

Segundo a Anvisa (2000), pão integral é o produto preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo e farinha de trigo integral e ou fibra de trigo e ou farelo de trigo. A farinha integral é obtida pela extração de 100% do grão de trigo. Sendo assim, contém maiores quantidades de vitaminas e

minerais, pois estes se localizam, principalmente, nas camadas mais externas do grão. Este tipo de farinha, também apresenta alta quantidade de fibras (Pereira, 2002).

A fibra, um dos componentes da maioria dos vegetais, não é digerida pelo homem. Até pouco tempo, era praticamente ignorada pelos pesquisadores da área de nutrição e alimentos. Por ser indigerível e não possuir valor nutricional, ela ficava de lado até mesmo na formulação de dietas saudáveis. Contudo, nos últimos anos, esta porção presente nos vegetais e cereais integrais, ganhou importância especial pelos importantes efeitos fisiológicos benéficos observados ao serem ingeridas diariamente. Estudos epidemiológicos e clínicos relacionaram a ocorrência de certas enfermidades (doença cardiovascular, câncer de cólon, diabetes, etc) a dietas pobres em fibras. Além disso, são vários os mecanismos de ação pelos quais as fibras atuam no organismo humano: normalizam a função gastrintestinal, prevenindo a constipação (intestino preso), reduzem o colesterol total e a ingestão de energia e gorduras, entre outros benefícios, os quais têm sido definidos pelos pesquisadores e estão sendo divulgados (Salgado, 2004).

Segundo Philippi (2003), uma alimentação saudável deve conter, além de carboidratos, açúcares, proteínas e gorduras em quantidades adequadas, também as famosas fibras alimentares. Por todos estes motivos, deve-se substituir, sempre que possível, o pão branco (feito com farinha de trigo branca), pelo pão integral ou semelhante (centeio, linhaça e outros cereais).

2.9 Ingredientes que compõem o pão tipo integral e suas funções

a) Farinha de trigo branca

Farinha de trigo é o componente básico em uma formulação de pão, cumprindo a função de fornecer as proteínas formadoras de glúten. Essas proteínas, ao se combinarem com a água, são hidratadas, gerando pontos de

ligação entre elas e, mediante a batidura, formam a estrutura elástica da rede do glúten.

Quanto menor o grau de extração da farinha, ou seja, quanto menor for a contaminação por farelo, maior será a proporção de proteína formadora de glúten, o que aumenta sua qualidade tecnológica. Devido a essa baixa contaminação com o farelo, a cor também se torna mais clara, o que, geralmente, é preferido pelo consumidor (Pereira, 2002).

Diz-se que uma farinha é forte quando possui uma quantidade alta de proteína formadora do glúten e que é fraca quando tiver um baixo conteúdo desta proteína. Uma farinha, entretanto, pode ter um alto conteúdo de proteína, mas, se esta proteína não for formadora de glúten, a farinha é considerada fraca (El-Dash & Germani, 1994).

O fato de uma farinha ser considerada “forte” ou “fraca” não significa que uma seja melhor que a outra, mas que ambas devem ser utilizadas em processos que necessitem daquelas características específicas que cada uma apresenta. Certamente, a farinha considerada ideal para a produção de pão não terá as mesmas características daquela necessária à produção de biscoitos (Germani, 2003).

b) Farinha integral

Farinha de trigo integral é aquela obtida do trigo com grau de extração de 100%, sem passar por processos de beneficiamento, mantendo, assim, todos os seus nutrientes e vitaminas essenciais ao bom funcionamento do metabolismo. É rica em proteínas e fibras, fonte de ferro e possui baixo teor de gordura; melhora a digestão, regulariza o intestino e aumenta a imunorresistência (física e corporal) (Pereira, 2000). Do ponto de vista tecnológico, esse tipo de farinha é considerada inferior, pois tem a cor mais escura e, além disso, as fibras enfraquecem a rede protéica da massa de pão,

fornecendo produtos finais mais densos (Pereira, 2002). Normalmente a farinha integral é misturada à farinha comum para enriquecer o alimento (El-Dash et al., 1982).

c) Açúcar mascavo

O açúcar mascavo, extraído da cana-de-açúcar, não passa por processo de refinamento, mantendo, assim, as vitaminas e sais minerais. E, como tem valor calórico próximo ao dos outros tipos de açúcar, deve ser preterido na dieta diária e no uso em receitas (Galante, 2003).

O açúcar presente na massa é proveniente de uma ou mais das seguintes fontes: açúcar já presente na farinha, açúcar adicionado na formulação e açúcar resultante da degradação do amido pelas enzimas amilases.

A principal atuação do açúcar é no processo de fermentação, no qual o fermento transforma este em gás carbônico e álcool, conferindo volume ao pão. Uma outra função do açúcar é a de proporcionar a cor dourada características da crosta dos pães bem como contribuir para o aroma e sabor do produto final (El-Dash & Germani, 1994).

d) Gordura

Tanto a gordura vegetal como a animal podem ser empregadas na panificação. A gordura utilizada pode se apresentar no estado líquido, semi-sólido ou sólido à temperatura ambiente. As gorduras vegetais hidrogenadas (sólidas à temperatura ambiente) são as mais usadas, pois são de mais fácil manuseio, conservação e conferem as melhores características tecnológicas em panificação (El-Dash & Germani, 1994).

As principais funções da gordura são: contribuir para o sabor do produto, promover o aumento do volume atuando como “selante” e retentor de gás, amaciar a textura fazendo com que as camadas de gordura fiquem

entremeadas na rede de glúten, melhorar a conservação do produto promovendo uma melhor interação entre a gordura e o amido, dificultando a recristalização (retrogradação) entre as cadeias, conferindo um menor envelhecimento do produto.

Quantidades excessivas de gordura são prejudiciais, pois dificultam a hidratação e o desenvolvimento do glúten (Germani, 2003).

e) Fermento biológico

O fermento biológico é constituído pelo microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*, o qual transforma os açúcares presentes na massa em álcool e gás carbônico. O gás carbônico confere à massa e ao pão a estrutura porosa responsável pela leveza e volume. O álcool produzido contribui para a expansão da massa, durante seu amassamento e é responsável por grande parte do aroma do pão (El-Dash et al., 1994).

Se aumentarmos a quantidade de fermento, a fermentação será acelerada, desde que haja açúcar suficiente. Nos processos de panificação em que se usa o desenvolvimento mecânico da massa, deve-se colocar cerca de 50% a mais de fermento do que no processo convencional da massa direta, pois o tempo de fermentação total é menor (El-Dash & Germani, 1994).

f) Sal

O sal tem grande influência em três aspectos da panificação. Primeiro, ele melhora o sabor dos pães, pois, sem o sal, o pão seria insípido e não atrativo. Segundo, ele contribui para o fortalecimento do glúten, dando mais força à farinha. Terceiro, o sal controla a ação do fermento. A ausência de sal na massa permite que o fermento atue rapidamente, esgotando os açúcares presentes e produzindo um pão de crosta muito clara. Por outro lado, um excesso de sal irá

retardar muita a ação do fermento, produzindo um pão com a crosta muito escura (El-Dash & Germani, 1994).

g) Condicionador ou reforçadores

Os condicionadores ou reforçadores de massa interagem, principalmente, com o glúten e aumentam a tolerância da massa à mistura, possibilitando um melhor desenvolvimento da massa e a obtenção de produtos com melhor volume e qualidade global. Os principais condicionadores são estearoil-2-lactil lactato de sódio (SSL) ou de cálcio (CSL), polissorbitos, monoglicerídeos succinilados e etoxilados (Germani, 2003).

2.10 Qualidade tecnológica da farinha de trigo

Os elementos de qualidade da farinha incluem dois grandes grupos: elementos de qualidade devido, basicamente, à variedade de trigo e ao critério de qualidade induzido primariamente pelo manuseio, estocagem e processamento do grão. Os primeiros elementos, que incluem a quantidade e a qualidade da proteína, conteúdo de cinza e cor, estão grandemente ligados à hereditariedade e podem ser parcialmente controlados num mesmo grau de extração da farinha. Os componentes do segundo grupo podem ser amplamente controlados (granulação da farinha, amido danificado e atividade de alfa-amilase). Os outros elementos da qualidade são afetados por ambos, hereditariedade e processamento, mas em graus diferentes (El-Dash et al., 1982).

2.10.1 Quantidade e qualidade da proteína

A mistura da farinha, fermento, sal e água junto a outros ingredientes do pão, forma um sistema complexo coloidal conhecido como massa. As proteínas do glúten da farinha hidratam-se na presença da água e entumescem formando uma malha, por meio da formação de novas ligações (energia necessária é

suprida pela mistura) que contituem uma estrutura esponjosa que retém os grânulos de amido (El-Dash et al., 1982).

As características, particularmente a elasticidade e a extensibilidade da massa dependem tanto do conteúdo de proteínas do glúten por unidade de massa, como da sua habilidade para formar novas ligações com as moléculas adjacentes. Portanto, se o número de partículas de proteína é muito pequeno, o poder de entumescimento e a habilidade de formar novas ligações são pequenas, não sendo possível a formação de ligações fortes, resultando, principalmente, numa massa plástica não apropriada. Em outros casos, os pontos de contato podem ser poucos e fracos; em consequência, a qualidade da massa também será ruim. Em outras palavras, as propriedades da massa produzida são controladas por ambas: quantidade e qualidade de proteína (El-Dash et. al, 1982).

A qualidade tecnológica de uma farinha pode ser determinada por meio de uma série de análises e testes instrumentais específicos (Pereira, 2002).

a) Quantidade de proteína

A quantidade protéica pode ser medida pelo processo de determinação de nitrogênio de Kjeldahl, o qual assume uma relação constante entre o nitrogênio total e os polímeros de aminoácidos os quais se ligam juntos para formar a proteína.

b) Qualidade da proteína

Outro método utilizado para a determinação da quantidade protéica é a determinação do glúten úmido ou seco contido na farinha por técnicas de lavagem. Esta técnica é baseada no fato de que os grânulos de amido que separam as proteínas são removidos, dando mais pontos de contato de modo que a proteína eventualmente coalesce e forma um material elástico conhecido por

glúten. Este teste permite a observação visual das várias características físicas do glúten, tais como a elasticidade e a cor (El-Dash et. al., 1982).

A lavagem do glúten pode ser feita manualmente ou por aparelhos como o Glutomatic, no qual, inicialmente uma quantidade de farinha é misturada a uma solução salina, obtendo-se uma massa, a qual é lavada por alguns minutos nesta solução. A massa é centrifugada e seca. A relação entre o peso da farinha e o peso da massa úmida ou seca fornece a quantidade de glúten úmido ou seco (Pereira, 2002). De acordo com a Granotec do Brasil (2000), uma boa farinha panificável deve apresentar teor de glúten úmido superior a 26% e teor de glúten seco superior a 8,5%.

A qualidade da proteína depende da habilidade das partículas do glúten da farinha em formar a sua estrutura quando a farinha é misturada com água para formar a massa.

As propriedades desta estrutura do glúten durante a fermentação e cozimento influenciam as propriedades do produto final. Ela deve ter, por exemplo, extensibilidade suficiente para se expandir sob a influência do dióxido de carbono formado durante a fermentação, dando volume ao pão, mas ele deve ter também o grau ótimo de resistência à extensão para poder reter sua forma. A resistência à extensão muito pequena resulta numa massa que não retém o CO₂ e o volume, enquanto que o excesso resulta num volume muito ruim porque a pressão do dióxido de carbono torna-se insuficiente para expandir a massa a um volume ótimo (El-Dash et al, 1982).

Os testes que avaliam as características de misturas, a hidratação da farinha e o desenvolvimento do glúten na massa são feitos em misturadores de massa com registro, tal como o farinógrafo, o mixógrafo e o reógrafo. No final da mistura da farinha, água e outros ingredientes, a massa resultante possui diferentes propriedades físicas e reológicas daquelas apresentadas pela farinha;

elas são governadas por diferenças de variedade das proteínas do trigo, assim como por fatores tecnológicos (El-Dash et al., 1982).

As propriedades de extensibilidade e resistência à extensão determinam, a capacidade da massa para a produção dos produtos finais específicos; elas podem ser testadas e avaliadas por vários métodos mecânicos, tais como o extensígrafo Brabender, o alveógrafo Chopin e o extensômetro de pesquisa Simon. Estes testes caracterizam as propriedades reológicas da massa pela medida de fatores como a extensibilidade, a resistência à extensão da massa em descanso, etc. Com base na informação obtida desses testes, a qualidade da farinha é avaliada, em termos de sua conveniência, para a produção de um produto final específico, podendo ser determinadas a quantidade de água e a necessidade do uso de agentes químicos para modificá-la (El-Dash et al., 1982).

2.10.1.1 Farinografia

O farinógrafo Brabender é um aparelho que mistura a massa numa cuba provida de dois braços em “Z”, que giram em sentido contrário. A força requerida para que estes braços misturem a massa é medida por um dinamômetro conectado a um mecanismo registrador que produz um gráfico, denominado farinograma, o qual mostra as variações ocorridas por meio do processo de mistura (Pereira, 2002).

Este aparelho fornece vários parâmetros, entre os quais a capacidade de absorção de água pela farinha e do tempo de estabilidade. Segundo El-Dash et al., (1994), os componentes da farinha que influenciam na sua capacidade de absorção de água são proteína, açúcares, quantidade de amido, quantidade de amido danificado (formado durante o processo de moagem), granulometria da farinha e as fibras. Dentre estes, o mais importante constituinte da farinha que afeta a absorção de água é o glúten, que tem a capacidade de absorver 2,8 vezes seu peso seco, enquanto que os grânulos de amido não danificados podem

absorver apenas 35% do seu peso.

Outros componentes da farinha, como celulose, hemicelulose e pentosanas, também tendem a ter uma alta capacidade de absorção, mas seu papel na farinha é limitado, devido à presença em apenas pequenas quantidades.

As farinhas mais finas têm uma área de superfície total maior, com conseqüente maior grau e capacidade de absorção, enquanto que as farinhas com tamanho da partícula maior irão expor menor área de superfície e, portanto, menor absorção (El-Dash et al., 1982). Segundo Germani (2003), uma farinha boa para a produção de pães de forma deve apresentar uma absorção de água de 60%-64%.

O tempo de estabilidade, medido em minutos, fornece alguma indicação da tolerância à mistura que a farinha apresentará, além de permitir comparar farinhas entre si, uma vez que, quanto maior o tempo de estabilidade mais forte e melhor é a farinha para panificação. Segundo Germani (2003), uma boa farinha de trigo para pães de forma deve apresentar um tempo de estabilidade superior a 7,5 minutos.

2.10.1.2 Alveografia

O alveógrafo Chopin é um aparelho que mede as propriedades viscoelásticas de uma massa, em que sob pressão constante, uma quantidade de ar suficiente para a formação de uma bolha de massa até a sua extensão total e ruptura (Germani, 2003).

A pressão da bolha é medida por um manômetro registrador, obtendo-se o alveograma, no qual é feita a leitura do teste.

Os principais parâmetros utilizados na alveografia são o P/L e W, em que o P (tenacidade) é a tradução da resistência que a massa oferece ao ser esticada, e a extensibilidade (L) é a capacidade da massa em se esticar. O trabalho, ou força, (W) é relacionado com a energia requerida para a expressão

da massa, indicando força da farinha. Para os valores de P e L, deve existir uma proporcionalidade (P/L) para, associados ao valor de W, expressarem um bom potencial de panificação (Granotec do Brasil, 2000). Segundo Germani (2003), uma farinha para a produção de pães de forma deve apresentar uma relação P/L entre 0,5-1,7 e força do glúten (W) entre 150-280 x 10⁻⁴ J.

2.10.1.3 Viscosidade da farinha por RVA

O *Rapid Visco Analyser* (RVA) é um aparelho que possui um recipiente de teste e pá agitadora, onde é agitada uma suspensão de água e farinha e, posteriormente, este recipiente é encaixado na torre do aparelho, iniciando o ciclo de medição. O equipamento é ligado a um computador que fornece as curvas de viscosidade. A capacidade de aquecimento e resfriamento linear do equipamento, associada ao estável controle de temperatura, permite monitorar cuidadosamente o cozimento do material, enquanto são registradas continuamente as mudanças na viscosidade.

À medida em que se procedem aos testes, sob alta temperatura e rotação controlada, o amido é gelatinizado, com conseqüente aumento na viscosidade, podendo-se verificar sua estabilidade nestas condições. O resfriamento subsequente fornece uma indicação do setback (ganho de viscosidade) durante a gelificação. Dentre os parâmetros que podem ser determinados, têm-se: temperatura de pasta, viscosidade máxima, tempo de viscosidade máxima, temperatura na viscosidade máxima, breakdown, setback e viscosidade final no resfriamento.

A viscosidade da farinha é influenciada pela ação combinada da quantidade de amido danificado e não danificado e das enzimas alfa-amilases; a quantidade de amido danificado é afetada pelas condições do processamento durante a moagem, sendo a atividade de alfa-amilase afetada pelas condições que prevalecem durante a estocagem (El-Dash et al., 1982).

2.10.1.4 Número de queda (“Falling-number”)

Esta análise indica o efeito da alfa-amilase, sua atividade e também as propriedades do amido da farinha durante o processo de aquecimento. A presença dessa enzima em alta quantidade indica que os grãos, mesmo não estando visivelmente alterados, iniciaram o estágio de germinação, devido à umidade excessiva do ambiente durante a colheita e ou estocagem (Germani, 2003).

A alfa-amilase atua, principalmente, sobre o amido gelatinizado, o que ocorre com o aquecimento da farinha em presença de água. Sua ação prossegue até que se atinja a temperatura de inativação da enzima. A gelatinização do amido faz aumentar a consistência ou viscosidade de uma suspensão de farinha. Por outro lado, a ação da enzima, quebrando as longas cadeias do amido, tende a baixar a viscosidade. Baseados neste fato, desenvolveram-se testes para avaliar a concentração de alfa-amilase em farinhas, embora estes testes não permitam quantificar a enzima, mas permitem comparar diferentes farinhas e separar aquelas que apresentam níveis adequados de enzima para serem usadas em panificação (Germani, 2003).

O “falling-number” é um aparelho padronizado para medir o tempo que leva um objeto para se deslocar, sob a ação da gravidade, por meio de uma suspensão de farinha gelatinizada, sendo liquefeita pela ação da enzima existente naquela amostra. O tempo será tanto maior quanto mais alta a viscosidade da suspensão, ou seja, quanto menor a quantidade de enzima.

O amido presente na massa tem como uma das funções absorver a água liberada pela coagulação das proteínas durante o cozimento do pão e, após o resfriamento, dá sustentação à estrutura rígida porosa do pão. A verificação da atividade da enzima alfa-amilase se dá no fato que o excesso desta provoca grande destruição do amido, que deixa de absorver água liberada pela coagulação das proteínas, deixando o miolo gomoso, e também produzindo

muito açúcar, devido a sua sacarificação, deixando o miolo escuro, em decorrência da caramelização (Germani, 2003).

2.10.1.5 Teor de cinza

As cinzas, constituídas pelos sais minerais presentes no grão ou na farinha, são o resíduo inorgânico obtido após a incineração ou a calcinação do material. Os minerais concentram-se nas camadas mais externas do grão e, por isso, o teor de cinza do grão é mais elevado que o da farinha branca, já que essas camadas são retiradas na moagem. O grau de extração influencia fortemente o teor de cinzas de uma farinha; aquela que contiver maior grau de extração e, portanto, maior quantidade de farelo incorporado, apresentará teor de cinza mais alto (Germani, 2003).

No Brasil, o teor de cinza é utilizado como critério para diferenciar os dois tipos de farinha existentes no mercado. Segundo a Anvisa (1996) a farinha especial deve ter, no máximo, 0,65% de cinzas (base seca) e a farinha comum, até 1,35% (base seca).

2.10.1.6 Cor da farinha

A cor da farinha é um aspecto ao qual o consumidor dá bastante importância, preferindo as farinhas mais brancas, embora nem sempre a mais branca seja a de melhor qualidade. A cor depende de vários fatores. Alguns são intrínsecos ao tipo de trigo e são transmitidos à farinha, como o teor de pigmentos, como, por exemplo, tem-se a semolina de trigo durum, que é naturalmente amarelada, pois tem mais pigmentos no endosperma. Se a farinha contiver oxidantes naturais, com o passar do tempo ela poderá se tornar mais clara. Quando a cor é influenciada por fatores externos, como a moagem, ela pode ser usada como critério de qualidade da farinha. As farinhas que têm maior grau de extração, ou seja, têm maior quantidade de partículas de farelo

incorporadas, apresentam cor mais escura, maior teor de cinza e fibra e costuma ter qualidade tecnológica inferior às farinhas mais brancas (Germani, 2003).

A determinação de cor pode ser feita por meio da utilização do colorímetro *Kent-Jones & Martin*, pelo qual mede-se a reflectância de uma pasta de farinha e água (esta pasta elimina a influência do tamanho das partículas) com uma fonte de luz na banda verde (comprimento de onda que minimiza a interferência dos eventuais amarelos) do espectro luminoso. Outra maneira de se medir a cor é pela utilização do colorímetro Minolta, que utiliza o princípio do colorímetro de três estímulos desenvolvido por *Hunter*, que caracteriza a cor com mais detalhes.

2.11 Análise sensorial

A análise sensorial é, hoje, uma disciplina desenvolvida, com seus métodos aplicados em indústrias de produtos de consumo de várias áreas. A competição entre indústrias por parcela de mercado leva a uma necessidade de aperfeiçoamento da qualidade de seus produtos. As técnicas da análise sensorial têm grande aplicação nesse processo (Chaves & Sproesser, 1993). Por estes motivos e para comparar um mesmo produto com formulações diferentes, utilizamos neste trabalho, o teste de aceitação, com uso da escala hedônica. A aplicação deste teste é resumidamente comentada, a seguir.

2.11.1 Teste de aceitação – Uso da escala hedônica

Os testes afetivos têm como objetivo medir atitudes subjetivas como aceitação ou preferência de produtos, de forma individual ou em relação a outros. No entanto, nem sempre um produto que é preferido em relação a outro é o mais consumido, já que a aceitação é dependente de fatores, tais como preço, qualidade nutricional, disponibilidade e propaganda, dentre outros. Aceitação aqui se refere à expectativa de uso efetivo do produto, isto é, à disposição do

consumidor de comprar e consumir o produto. Assim, um produto pode ser preferido a outro em um teste de preferência e nenhum dos dois ter boa aceitação. Os métodos mais empregados para medida da aceitação de produtos são as diversas formas de escala, como a hedônica e a de atitude (FACT) (Chaves & Sproesser, 1993).

Na escala hedônica, o provador expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente, com base nos atributos gosta e desgosta. A preferência é implícita neste caso. Há diferentes tipos de escala hedônica, como as verbais: gosta extremamente/desgosta extremamente, excelente/péssimo e a escala hedônica facial. Nas escalas do tipo verbal, a escolha das palavras ou frases que vão identificar os intervalos na escala é de grande importância, uma vez que essa associação verbal não somente deverá dar uma idéia de ordem sucessiva dos intervalos na escala, como também facilitar a decisão do provador em suas respostas. Os pontos da escala são associados a valores numéricos, possibilitando a análise estatística dos resultados por meio da análise de variância e de outras técnicas (Chaves & Sproesser, 1993).

2.11.2 Avaliação da qualidade dos pães

Em geral, diz-se que um pão é bom quando tem boa aparência e gosto agradável. No entanto, essa avaliação é subjetiva, ou seja, depende da pessoa que a faz. Em termos de pesquisa, é preciso que se faça um julgamento mais detalhado e imparcial, no qual se observam as principais características dos pães produzidos (El-Dash et al., 1982).

Segundo El-Dash (1982), a qualidade do pão é normalmente avaliada levando-se em consideração as características externas e internas, o aroma e o gosto do pão.

2.11.2.1 Características externas

As características externas do pão usualmente avaliadas são: volume, cor da crosta, quebra, simetria e características da crosta.

a) Volume

O volume do pão é de grande importância na determinação da qualidade porque ele é afetado por vários fatores ligados à qualidade dos ingredientes usados na formulação da massa, especialmente a farinha, e dos tratamentos empregados durante o processamento (El-Dash et al., 1982).

b) Cor da crosta

A cor da crosta é afetada pelo conteúdo de açúcar, o conteúdo de alfa e beta-amilase e também pelas condições do processamento, como o tempo de fermentação e o tempo e a temperatura de cozimento. A cor do pão é função da reação não enzimática entre os açúcares redutores e os grupos amino primários durante o cozimento (El-Dash et al., 1982). A cor da crosta deve ser dourada, brilhante e o mais homogênea possível.

c) Quebra

Durante o cozimento no forno, os gases e o vapor de água desenvolvidos dentro da massa causam um crescimento repentino o que resulta na abertura das partes laterais da massa chamada de quebra que é desejável porque ela contribui para a aparência do pão.

d) Simetria

Um pão não simétrico indica manuseio e processamento inadequados. Se a massa for muito dura (baixo conteúdo de água), com mistura e fermentação

inadequadas, atividade diastática insuficiente ou manuseio grosseiro, provavelmente, terá as laterais encolhidas e as extremidades pequenas.

2.11.2.2 Características internas

As características internas da massa normalmente avaliadas são: características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula do miolo e textura ou maciez.

a) Características da crosta

Uma crosta boa deve ser fina e não dura ou borrachenta. A presença de crosta grossa é atribuída ao açúcar ou a enzimas amilases insuficientes, baixa umidade durante a fermentação e baixa temperatura do forno. A falta de gordura causa crosta dura, borrachenta (El-Dash et al., 1982).

b) Cor do miolo

A cor do miolo do pão integral deve ter tom amarronzado (de acordo com a quantidade de farinha integral utilizada na receita ou mesmo do seu grau de extração), sem estrias ou mancho. Ela é influenciada pelo grau de extração da farinha, pela cor do endosperma do trigo e pela granulidade do miolo.

Uma farinha de extração mais alta tem uma cor mais escura devido à presença de partículas da casca; também, quanto mais fina for a granulidade mais brilhante será a cor. A mistura, o tempo de descanso e o de fermentação tem uma certa influência na cor do miolo, já que estes fatores afetam a granulidade (El-Dash et al., 1982).

c) Estrutura da célula do miolo

A qualidade da farinha e a fermentação são os fatores mais importantes que afetam a estrutura da célula do miolo. Isto inclui o tamanho, forma a natureza da parede da célula do miolo.

O miolo do pão pode ter granulidade aberta (células grandes) ou fechada (células pequenas) ou uma combinação delas. As células podem ser redondas ou alongadas, sendo esta última preferível. As paredes grossas são características das células de granulidade fina, enquanto que células de parede finas são encontradas em granulidade grosseiras e abertas. As células abertas de parede fina indicam um glúten fraco ou não desenvolvido, enquanto que buracos podem ser devido à fermentação e à moldagem inadequadas ou ao fermento de baixa qualidade ou contaminado (El-Dash, et al., 1982).

2.11.2.3 Aroma e gosto

O pão deve ter um aroma delicado e típico dos produtos de panificação, isento de odores estranhos, tais como ranço, azedo, mofo ou outros. O gosto do pão deve ser levemente doce e ácido, devendo ser isento de sabores remanescentes ou estranhos. A falta de sal pode tornar o pão muito insípido, enquanto que o excesso de fermentação tende a dar um sabor ácido.

2.12 Microbiologia de cereais, farinhas e produtos panificados

A microbiota do trigo, do centeio, do milho e de outros produtos relacionados é formada pela do solo, do ambiente no qual são armazenados, além daquela adquirida durante o processamento. Como a atividade de água desses produtos é baixa, mesmo o alto teor protéico e de carboidratos não será suficiente para permitir o bom crescimento bacteriano. Nos casos da farinha, os agentes branqueadores auxiliam na redução da carga microbiana. No entanto, quando há condições para o desenvolvimento microbiano, bactérias do gênero

Bacillus e os bolores são os primeiros a se desenvolverem. Alguns microrganismos aeróbios formadores de esporos, como os *Bacillus*, são produtores de amilase, o que permite que se utilizem farinhas e derivados como fonte de energia, desde que a umidade seja suficiente. Com atividade de água menor, há crescimento de bolores com o aparecimento típico do micélio e formação de esporos. Entre esses bolores, *Rhizopus* spp é comum, podendo ser reconhecido devido à cor preta de seus esporos. Bactérias lácticas são as principais deteriorantes de produtos de massa, inclusive massa para pizzas (Franco & Landgraf, 1996).

Os produtos de panificação, manuseados de maneira adequada, são menos susceptíveis ao ataque por microrganismos patogênicos, uma vez que apresentam média umidade. O armazenamento desses produtos em atmosfera com baixa umidade dificulta o crescimento dos bolores. Esse tipo de deterioração, quando ocorre, é causado pelo armazenamento em umidade elevada ou pela embalagem do produto ainda quente. A massa de pão caseiro pode apresentar uma alteração conhecida como *ropiness*, causada por certas cepas de *Bacillus subtilis*, na qual ocorre um aumento da viscosidade, conferindo à massa um aspecto de corda. A fonte dessa bactéria é a farinha, sendo o seu crescimento favorecido pela manutenção da massa em temperatura favorável (Franco & Landgraf, 1996).

A seguir são comentados resumidamente, os microrganismos indicadores da qualidade higiênico-sanitária de grãos de cereais, farinhas e pães, segundo a Anvisa (2001).

a) Coliformes totais

Os coliformes totais são compostos por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capazes de fermentar a lactose com produção de gás,

quando incubados a 35-37°C, por 48 horas. São bacilos gram-negativos e não formadores de esporos.

Fazem parte deste grupo predominantemente, bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Destes apenas a *Escherichia coli* tem como hábitat primário o trato intestinal do homem e de animais. Os demais - *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* – além de serem encontrados nas fezes, também estão presentes em outros ambientes como vegetais e solo, onde persistem por tempo superior ao de bactérias patogênicas de origem intestinal, como *Salmonella* e *Shigella*. Conseqüentemente, a presença de coliformes totais no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (Franco & Landgraf, 1996).

b) Coliformes termotolerantes

As bactérias pertencentes a este grupo correspondem aos coliformes totais, e apresentam a capacidade de continuar fermentando a lactose com produção de gás, quando incubadas à temperatura de 44-45,5 °C. Nessas condições, ao redor de 90% das culturas de *E. coli* são positivas, enquanto entre os demais gêneros, apenas algumas cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella* mantêm essa característica.

A pesquisa de coliformes fecais ou de *E. coli* nos alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto e melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos.

Em alimentos vegetais frescos, o único indicador válido de contaminação fecal é a *E. coli*, uma vez que os demais indicadores de contaminação fecal são encontrados naturalmente nesse tipo de alimento. Em alimentos frescos de origem animal, a ocorrência de números elevados de *Enterobacteriaceae* pode indicar manipulação sem cuidados de higiene e ou armazenamento inadequado.

Em alimentos processados, a presença de um número considerável de coliformes ou de *Enterobacteriaceae* indica:

- processamento inadequado e ou recontaminação pós-processamento, sendo as causas mais freqüentes aquelas provenientes da matéria-prima, equipamento sujo ou manipulação sem cuidados de higiene;
- proliferação microbiana que poderia permitir a multiplicação de microrganismos patogênicos e toxigênicos (Franco & Landgraf, 1996).

c) *Bacillus cereus*

As bactérias do gênero *Bacillus* caracterizam-se por uma intensa atividade metabólica, já que produzem enzimas que degradam muitos substratos orgânicos. O *Bacillus cereus* é um bacilo gram-positivo grande, mesófilo, com flagelos peritríquios e produtor de esporos. Multiplica-se bem entre 10°C e 48°C e pH de 4,9 a 9,3 com atividade de água mínima necessária para seu crescimento de 0,95. É encontrado largamente distribuído na natureza, sendo o solo o seu reservatório natural. Por esta razão contamina facilmente alimentos como vegetais, cereais, condimentos, etc. Pode ainda ser encontrado na superfície de carne bovina, suína e de frango, certamente devido à contaminação com solo. Pode causar gastroenterite, ocasionando diarreia intensa, vômitos, náuseas e dores abdominais. Como medida de controle, o tratamento térmico, pelo cozimento em vapor sob pressão, a fritura e o assar em forno quente destroem tanto células vegetativas quanto esporos (Franco & Landgraf, 1996). O uso de sanitizantes como o cloro residual livre é eficiente na eliminação da bactéria. Em um trabalho realizado com suspensões de *B. cereus* contendo 3×10^7 UFC/ml, foi necessária a concentração de 200 mg/l de cloro residual para destruir os esporos em 20 minutos (Andrade, 1996).

d) Salmonella

A *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e compreende bacilos gram-negativos não produtores de esporos. O pH ótimo de crescimento é em torno de 7,0 e a temperatura entre 5°C e 47°C. É amplamente encontradas distribuídas na natureza, sendo o trato intestinal do homem e de animais o principal reservatório natural. No entanto, inúmeros surtos de toxinfecção alimentar causados por *Salmonella* são conhecidos, envolvendo os mais variados tipos de alimentos, que vão de carnes em geral, passando por leites crus, queijos e ovos (e seus produtos derivados). As doenças causadas por *Salmonella* são: febre tifóide, febres entéricas e as enterocolites (ou salmoneloses), com sintomas de febre alta, diarreia, vômitos, dores abdominais e septicemia (multiplicação da *Salmonella* no sangue). O calor é uma forma eficiente para a destruição de salmonelas nos alimentos, embora a composição do alimento onde a salmonela está possa torna-lá muito mais resistente ao tratamento térmico (Franco & Landgraf, 1996).

d) Fungos filamentosos e leveduras

Os fungos são indesejáveis nos alimentos porque são capazes de produzir uma grande variedade de enzimas que, agindo sobre os alimentos, provocam a sua deterioração. Além disso, muitos fungos podem produzir metabólitos tóxicos quando estão se multiplicando nos alimentos. Estes metabólitos recebem a denominação genérica de “micotoxinas” e correspondem a produtos metabólitos secundários que, quando ingeridos com os alimentos, causam alterações biológicas prejudiciais tanto no homem como nos animais (micotoxicoses).

A estrutura básica dos fungos filamentosos é formada por filamentos denominados hifas que, em conjunto formam o micélio. Este último tem as funções de: promover a fixação do fungo filamentoso ao substrato (micélio

vegetativo) e promover a reprodução, através da produção de esporos (micélio reprodutivo). O micélio também é responsável pelo aspecto característico das colônias que formam. Estas colônias podem ter um aspecto cotonoso, ser secas, úmidas, compactas, aveludadas, gelatinosas, com variadas colorações. Alguns dos principais gêneros de fungos filamentosos encontrados em grãos de cereais e pães são: *Cladosporium*, *Aspergillus* (algumas espécies produzem micotoxinas), *Penicillium*, *Claviceps* e *Eurotium*, entre outros (Franco & Landgraf, 1996).

As leveduras podem ser definidas como fungos cuja forma predominante é unicelular. Podem ser esféricas, ovóides, cilíndricas ou triangulares. De modo geral, as leveduras requerem menos umidade que a maioria das bactérias e mais umidade que a maioria dos fungos filamentosos. Sua temperatura ideal de crescimento varia entre 25°C e 30°C, e favorecido pelo pH ácido. Açúcares são a melhor fonte de energia, embora leveduras oxidativas sejam capazes de oxidar ácidos orgânicos e álcool. As leveduras mais comuns em grãos de cereais e pães são *Cryptococcus*, *Torulospora* e *Trichosporon*, entre outras (Franco & Landgraf, 1996). Como medidas de controle na tentativa de eliminar ou reduzir a presença de fungos pode-se citar: boas práticas de higiene, consumo de produtos o mais frescos possível, eliminação ou redução do contato do alimento com o ar (por meio do uso de embalagens) e uso de conservantes químicos como benzoatos ou sorbatos na produção do pão.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Grãos e Cereais, de Produtos Vegetais e de Microbiologia de Alimentos, os três pertencentes ao Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, no Laboratório de Reologia e Moagem da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ e no Centro Técnico de Panificação do Moinho Sul Mineiro, Varginha, MG.

O experimento consistiu na substituição parcial da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, na massa do pão integral, apresentando os seguintes tratamentos: 0% - 50% - 50%; 3% - 47% - 50%; 6% - 44% - 50%; 9% - 41% - 50% e 12% - 39% - 50%, de farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e farinha de trigo integral, respectivamente.

O limite de substituição da farinha branca pela de casca de batata, foi determinado por meio de pré-testes e também baseado na literatura sobre farinhas mistas na produção de pães em geral.

3.1 Material

3.1.1 Obtenção das matérias-primas

Casca de batata – as cascas de batata foram recolhidas em três locais: 1) Restaurante Universitário da Universidade Federal de Lavras; 2) cozinha Industrial da Sodexo (restaurante terceirizado pela Walita), dentro da unidade da Walita-Phillips e 3) Indústria e Comércio de Batata Chips Nippon. Os dois últimos localizados na cidade de Varginha, MG.

As cascas de batata foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas em geladeira ($\pm 16^{\circ}\text{C}$) por um período máximo de 24 horas e

assim transportadas até o Laboratório de Grão e Cereais da UFLA, para que fosse produzida a farinha de casca de batata. As cascas de batata utilizadas neste trabalho foram, predominantemente, das variedades Bintje e Monalisa.

Farinha de trigo branca e farinha de trigo Integral – foram fornecidas pelo Moinho Sul Mineiro, Varginha, MG, em sacos fechados de 30kg de cada farinha.

Sal, açúcar mascavo e gordura vegetal - foram adquiridos do comércio local.

Reforçador - foi utilizado um reforçador comercial para farinha de trigo, a base de carbonato de cálcio, estabilizante estearoil-2-lactil lactato de cálcio, polisorbato 80, ácido ascórbico e enzima alfa-amilase.

Água – água potável.

3.1.2 Obtenção da farinha de casca de batata

As cascas de batatas foram lavadas em água corrente, a fim de que fossem retiradas sujeiras e impurezas, e mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 20 ppm, por 10 minutos. Em seguida, retirou-se o excesso de umidade, com o auxílio de um tecido de algodão alvejado. A matéria-prima, então, foi acondicionada e uniformemente distribuída em camada fina em bandeja plástica, e colocada em estufa com circulação de ar a 55°C, por 48 horas. Este período foi suficiente para que a casca apresentasse condições de umidade próprias para ser moída. Depois de secas, foram trituradas em moinho de faca, com peneira de 20 mesh, para se obter uma granulometria fina, podendo assim ser utilizada nas formulações dos pães. Depois de produzida, esta farinha foi homogeneizada e acondicionada em sacos plásticos e estocadas em local seco, arejado à temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$). O fluxograma de produção de farinha de casca de batata encontra-se Figura 1.

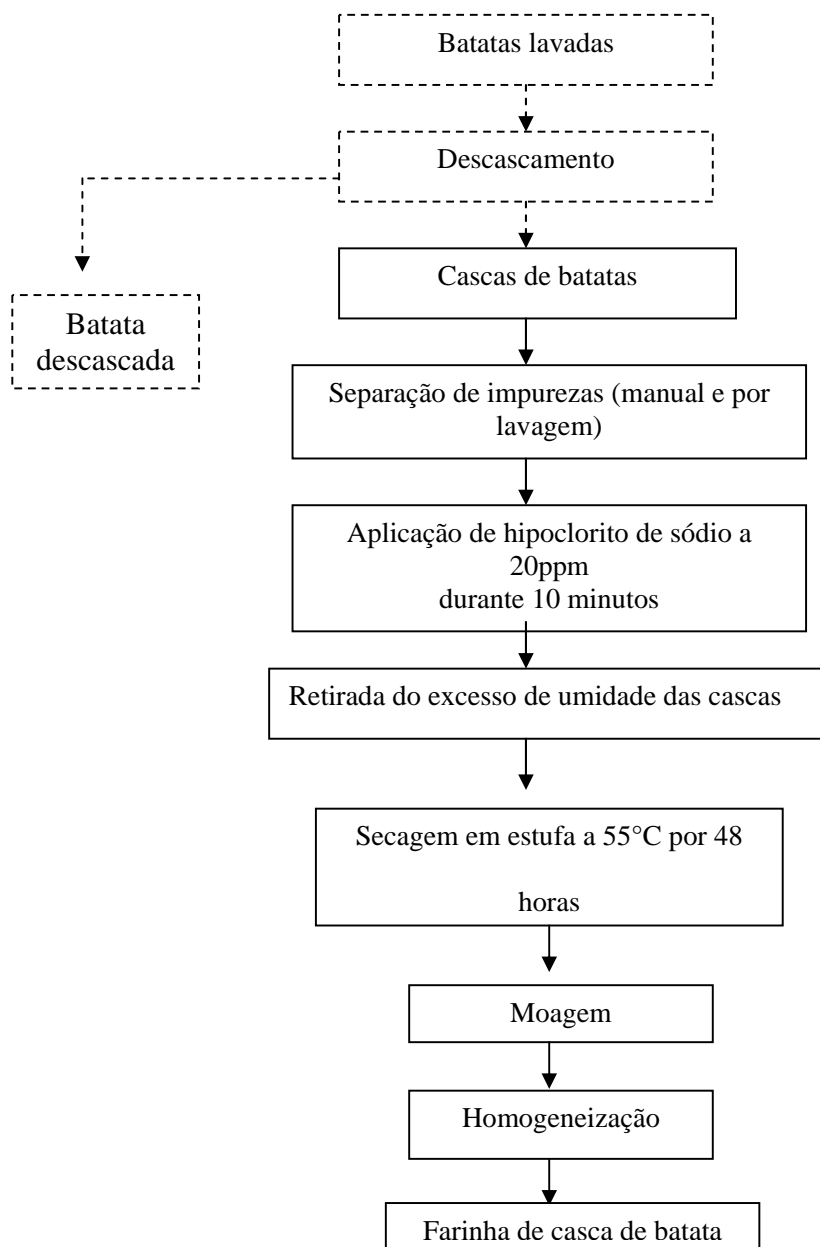


FIGURA 1 Fluxograma de obtenção de farinha de casca de batata

3.1.3 Produção do pão integral

A formulação base do pão integral utilizada neste experimento foi obtida do Centro Técnico de Panificação do Moinho Sul Mineiro, Varginha, MG e são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 Formulação dos pães integrais (Moinho Sul Mineiro, 2005).

Ingredientes	Quantidades (g)	Porcentagens (%)
Farinha de trigo branca	1000	50
Farinha de trigo integral	1000	50
Farinha de casca de batata	0, 30, 60, 90, 120	0, 3, 6, 9, 12
Sal refinado iodado	40	2,0
Açúcar mascavo	40	2,0
Gordura vegetal	40	2,0
Fermento biológico	60	3,0
Água	± 1100	± 60
Reforçador de massa	60	1,0

Os pães integrais foram produzidos, primeiramente, separando-se e pesando-se as farinhas, de acordo com cada substituição proposta de farinha de trigo branca por farinha de casca de batata. Depois de feito isso, a farinha mista (2000 gramas) foi colocada na masseira a 40rpm, misturando-se com os demais ingredientes: sal (40 gramas), açúcar mascavo (40 gramas), gordura vegetal (40 gramas), melhorador (20 gramas) e fermento biológico (60 gramas). Adicionou-se, aos poucos, a água gelada (± 1100 ml) até dar o ponto ideal da massa. Em seguida, bateu-se a massa a 120 rpm, até o ponto de véu (ponto ideal de

desenvolvimento do glúten). A massa foi dividida e cortada em pedaços de 550 gramas, boleada, modelada e colocada em formas retangulares de 22x9x11 cm sem tampa, levada à câmara de fermentação, estabilizada a 37°C e 90% de umidade relativa, por aproximadamente 60 minutos. Em seguida, foi submetida ao forneamento, em forno turbo a 170°C sem vapor (temperatura já estabilizada) por aproximadamente, 35 minutos. Passada a etapa de produção, os pães foram, então, resfriados em temperatura ambiente por 6 horas e embalados em sacos de polietileno (próprios para pães de forma).

Os pães de cada tratamento foram submetidos a análises físico-químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais.

O fluxograma de produção dos pães encontra-se na Figura 2.

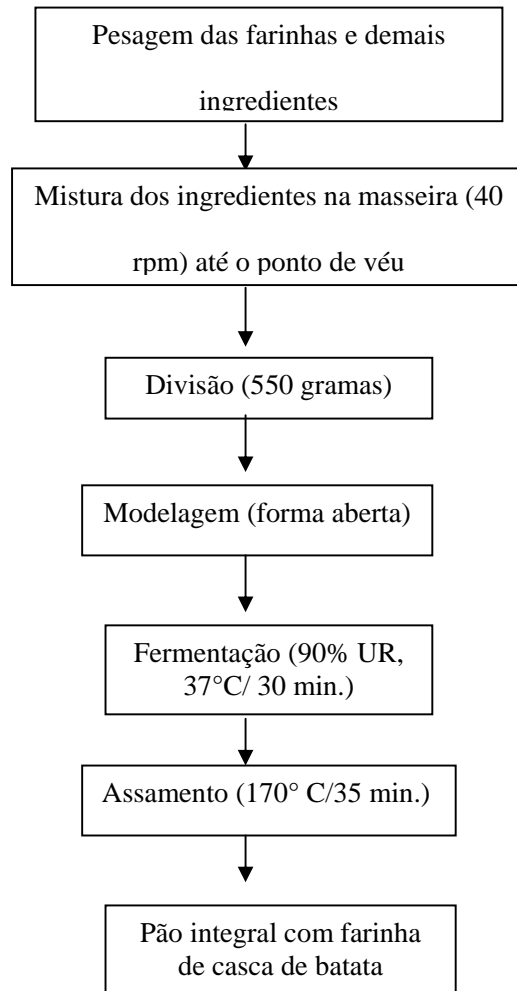


FIGURA 2 Fluxograma de produção dos pães de forma integrais

3.2 Análises da farinha de casca de batata

3.2.1 Análise físico-químicas

3.2.1.1 Umidade

A umidade foi determinada por meio de secagem em estufa a 105°C até obter peso constante das amostras, conforme método n° 925.09 da AOAC (2000). O resultado foi expresso em porcentagem de umidade na amostra.

3.2.1.2 Extrato etéreo

O método utilizado para o extrato etéreo foi o de extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, usando solvente orgânico (éter etílico), segundo metodologia n° 925.38 da AOAC (2000). O resultado foi expresso em porcentagem de extrato etéreo na matéria seca.

3.2.1.3 Proteína bruta

A fração protéica foi determinada pelo método de Micro-Kjeldahl n° 920.87 da AOAC (2000), no qual o nitrogênio presente na amostra é transformado em amônio (NH₄) que é, posteriormente, separado por destilação e depois quantificado por titulação do destilado. O nitrogênio protéico da amostra, multiplicado pelo fator de conversão 6,25, correspondeu ao percentual das amostras, sendo o resultado expresso em porcentagem de proteína bruta na matéria seca.

3.2.1.4 Fibra bruta

Foi utilizado o método gravimétrico após a digestão em meio ácido, segundo metodologia descrita por Van de Kamer & Van Ginkel (1952). O resultado foi expresso em porcentagem de fibra bruta na matéria seca.

3.2.1.5 Cinzas

O método, nº 923.03 da AOAC (2000), baseia-se na determinação da perda de peso do material submetido à incineração a 550°C em mufla, por um período suficiente para queima de toda matéria orgânica. O resultado foi expresso em porcentagem de cinzas na matéria seca.

3.2.1.6 Fração glicídica (carboidratos)

O método utilizado foi o cálculo por diferença segundo a equação:
 $\% \text{ F.G.} = 100 - (U + \text{EE} + P + F + C)$, sendo FG = fração glicídica (%), U = umidade, EE = extrato etéreo (%); P = proteína (%); F = fibra bruta (%) e C = cinzas (%), considerando a matéria integral, segundo método da AOAC (1990).

3.2.1.7 Valor calórico

Foram utilizados fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g para proteína, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídeos, de acordo com a equação:

$VC = (\% \text{ proteína} \times 4,0) + (\% \text{ extrato etéreo} \times 9,0) + (\% \text{ carboidratos} \times 4,0)$, conforme Osborne & Voogt (1978).

3.2.1.8 Amido

O amido foi extraído por hidrólise ácida, segundo técnica da AOAC (1990) e identificado pelo método de Somogy, modificado por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em g/100g matéria seca.

3.2.1.9 pH

Foi preparado um extrato com 5g de amostra em 50 ml de água destilada e, após 10 minutos de agitação em agitador magnético, determinou-se o pH, fazendo-se a leitura do líquido sobrenadante em pHmetro digital, conforme

metodologia descrita por Cecchi (2003).

3.2.1.10 Acidez titulável

A análise foi feita aproveitando-se o mesmo material do pH, conforme descrito por Cecchi (2003). A mistura foi agitada, utilizando-se agitador magnético, enquanto o NaOH (0,1 N) era adicionado até pH 8,3. O resultado foi expresso em miliequivalentes da base por cem gramas da amostra na base seca

$$\text{Acidez titulável} = (\text{meq} \times \text{fator de correção} \times 100) / \text{amostra (g)}$$

3.2.1.11 Minerais

A determinação dos minerais (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês, zinco e ferro) seguiu a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.2.1.12 Glicoalcalóides

A determinação de glicoalcalóides foi realizada com base no método de nº 159 do Nordic Committee on Food Analysis (NMKL) (1997). A técnica utilizada foi a de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), na qual se utilizou sistema cromatográfico Waters Alliance 2695, equipado com injetor automático, forno e controlador de forno, detector de UV Waters 2487. As condições cromatográficas foram: fluxo de $1,5\text{mL}/\text{min}^{-1}$, coluna Phenomenex – Nucleosil C₁₈ (250x4,6mm 5 μm), $\lambda=202\text{nm}$, volume de injeção 20 μL e temperatura de forno 40°C. O resultado foi expresso em mg de glicoalcalóides totais por kg de farinha de casca de batata.

3.2.2 Análises físicas das farinhas de casca de batata, farinha de trigo branca e integral

3.2.2.1 Determinação da cor das farinhas

A determinação de cor foi realizada com o aparelho colorímetro marca Minolta, modelo Chroma meter CR-3000, sistema L*a*b Color Space, por reflectância. Os parâmetros de cor, medidos em relação à placa de cor branca (L = 92,4; a = 0,3162; b = 0,3326) foram: luminosidade (L) = (0 = cor preta a 100 = cor branco); a = variando da cor verde (-60,00) a vermelha (+60,0); b = variando da cor azul (-60,0) a amarela (+ 60,0). O cálculo para expressar a diferença de cor foi obtido por meio da equação 1

$$\text{Equação 1: } \Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$$

em que:

ΔE^* = valor para diferença de cor;

ΔL^* = diferença entre a leitura L do padrão branco e a leitura L da amostra;

Δa^* = diferença entre a leitura padrão a do branco e a leitura a da amostra;

Δb^* = diferença entre a leitura b do padrão branco e a leitura b da amostra.

3.2.2.2 Granulometria das farinhas

Foram pesados 100g da amostra e colocados na parte superior do conjunto de peneiras do aparelho agitador Granutest, com: 40, 60, 80, 100, 120, 140, 170 “mesh Tyler” (abertura de 0,425, 0,250, 0,180, 0,150, 0,125, 0,106 e 0,075 mm, respectivamente) e a base. O tempo adotado para teste foi de 10 minutos e a velocidade de agitação ajustada para máxima. As frações retidas em cada peneira foram pesadas, fornecendo as percentagens do produto em cada faixa de granulometria, conforme WARD, et al., (1979).

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

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

O teste consistiu em lavar uma pequena quantidade de farinha e solução de cloreto de sódio a 2%, em aparelho automático Glutomatic com centrífuga e Glutork, de acordo com a metodologia nº 38-12 da AACC (1995). Foram pesados 10g de amostra e colocados na cuba do aparelho Glutomatic para lavagem. Depois, colocou-se o glúten lavado no suporte para centrifugação. Pesaram-se separadamente, a fração retida (valor A) e a fração que passou (valor B) pela tela do suporte. Pela seguinte equação, obteve-se o teor de glúten úmido:

$$\text{Glúten úmido (\%)} = (A+B) \times 10$$

$$\text{Índice de glúten} = \frac{A}{(A+B)} \times 100$$

O glúten seco foi determinado da seguinte maneira: colocou-se o glúten úmido entre as chapas de aquecimento do aparelho Glutork e após determinado tempo pesou-se o material seco (valor C). Por meio das seguintes equações, foram obtidos o teor de glúten seco e o índice de glúten:

$$\text{Glúten seco} = C \times 10$$

Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.3.2 Farinografia

Para determinar as características da massa durante a mistura, foi utilizado o farinógrafo Brabender, seguindo a metodologia de nº54-21 da AACC (1995)

Foram analisados os seguintes parâmetros: absorção de água (ABS) com resultados expressos em porcentagem (%) de absorção e o tempo de estabilidade (EST), expresso em minutos.

3.2.3.3 Alveografia

Para se determinar certas propriedades viscoelásticas de uma massa elaborada a partir de farinha de trigo e solução salina, foi utilizado o Alveógrafo Chopin, seguindo-se a metodologia 54-30A da AACC (1995).

A absorção de água usada nas massas não seguiu a metodologia de análise para uma farinha de trigo (absorção constante da massa de 50% para uma farinha com 15% de umidade), pois havia a presença de farinha de casca de batata em porcentagens diferentes, o que implicava na alteração da absorção de cada uma das massas. Portanto, foi usada a absorção obtida por farinografia e os cálculos foram corrigidos para alveografia. Após obter as cinco curvas no gráfico e com o auxílio de uma régua própria do alveógrafo, foram analisados os seguintes parâmetros: “L”, ou extensibilidade, representado no gráfico pelo comprimento da curva, “P”, ou pressão máxima de ruptura, também designada por tenacidade limite e representado no gráfico pela altura da curva e, por fim, o W, (força geral do glúten) multiplicado por uma constante do aparelho. Os resultados foram expressos em: o resultado obtido de $W \times 10^4$ J e mmH₂O/mm para P/L.

3.2.3.4 Viscosidade aparente de pasta

Para a determinação da viscosidade aparente de pasta foi utilizado o Analisador Rápido de Viscosidade (*Rapid Viscosity Analyser*, RVA), seguindo-se a metodologia de nº 162 da ICC (1995). As farinhas mistas com 0%, 3%, 6%, 9% e 12% de farinha de casca de batata tiveram seus pesos ajustados em 3,96 g, 3,97 g, 3,97 g, 3,95 g e 3,96 g, respectivamente, de acordo com o teor de umidade de cada amostra. Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura de gelatinização, pico de viscosidade máxima, “breackdown”, viscosidade mínima na fase constante, “setback” e viscosidade final no resfriamento.

3.2.3.5 Número de queda (“falling number”)

Para a determinação do número de queda, ou seja, a atividade da enzima alfa-amilase, foi utilizado o aparelho “Falling-number”, de acordo com os métodos nº 56-81B da AACC (1995).

O resultado foi expresso em segundos, sendo que, quanto maior o tempo, mais alta a viscosidade da suspensão, e menor a quantidade de enzima.

3.3 Análises nos pães

3.3.1 Análises físico-químicas

3.3.1.1 Umidade

Similar ao descrito no item 3.2.1.1

3.3.1.2 Extrato etéreo

Similar ao descrito no item 3.2.1.2

3.3.1.3 Proteína bruta

Similar ao descrito no item 3.2.1.3

3.3.1.4 Fibra Bruta

Similar ao descrito no item 3.2.1.4

3.3.1.5 Cinzas

Similar ao descrito no item 3.2.1.5

3.3.1.6 Fração glicídica (extrato não nitrogenado)

Similar ao descrito no item 3.2.1.6

3.3.1.7 Valor calórico

Similar ao descrito no item 3.2.1.7

3.3.1.8 Amido

Similar ao descrito no item 3.2.1.8

3.3.1.9 pH

Similar ao descrito no item 3.2.1.9

3.3.1.10 Acidez titulável

Similar ao descrito no item 3.2.1.10

3.3.2 Análises físicas

3.3.2.1 Determinação da cor dos pães

Similar ao descrito no item 3.2.2.1

3.3.2.2 Volume dos pães

O volume dos pães foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço. As sementes foram colocadas em um recipiente retangular de volume conhecido e o volume dos pães foi obtido por meio da diferença do volume de sementes de painço do recipiente com e sem o pão.

O volume específico foi obtido dividindo-se o volume dos pães pela massa:

$$\text{Equação 2: } VE = \frac{V}{M}$$

Sendo VE = volume específico, V = volume, M= massa

O resultado foi expresso em cm^3 para o volume dos pães e o volume específico em cm^3/g

3.3.2.3 Textura dos pães

Os pães utilizados para análise de textura foram fatiados e adequadamente embalados em sacos plásticos de polietileno comum e armazenados em laboratório, em local seco, arejado e longe de fonte de calor, com temperatura que variou de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ (mínima) a $28 \pm 1^\circ\text{C}$ (máxima) e sem umidade controlada, durante cinco dias, que é o tempo médio de vida de prateleira do pão integral. As análises foram iniciadas no 1º dia de armazenamento e prosseguiram no 3º e 5º dias. As condições de armazenamento buscaram simular o mais próximo possível as encontradas em prateleiras de supermercados e padarias.

Para a determinação de textura foi utilizado o texturômetro TA. XT2 (Stable Micro Systems, UK), avaliando-se apenas o perfil de textura relacionado à firmeza nos seguintes parâmetros: “probe compression platens” quadrada de área de 49 cm^2 , velocidade de teste $1,0 \text{ mm/s}$, velocidade pós-teste $5,0 \text{ mm/s}$, distância de compressão $5,0 \text{ mm}$, teste de ruptura $1,0 \text{ mm}$, força 100g e tempo 5s . As amostras foram mantidas na sua embalagem original e as fatias foram retiradas de forma aleatória, uma a uma, para evitar o ressecamento da crosta e do miolo, quando estes são expostos ao ambiente, o que também pode interferir no resultado de textura, devido à sensibilidade do aparelho. Cada tipo de pão foi analisado com três repetições (três fatias por amostra), e a probe do aparelho comprimiu o centro de cada fatia. O resultado foi expresso em gramas força (gf).

3.4 Análise sensorial

Os pães integrais preparados com as diferentes porcentagens de farinha de casca de batata foram avaliados sensorialmente pelo teste de aceitação, que

tem como objetivo medir atitudes de aceitação ou preferência de produtos de forma individual ou em relação a outros produtos, de acordo com Chaves & Sproesser (1993). O modelo da ficha resposta está apresentado na Figura 1A do Anexo A.

Foram utilizados 100 provadores não treinados, selecionados ao acaso, entre estudantes universitários, professores e funcionários da UFLA.

A classificação da ficha foi transformada em valores numéricos para que pudessem ser analisados, pelo teste de variância, utilizando-se a razão de variância F, para detectar diferenças significativas e pelo teste de Tuckey, ao valor nominal de 5%, com o propósito de comparar as médias dos tratamentos, conforme descrito por Chaves & Sproesser (1993).

A pontuação obtida na avaliação sensorial realizada nos cinco tratamentos foi transformada em percentual para ter uma melhor visualização dos resultados obtidos, em que os conceitos “gosta extremamente” (nota 9), “gosta muito” (nota 8), “gosta moderadamente” (nota 7) e “gosta superficialmente” (nota 6) foram resumidos no conceito único “gosta” e os conceitos “desgosta superficialmente” (nota 4), “desgosta moderadamente” (nota 3) e “desgosta muito” (nota 2) e “desgosta extremamente” (nota 1) foram resumidos no conceito único “não gosta”; e o outro conceito foi “indiferente” (nota 5).

3.4.1 Avaliação da qualidade do pão

A qualidade do pão foi avaliada por um grupo de sete provadores treinados de acordo com as características externas (volume, cor da crosta, quebra simetria e característica da crosta) e internas (características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula do miolo e textura ou maciez), aroma e gosto. Para cada uma das características, foi atribuída uma escala de pontos, de acordo com a Figura 2 A do Anexo A.

Utilizando a classificação para qualidade dos pães (Tabela 4) adotada por Camargo & Camargo (1987), foi atribuído um conceito a cada um dos tratamentos dos pães de acordo com suas respectivas notas totais.

TABELA 4 Classificação de qualidade do pão

Total de pontos	Qualidade do pão
>90	Muito boa
80-90	Boa
70-80	Regular
<70	Sofrível

3.5 Análise microbiológica

As análises microbiológicas realizadas nos pães foram as descritas na Anvisa (2001), para pães sem recheios ou coberturas.

Os pães foram analisados nos 1º, 3º e 5º dias após a sua fabricação. A estocagem dos pães buscou simular a vida de prateleiras de supermercados e padarias.

Para a análise de coliformes totais e termotolerantes foi utilizada a técnica do número mais provável (NMP); sendo que para coliformes totais foi utilizado o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST) e, para coliformes termotolerantes, o meio de cultura caldo *Escherichia coli* (EC). Os resultados foram expressos em NMP x g⁻¹, conforme Silva et al. (1997).

A análise de *Bacillus cereus* foi realizada utilizando-se o método de plaqueamento em superfície, e o meio de cultura utilizado foi o ágar manitol gema de ovo polimixina (MYP). O resultado foi expresso em unidade formadora de colônias por grama de amostra (UFC x g⁻¹), de acordo com Silva et al. (1997).

Para a análise de *Salmonella sp*, foi utilizado como pré-enriquecimento água peptonada tamponada, e, como enriquecimento em caldo seletivo, os caldos tetracionato Muller Kauffmann (TMK) e Rapapporte-Vassiliadis (RV). Por fim, para plaqueamento seletivo diferencial, foi utilizado o meio de cultura ágar entérico de Hektoen (HE), de acordo com Silva et al. (1997).

Os fungos filamentosos e leveduras foram analisados pelo método de diluição seriada em superfície. O meio de cultura utilizado foi o dicloran glicerol 18% ágar (DG 18) e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama de amostra (UFC x g⁻¹), conforme descrito por Sanson et al. (2000).

3.6 Delineamento experimental e análise estatística

Os resultados obtidos das várias análises da farinha mista e dos pães foram avaliados de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). 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 tratamentos, foi utilizada a análise de regressão para descrever o comportamento das características avaliadas em função das porcentagens da farinha de trigo substituída pela farinha de casca de batata. Os modelos de regressão foram escolhidos com base nas significâncias dos parâmetros.

As análises de composição centesimal, amido, pH, acidez e valor calórico da farinha de casca de batata foram realizadas em cinco repetições, enquanto as análises físicas (determinação de cor e granulometria) foram realizadas em três repetições. As análises reológicas (determinação do teor de glúten úmido, seco e índice de glúten, farinografia, alveografia, viscosidade de pasta e número de queda) das farinhas mistas foram determinadas em três repetições. Quanto aos pães, foram realizadas, em cinco repetições, as análises de composição centesimal, valor calórico, pH, acidez e amido. Para as análises de volume, determinação de cor e textura foram realizadas três repetições.

Para a análise sensorial dos pães, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da farinha de casca de batata

4.1.1 Rendimento da farinha de casca de batata

Em média, cada 80 kg de batatas descascadas forneceu 6,750 kg de cascas úmidas. Para cada 5kg de cascas úmidas, eram obtidos 630g em cascas secas. Estas resultaram num total de 497g de farinha de casca de batata em média. O rendimento médio das batatas e das cascas úmidas até a farinha final foi de 0,85% e 9,94%, respectivamente.

4.1.2 Análises físico-químicas

A composição centesimal (umidade, extrato etéreo, proteínas, fibra bruta, cinzas e fração glicídica), o valor calórico e o amido da farinha de casca de batata estão representados na Tabela 5.

TABELA 5 Composição centesimal média, valor calórico e amido da farinha de casca de batata.

Farinha de casca de batata								
	Umidade	E. E.	Proteína	Fibra bruta	Cinzas	Fração glicídica	Valor calórico (kcal/ 100g)	Amido (g/100 g)
% , bu	9,72	1,61	5,56	1,46	2,22	79,59	292,00	
%, bs	0,0	1,58	6,16	1,62	2,46	88,22	323,78	45,80

O teor de umidade encontrado, de 9,72% (bu), se encontra dentro do valor máximo estipulado pela Anvisa (2000) para farinhas, que é de 14%. Segundo Embrapa (1994) farinhas com umidades 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 possibilidade de desenvolvimento de microrganismos, como fungos e diminuição da estabilidade da farinha, já que a água é um componente essencial para as reações químicas e enzimáticas ocorrerem, diminuindo assim, a sua vida útil (Silva, 1991).

O valor médio obtido para o extrato etéreo (% bs) foi de 1,58%, valor este superior ao encontrado por Oliveira et al. (2004) na casca de batata (0,41% bs). Segundo Pereira (2002), farinhas de trigo com grau de extração de 70% e 100% apresentam um valor de 1,1% e 2,45% de lipídeos, respectivamente. Os lipídeos 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 (Silva, 1991).

Quanto ao teor de proteína bruta, foram encontrados 6,16% (bs). De acordo com Balsalobre (1995), o valor da proteína bruta para a casca de batata é de 9,9% (bs), valor este superior ao encontrado. Oliveira et al. (2004) encontraram o valor médio de 2,99% (bs) de proteína para a casca de batata. Estas diferenças de valores podem ser explicadas pelas diferenças de cultivares, tratos culturais, clima, solo, maturação e armazenamento. Segundo Coelho (1998), citado por Oliveira et al. (2004), a batata não é uma boa fonte protéica em termos quantitativos, mas, qualitativamente, suas proteínas são de boa qualidade, constituídas de aminoácidos essenciais, como a metionina e a cisteína.

Para a fibra bruta, foi encontrado o valor médio de 1,62 % (bs). Oliveira (2004), obteve 4,77% de fibra bruta na casca de batata.

A fibra bruta inclui, teoricamente, materiais que não são digeríveis pelo organismo humano e animal e são insolúveis em ácido e base diluídos em condições específicas. Entre esses materiais estão a celulose, a lignina e as pentosanas. Embora não tenha valor nutritivo, a fibra bruta fornece a ferramenta necessária para os movimentos peristálticos do intestino (Cecchi, 2003).

Quanto às cinzas, o valor médio encontrado neste trabalho foi de 2,46% (bs). Oliveira et al. (2004) encontrou valor médio de 1,25% (bs) na casca de batata, valor este inferior ao encontrado neste trabalho. Segundo a Associação Brasileira da Batata (2003), os compostos inorgânicos presentes na batata variam muito em função de variedade, tratos culturais, clima, local de plantio, maturação e armazenamento.

Já na fração glicídica, o valor médio deste trabalho foi de 71,17% (bs) enquanto Balsalobre (1995) encontrou o valor máximo na casca de batata foi 80,2% (bs) 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 et al., 1999).

Como valor calórico, foi encontrada a média de 323,78 kcal/100g (bs) de farinha de casca de batata. Borba (2000) 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/100g, valor este próximo o da farinha de casca de batata. Mas, segundo o mesmo autor, a farinha de milho e a farinha de soja (integral) apresentam 418 kcal/100g (bs) e 457 kcal/100g (bs), respectivamente, apresentando um maior valor energético em relação à farinha de casca de batata.

Mesmo tendo a polpa da batata apresentado uma alta concentração de amido (78,5% na bs), segundo Caetano (2005), o valor de 45,80% (bs) presente

na farinha de casca de batata, é um valor considerável.

Os teores médios de pH e acidez titulável (meq NaOH/100g) da farinha de casca de batata, são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Valores médios de pH, acidez titulável (meq NaOH/ 100g) e amido (g/100g) (bs) da farinha de casca de batata.

Farinha de casca de batata	
pH	Acidez (meq NaOH/100g)
4,96	10,92

O valor médio encontrado para o pH foi de 4,96. Couto et al. (2006) encontraram o valor médio de pH de 6,0 para a farinha de casca de pequi utilizada na fabricação de pães de forma tradicionais.

Já para a acidez titulável foi encontrado o valor médio de 10,92 (meq NaOH/100g). Este valor pode ser considerado alto, lembrando que a acidez de um alimento pode ser originada dos próprios compostos naturais do alimento, ser formada pela fermentação ou o tipo de processamento pelo qual o alimento passou e, ainda, ser o resultado de deterioração que o mesmo sofreu. Os teores médios dos minerais encontrados na farinha de casca de batata foram expressos na base seca e encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 Valores médios dos minerais na farinha de casca de batata.

Farinha de casca de batata									
Macrominerais mg/100g (bs)					Microminerais mg/kg (bs)				
P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
90	500	140	80	80	14,88	5,06	6,4	42,4	108,5

O valor médio encontrado para o fósforo foi de 90mg/100g, valor este considerado bom. Segundo Sgarbieri (1987), o bacalhau e o salmão (ambos cozidos) apresentam 274,0 mg/100g e 414,0 mg/100g de fósforo, respectivamente, sendo considerados fontes ricas deste mineral. Para o potássio, foi encontrado o valor médio de 500mg/100g, valor que o torna como ótima fonte de potássio. A banana, considerada boa fonte de potássio, apresenta 370,0 mg/100g deste mineral (Sgarbieri, 1987). Para o cálcio, magnésio e enxofre foram obtidos os valores médios de 140mg/100g, 80mg/100g e 80mg/100g, respectivamente. Os valores de cálcio foram elevados, o que pode ser creditado à adubação do solo e ao fato de este deixar resíduos de minerais na casca da batata.

Segundo Philippi (2003), o leite de vaca padrão tipo C apresenta um teor de 119,0 mg/100g de cálcio, sendo este alimento considerado fonte de cálcio. Os valores encontrados para o magnésio e o enxofre podem ser considerados bons, já que se recomenda uma ingestão diária de 50 a 100mg para o primeiro e 10 a 20 mg para o segundo. Para o boro foi encontrado o valor médio de 1,48 mg/100g (bs) e o cobre apresentou a média de 0,51 mg/100g (bs), sendo este último considerado razoável, uma vez que é recomendada uma ingestão diária de 1,5 a 3,0 mg de cobre. Para o manganês, zinco e ferro foram encontrados os

seguintes valores: 0,64 mg/100g (bs), 4,24 mg/100g (bs) e 10,85 mg/100g (bs), respectivamente. Os valores encontrados de manganês e zinco podem ser considerados razoáveis, lembrando que se deve ingerir uma quantidade de 2 a 5 mg do primeiro e de 12 a 19 mg do segundo. O valor médio de ferro foi bastante elevado. Segundo Sgarbieri (1987), o fígado bovino (cozido) apresenta 8,8 mg/100g de ferro, sendo considerado ótima fonte deste mineral. Os valores de minerais ou compostos orgânicos apresentados na farinha de casca de batata provêm do solo e podem variar bastante devido a diferenças das variedades de batata de onde são retiradas as cascas, tratos culturais, clima, local de plantio, maturação e armazenamento.

A determinação de glicoalcalóides resultou no seguinte valor: 168,3 mg de glicoalcalóides/kg de casca de batata “in natura”. A concentração máxima desses compostos em batata “in natura” considerada segura para o consumo humano, é estimada em 200 mg/kg, expressa como glicoalcalóides totais.

Machado & Toledo (2004) 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, respectivamente. Quando analisadas com casca, o teor de glicoalcalóides foi de 61,7 mg/kg para a variedade Bintje e 61,2 mg/kg para o tipo Bolinha, o que confirma a maior concentração de glicoalcalóide na casca em relação à polpa. Glicoalcalóides são compostos tóxicos naturalmente presente 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, citados por Machado & Toledo, 2004). Os glicoalcalóides da batata são, predominantemente, compostos por α -solanina e α -chaconina.

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

4.2.1 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 comparou-se o padrão de cor de luminosidade (L) de cada uma das farinhas (Tabela 8), obtiveram-se os seguintes valores médios: 59,52 para a farinha de casca de batata, 68,69 para a farinha integral e 88,16 para a farinha branca. Portanto a farinha branca apresenta uma luminosidade mais próxima ao valor 100 (branco), enquanto que para farinha de casca de batata e farinha integral há um decréscimo desses valores, apresentando cor mais escura. Os valores dos padrões a (de cor verde a vermelha) e b (de cor azul a amarela) encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 Valores médios para os padrões de cor a e b do colorímetro Minolta, 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

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

4.2.2 Granulometria das farinhas

A granulometria das farinhas de casca de batata, farinha integral e farinha branca estão expressas na Figura 4, na qual estão descritas as porcentagens de cada farinha retida nas peneiras.

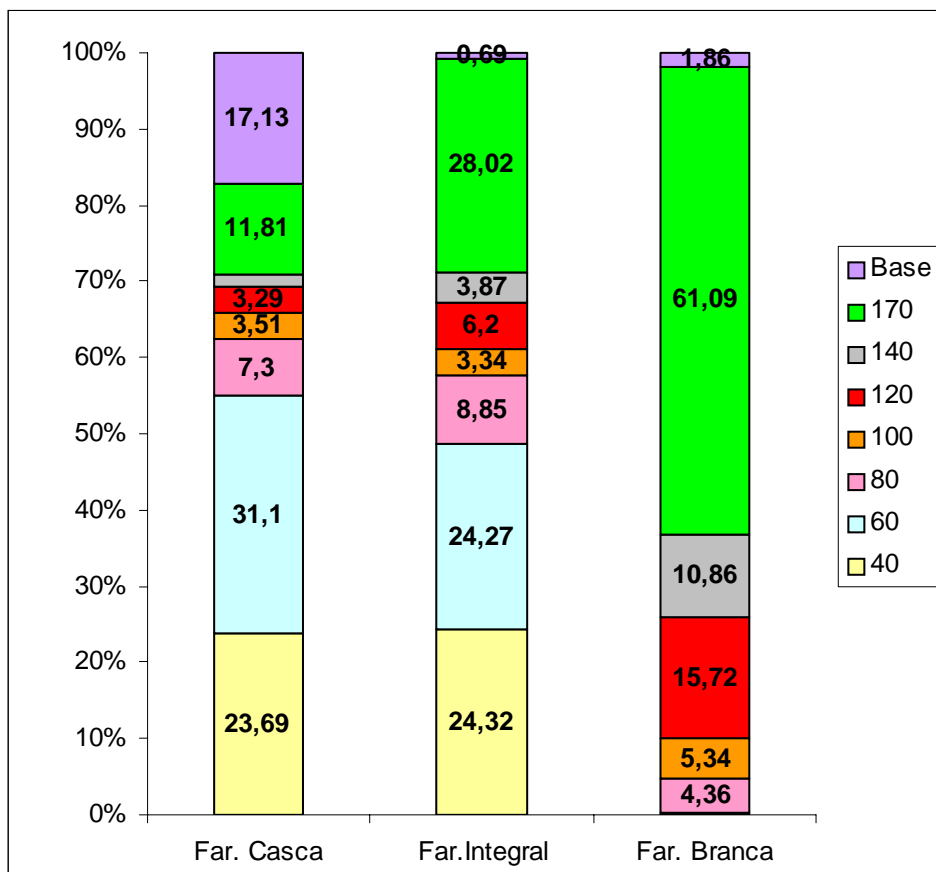


FIGURA 4 Representação do percentual das farinhas retidas nas várias peneiras no teste de granulometria

A farinha integral e a de casca de batata apresentaram granulometria mais próxima uma da outra, tendo entre 20% a 30% destas ficando retidos nas peneiras de mesh Tyler 40 (abertura de malha de 0,425mm) e a de mesh Tyler 60 (abertura de malha de 0,250mm), 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 retido na peneira de mesh Tyler 170 (abertura de malha de 0,075mm). Segundo a Anvisa (2005), 95% da farinha proveniente dos grãos de trigo do gênero *Triticum aestivum* L. ou outras espécies do gênero *Triticum* devem passar pela peneira com abertura de malha de 0,250mm. Neste trabalho, 99,73% da farinha branca passaram pela peneira de 0,250 mm de abertura (peneira de 60 mesh tyler).

4.3 Análises reológicas

As análises reológicas foram realizadas na farinha mista composta por farinha de casca de batata, farinhas de trigo branca e integral.

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

A análise de variância para os teores de glúten úmido apresentou diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 1B, do Anexo B) Os resultados da análise de regressão dos teores médios de glúten úmido das farinhas mistas, em função das diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, encontram-se na Figura 5.

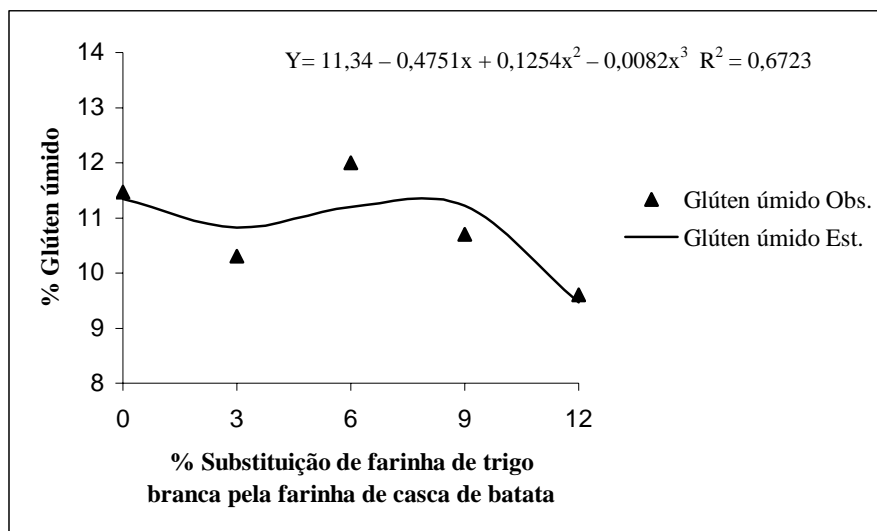


FIGURA 5 Representação gráfica e equação de regressão para as médias de glúten úmido, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

Observa-se que as porcentagens de glúten úmido variaram bastante entre os tratamentos. Essa variação, provavelmente, ocorreu devido ao fato de partículas da farinha de casca de batata ficarem retidas na massa. Porém, quando comparam-se os teores de glúten úmido da farinha com 0% de substituição (11,47%) e os da farinha com 12% de substituição (9,47%), obteve-se um resultado esperado de decréscimo dos valores. O teor de glúten úmido para 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. 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, pão débil em volume e umidade (Granotec do Brasil, 2000).

A análise de variância para os teores de glúten seco nas farinhas não apresentou diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 1B, do Anexo B). O valor médio encontrado para o glúten seco foi de 3,63%. Segundo 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 utilizou-se uma mistura de farinha de casca de batata em porcentagem de substituição à farinha branca mais a farinha integral.

A análise de variância para os teores de índice de glúten apresentou diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, do Anexo B).

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 6.

Observa-se que os valores do índice de glúten variam bastante em relação aos tratamentos, com os valores decrescendo 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, interferiu 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.

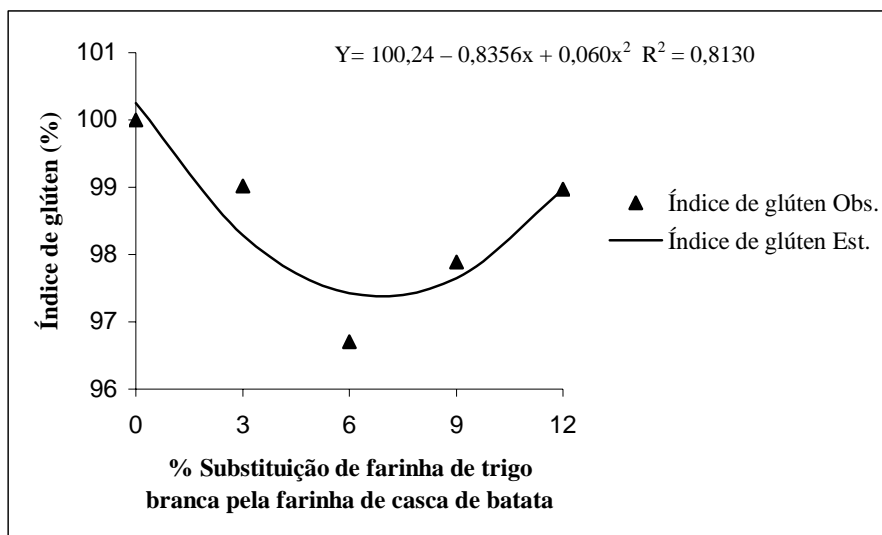


FIGURA 6 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do índice de glúten, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

4.3.2 Farinografia

4.3.2.1 Absorção de água

Os valores de absorção de água por farinografia apresentaram diferença mínima significativa, a 5% (Tabela 1B, do Anexo B). O resultado da análise de regressão para a absorção de água obtida por farinografia encontra-se na Figura 7, 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 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%. Desse ponto de vista, todos os tratamentos são adequados à produção de pão de forma e pão integral.

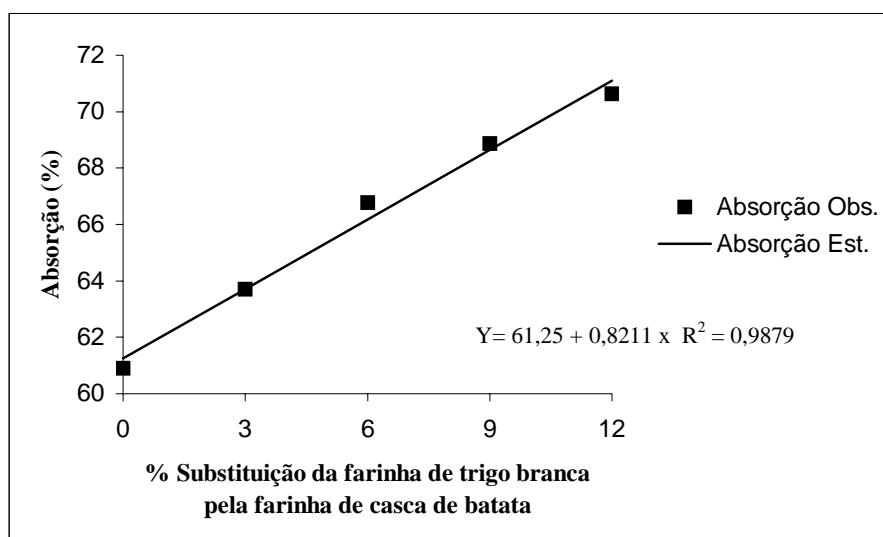


FIGURA 7 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da absorção de água obtida pela farinografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

4.3.2.2 Tempo de estabilidade

Os valores dos tempos de estabilidade apresentaram diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, do Anexo B). Os resultados do tempo de estabilidade obtidos pelo farinograma, encontram-se na Figura 8, tendo o modelo de equação de regressão que melhor se ajustou sido a quadrática.

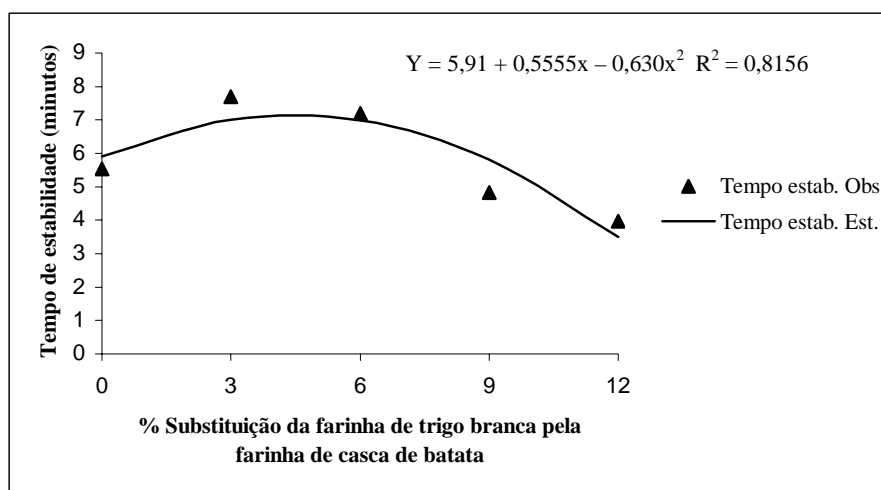


FIGURA 8 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do tempo de estabilidade (minutos) obtida pela farinografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

Pode-se observar que o tempo de estabilidade da farinha mista 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 estabilidade da massa; uma estabilidade maior indica uma melhor qualidade das proteínas e, portanto, uma melhor qualidade da farinha (Jardine, 1982). Segundo El-Dash et al. (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 mostra a tendência encontrada.

4.3.3 Alveografia

Para as análises de alveografia foram utilizados os valores de absorção da farinografia e os cálculos foram corrigidos para alveografia. A quantidade de solução salina (NaCl) de 2,5% usada para cada uma das massas com 0%, 3%, 6%, 9% e 12% de farinha de casca de batata foram: 153,41ml, 158,77 ml, 167,15 ml, 174,27 ml e 178,58 ml, respectivamente.

4.3.3.1 Determinação do trabalho de deformação (W)

Os valores do trabalho de deformação (W) apresentaram diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, do anexo B). O resultado da análise de regressão para as médias dos trabalhos de deformação (W), encontra-se na Figura 9, tendo a equação linear sido a que melhor se

ajustou aos dados. Observa-se um aumento do W (força geral do glúten) à medida que se aumentou a substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Este aumento se deve a uma maior tenacidade da massa.

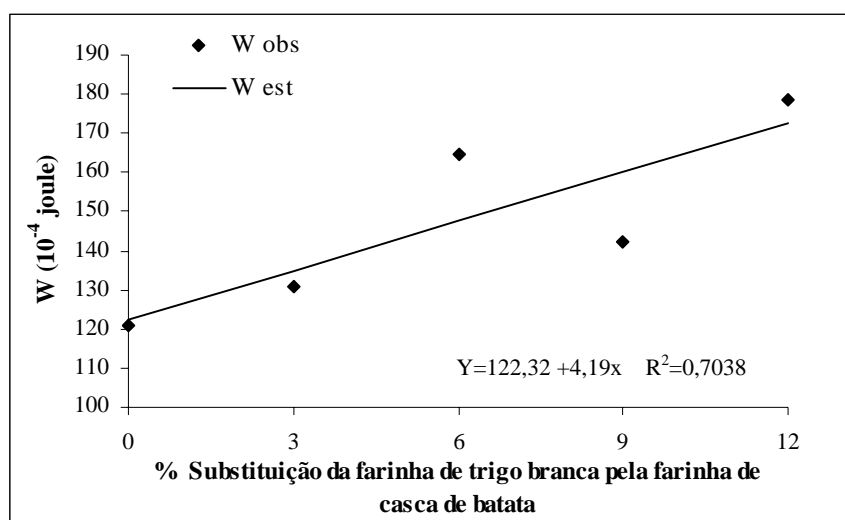


FIGURA 9 Representação gráfica, equação de regressão e as médias dos trabalhos de deformação (W) das farinhas obtidas pela alveografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

4.3.3.2 Determinação do P/L

Os valores de P/L apresentaram diferença mínima significativa a 5% (Tabela 1B, do Anexo B). Na Figura 10 encontra-se a representação gráfica dos valores médios de P/L e a equação de regressão, tendo sido o modelo linear o

que melhor se adequou. 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 ao trabalho. 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. Como os dois devem ser correlacionados juntos, há um decréscimo do valor de P/L. Porém, vale ressaltar que deve existir uma proporcionalidade dos valores de P e L para, associados ao valor de W (força geral do glúten), expressarem 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 de uma farinha branca são indicados para a produção de pães de forma (Germani, 2003).

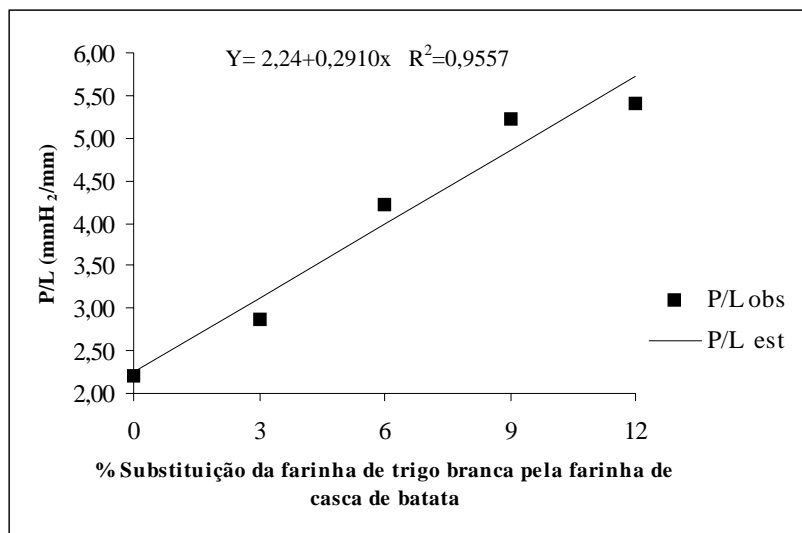


FIGURA 10 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do P/L das farinhas obtida pela alveografia, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

4.3.4 Viscosidade de pasta aparente

Os gráficos da viscosidade aparente de pasta obtidos por RVA (Rapid Visco Analyser) estão representados na Figura 11, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

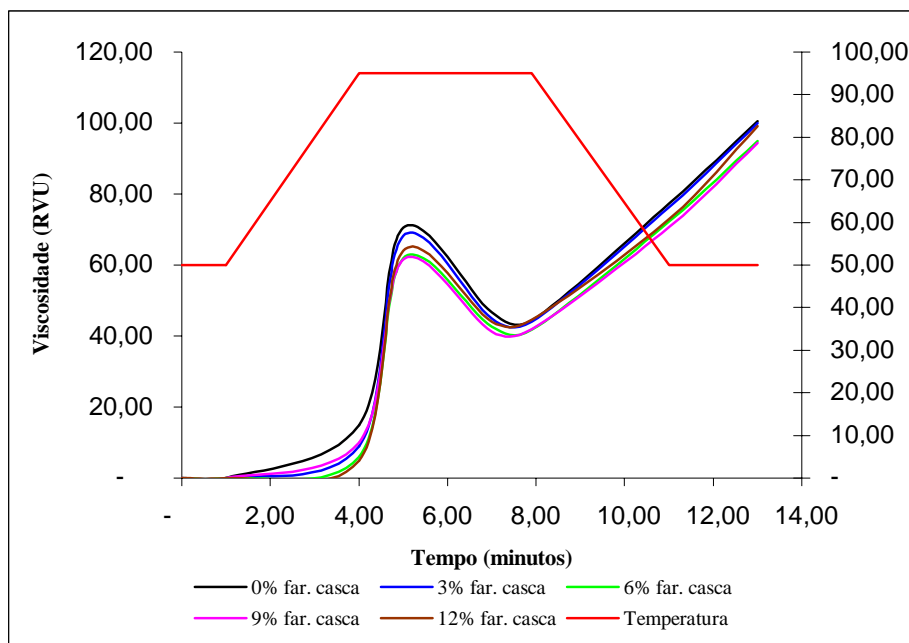


FIGURA 11 Representação gráfica da viscosidade aparente de pasta em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata

As temperaturas de viscosidade máximas no ciclo de aquecimento das pastas ocorreram próximas a 82°C. As viscosidades máximas ocorreram entre 61 a 70 RVU, enquanto as viscosidades mínimas se situaram próximo a 43 RVU. Para as viscosidades finais, foram obtivemos valores entre 94 a 101 RVU.

Os valores da viscosidade máxima apresentaram diferença mínima significativa, a 5% (Tabela 2B, do Anexo B). Na Figura 12 encontra-se a representação gráfica das médias da viscosidade máxima e a equação de regressão, tendo o modelo quadrático obtido o melhor ajuste para médias. A viscosidade máxima ocorre quando a liquefação do amido começa a se

sobrepesar sobre os grãos inteiros e intumescidos. Observa-se que houve um decréscimo da viscosidade máxima até o tratamento 9%, à medida que se substitui a farinha de trigo pela farinha integral. Esse comportamento é explicado pela diluição da farinha, devido à presença da farinha de casca de batata. O tratamento 12% apresentou um maior valor de viscosidade máxima em relação aos tratamentos 6% e 9%, comportamento que pode ser explicado pela grande quantidade de material que não fosse a farinha branca e também pela dificuldade do próprio aparelho em fazer a agitação das pastas.

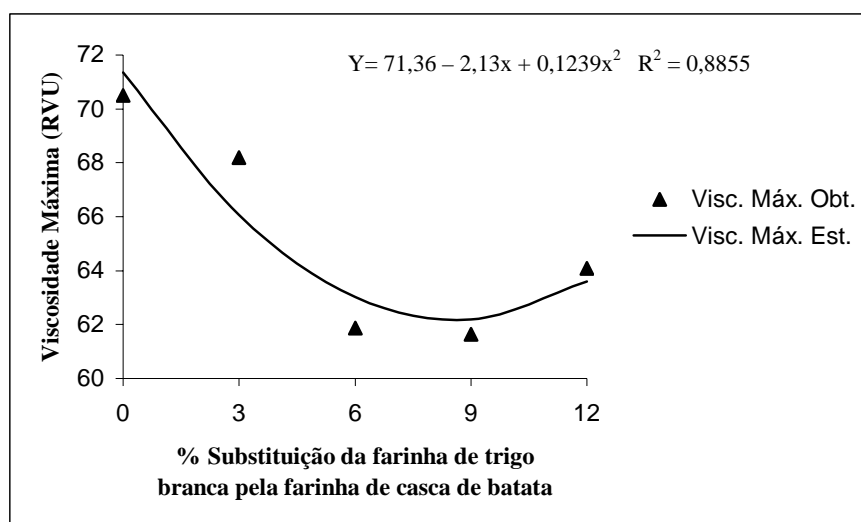


FIGURA 12 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da Viscosidade Máxima das curvas obtidas de um RVA (Rapid Viscosity Analyser) das farinhas, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

A viscosidade mínima não apresentou diferença mínima significativa, 5%, quanto ao teste de regressão (Tabela 2B do Anexo B). O seu valor médio foi de 43,36 RVU. Embora as médias tenham sido muito próximas entre si, os valores de viscosidade mínima variaram bastante. A viscosidade mínima ocorre quando a ruptura dos grânulos (liquefação), devido à agitação do meio, chega ao máximo.

Os valores de “breakdown” apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 2B, do Anexo B). A representação gráfica das médias do Breakdown e a equação de regressão de modelo quadrática, encontram-se na Figura 13. Observa-se que as médias decresceram à medida que se substituiu a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Sabendo que este parâmetro mede quanto foi o efeito do rompimento dos grânulos de amido, este resultado foi coerente, uma vez que, a quantidade de amido diminui ao se substituir de forma crescente a farinha de trigo nos tratamentos.

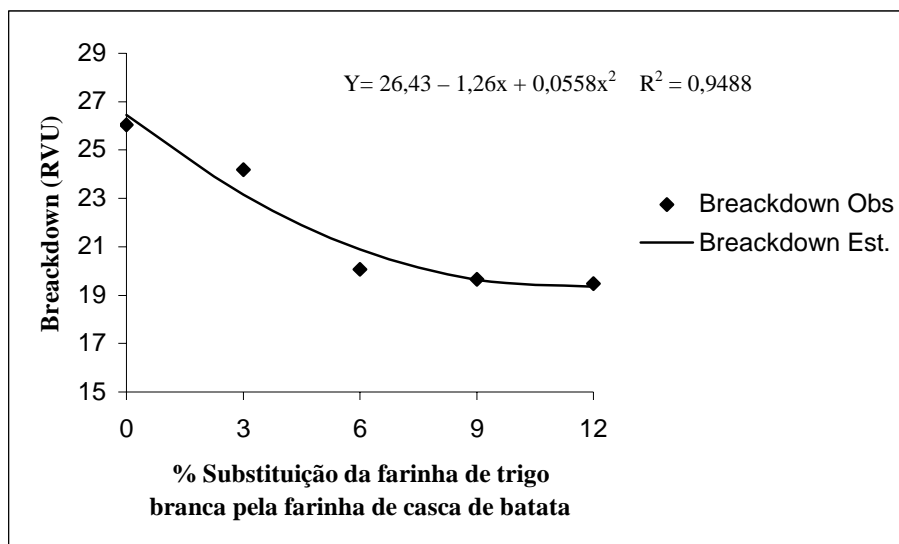


FIGURA 13 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do Breakdown das curvas obtidas pelo Rapid Viscosity Analyser (RVA) das farinhas, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

Os valores para a viscosidade final apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 2B, do Anexo B). A representação gráfica e a equação de regressão de modelo quadrática como melhor ajuste para as médias obtidas das curvas do RVA para a viscosidade final estão apresentadas na Figura 14. Observa-se que a viscosidade final diminui do tratamento 0% até o de 6%. Estes resultados são explicados pela substituição da farinha de trigo (fonte de amido) pela farinha de casca de batata. Quanto ao tratamento 12%, este apresentou uma média superior em relação aos tratamentos 3%, 6% e 9%.

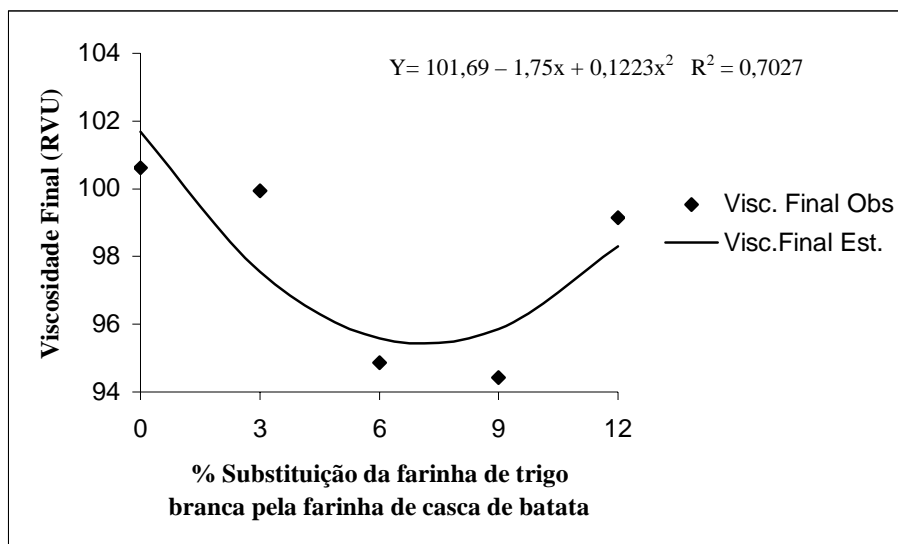


FIGURA 14 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da Viscosidade Final das curvas obtidas pelo Rapid Viscosity Analyser (RVA) das farinhas, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

Os valores de “Setback” apresentaram diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 2B, do Anexo B). Sabendo que o parâmetro do Setback expressa a tendência do amido a retrogradação, na Figura 15 tem-se a representação gráfica das médias e a equação de regressão de modelo cúbica. Observa-se uma queda dos valores nos tratamentos 3%, 6% e 9% em relação ao tratamento 0% (padrão). Esse resultado é justificado pela retirada da farinha de trigo à medida que se aumenta a quantidade de farinha de casca de batata. Apenas o tratamento 12% mostrou um aumento, que pode ser justificado pela

maior dificuldade do aparelho em promover a agitação da suspensão, devido à presença de maior quantidade de farinha de casca de batata no lugar da farinha branca.

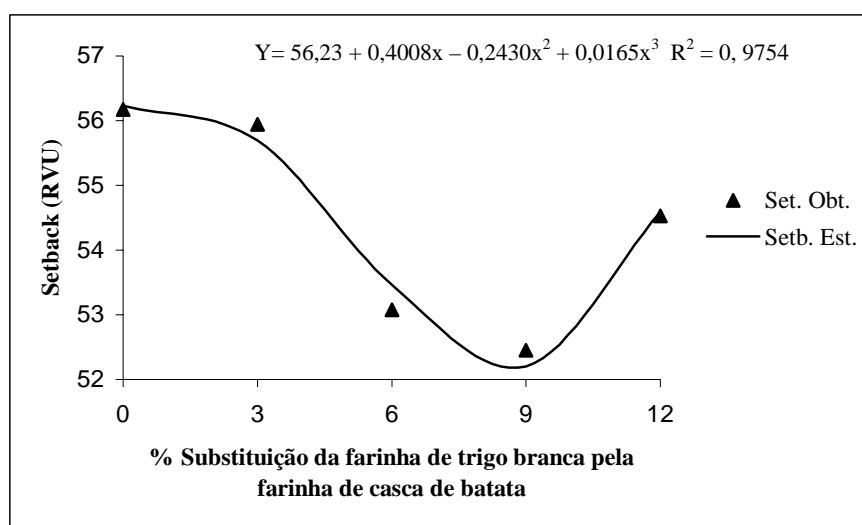


FIGURA 15 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do Setback das curvas obtidas pelo Rapid Viscosity Analyser (RVA) das farinhas, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

As diferenças das temperaturas de viscosidade máximas entre os tratamentos não foram significativas a 5% de probabilidade (Tabela 2B, do Anexo B). A média obtida foi de 82,53°C. Em um trabalho de substituição de farinha de trigo branca por farinha de tritcale na produção de pães, foram

encontradas as seguintes temperaturas de viscosidade máximas medidas em visco-amilógrafo: 90°C, 83°C, 77°C e 74°C para os níveis de substituição de farinha de trigo por farinha de tritcale de: 0%, 10%, 20% e 30%, respectivamente (Jardine, 1982).

4.3.5 Determinação do número de queda (“falling number”)

Os valores do número de queda apresentaram diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 2B, do Anexo B). A representação gráfica e a equação de regressão para o número de queda ou falling number em segundos, estão colocadas na Figura 16.

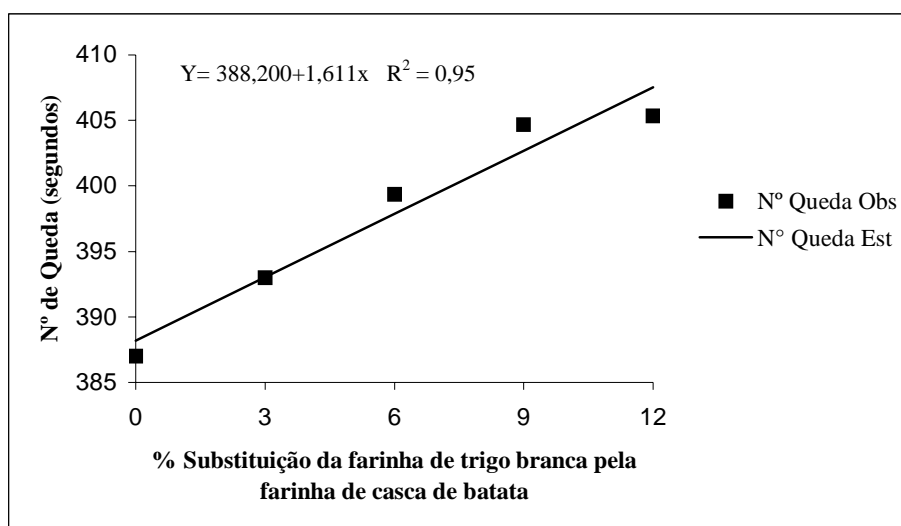


FIGURA 16 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do nº de queda (falling number) em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

Observou-se um aumento do número de queda à medida em que se substitui a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Isso indica que a presença da farinha de casca de batata não fornece enzimas amilolíticas ao meio e, portanto, não promove os efeitos negativos de destruição excessiva dos amidos durante o assamento da massa. Segundo Germani (2003), uma farinha de trigo branca ideal para produção de pães de forma deve ter um número de queda entre 250 a 300. Deve-se lembrar que estes valores são para uma farinha de trigo branca, diferente da farinha mista utilizada neste estudo. Portanto, os valores inferiores do número de queda deste estudo estão coerentes.

4.4 Análises dos pães

4.4.1 Análises físico-químicas dos pães

Os valores de umidade dos pães apresentaram diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 3B, do Anexo B). Os resultados para a análise de umidade e sua respectiva equação de regressão, estão mostrados na Figura 17, sendo a de modelo quadrática a que melhor se ajustou para as médias.

Pode-se observar que os valores de umidade aumentaram à medida que se substitui a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Esse comportamento pode ser explicado pela necessidade do acréscimo de água na massa do pão, para se obter sua consistência ideal, em cada tratamento, à medida que se aumenta o teor de farinha de casca de batata. Esse comportamento também foi observado na absorção de água no farinograma, em que os teores médios de absorção aumentaram gradativamente à medida em que se substituíam a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. É possível, também, que as fibras presentes na farinha de casca de batata tenham contribuído para a retenção de umidade dos pães durante o assamento. Esteller et al. (2005) encontraram uma umidade média de 30% (bu) em pães de forma tradicionais, valores

próximos ao encontrado neste trabalho. Segundo a Anvisa (2000), o teor máximo de umidade para pães feitos com farinha de trigo é de 38%.

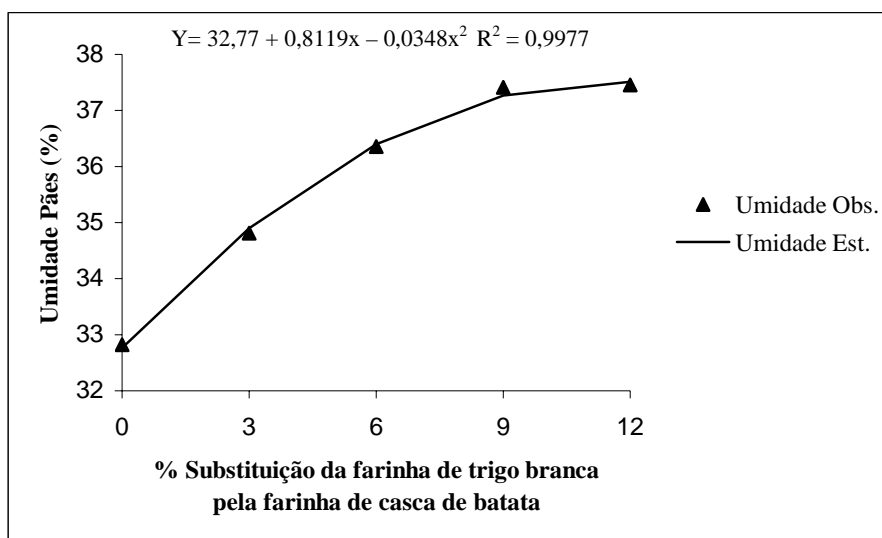


FIGURA 17 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da umidade média (% bu) dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata.

Para os valores médios do extrato etéreo dos pães, foi detectada diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade, porém não houve um modelo matemático que se ajustasse bem aos dados. Por isso, os valores médios de extrato etéreo dos pães em função da porcentagem de substituição da farinha branca pela farinha de casca de batata, são apresentados na Tabela 9.

Os valores médios de extrato etéreo mostram claramente uma tendência em ficar estável, pois a farinha de casca de batata apresentou um teor de extrato etéreo de 1,61% (bs), valor este muito próximo a 1,26% (bs), da farinha de trigo branca. A única exceção foi o tratamento 6%, que apresentou um teor de extrato etéreo um pouco superior em relação aos demais tratamentos. Esse fato, talvez, seja decorrente de algum problema de homogeneização ou de manuseio do mesmo no momento da sua elaboração no centro técnico de panificação onde o experimento foi conduzido.

TABELA 9 Valores médios do extrato etéreo dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Tratamento Pães	Valores médios do extrato etéreo
0%	1,79
3%	1,69
6%	2,25
9%	1,72
12%	1,75

As análises de proteína bruta, fibra bruta e cinzas não apresentaram diferença mínima significativa, a 5%, para o teste de F (Tabela 3B do Anexo B). Suas respectivas médias estão apresentadas na Tabela 10.

TABELA 10 Valores médios da proteína, fibra bruta e cinzas dos pães integrais.

Proteína (% bs)	Fibra bruta (% bs)	Cinzas (% bs)
12,97	2,65	2,78

Os valores de proteína bruta para os pães integrais não apresentaram diferença entre si, apesar do teor de proteína da farinha de casca de 6,16% (bs) ser bem menor que o valor de 11,48% (bs) da farinha de trigo branca. Com a substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, era esperada uma queda das médias de proteína no pão, porém, os teores de proteínas se mantiveram estáveis. Quanto aos valores médios de fibra bruta (bs), também não houve diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$). Apesar do teor de fibra bruta da farinha de casca de batata (1,62%) ser superior ao teor de proteína da farinha de trigo branca (0,14%), os valores de proteína dos pães se mantiveram estáveis. Esse fato talvez seja explicado pelo pequeno teor de substituição de uma farinha rica em fibra pela outra mais pobre. Quanto ao teor de cinzas, apesar da farinha de casca de batata apresentar um valor mais elevado de cinzas (2,46% bs) em relação a farinha de trigo branca (0,54% bs), os resultados também não diferiram entre os tratamentos ($p > 0,05$). Esta análise de cinzas, provavelmente, sofreu influência do sal adicionado na massa dos pães, pois o mesmo acrescentou mineral aos pães, além do fato os teores de substituição terem sido pequenos e não foram suficientes para enriquecer os pães.

Os valores da fração glicídica apresentaram diferença mínima, significativa a 5% (Tabela 3B, do Anexo B). Os teores médios da fração glicídica estão representados na Figura 18, assim como a equação de regressão de modelo quadrática.

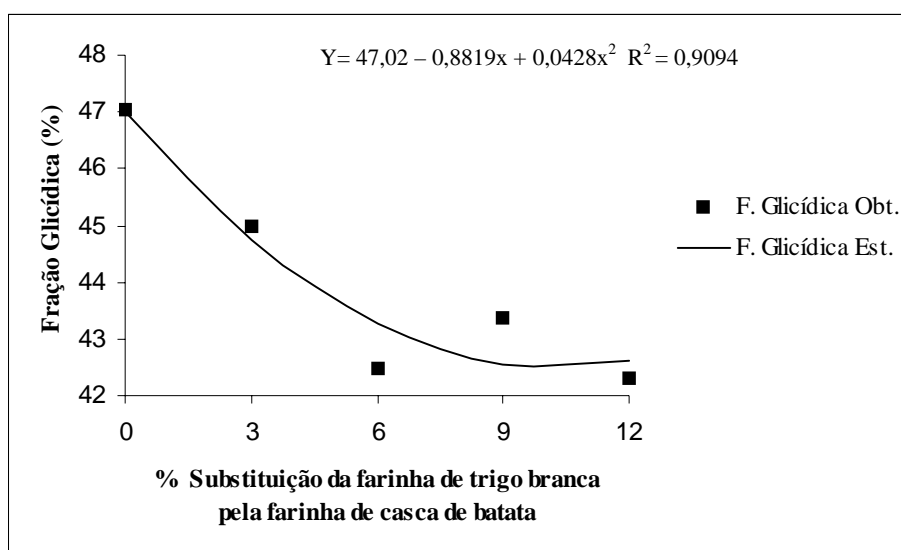


FIGURA 18 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média da fração glicídica (% bs) dos pães integrais, em função da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata em porcentagens.

Os valores da fração glicídica dos pães diminuíram à medida em que se substituiu a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Isso aconteceu devido ao valor médio de 61,30% (bs) de carboidratos da farinha acrescida ao pão ser menor do que o valor de carboidratos de 73,60% (bs) da farinha retirada.

Os valores calóricos dos pães apresentaram diferença mínima significativa a 5% (Tabela 3B, do Anexo B). Para as médias do valor calórico dos pães, temos a representação gráfica esta na Figura 19, assim como a sua equação de regressão de modelo quadrática.

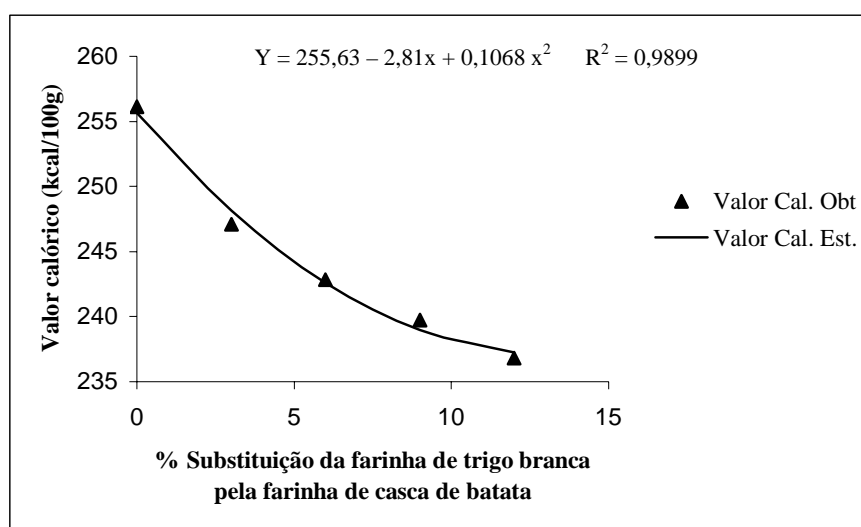


FIGURA 19 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média do valor calórico (% bs) dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

O valor calórico diminuiu com o aumento em porcentagem da farinha de casca de batata. Isso pode ser justificado pelo menor valor calórico da farinha de casca de batata (284,31 kcal/100g) em relação à farinha de trigo branca (351,69 kcal/100g), além do aumento da umidade dos pães.

Para as análises de pH dos pães, foi detectada diferença mínima significativa, à 5% de probabilidade dos valores médios (Tabela 5B, do Anexo B), porém não houve um modelo matemático que se ajustasse bem aos dados. Por isto, os valores médios de pH dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista, são apresentados na Tabela 11.

TABELA 11 Valores médios do pH dos pães integrais em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Tratamentos pães	Valor médio de pH
0%	5,87
3%	5,76
6%	5,94
9%	5,79
12%	5,71

Observa-se, por meio da Tabela 11, que o pH médio dos pães oscilou relativamente um pouco, embora os valores tenham ficado próximos entre os tratamentos. Aparentemente, não há nenhum indício de que a farinha de casca de batata tenha influenciado nas médias de pH. Deve-se ressaltar que o valor de pH é dependente do armazenamento que o alimento sofreu. Alguns fatores, como atividades das enzimas atuantes ou mesmo a deterioração do alimento por crescimento microbiológico, são altamente dependentes do tempo e do tipo de

armazenamento realizado. Fonseca (2006) encontrou um valor médio de 4,30 de pH para pães de forma tradicional.

Os valores de acidez dos pães apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 5B, do Anexo B). Os valores médios da acidez nos pães oscilaram bastante, conforme a Figura 20. A acidez dos alimentos pode ser usada como medida de controle de qualidade, em que o indesejável crescimento bacteriano com conseqüente produção de ácido aumenta a acidez do alimento. Produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração.

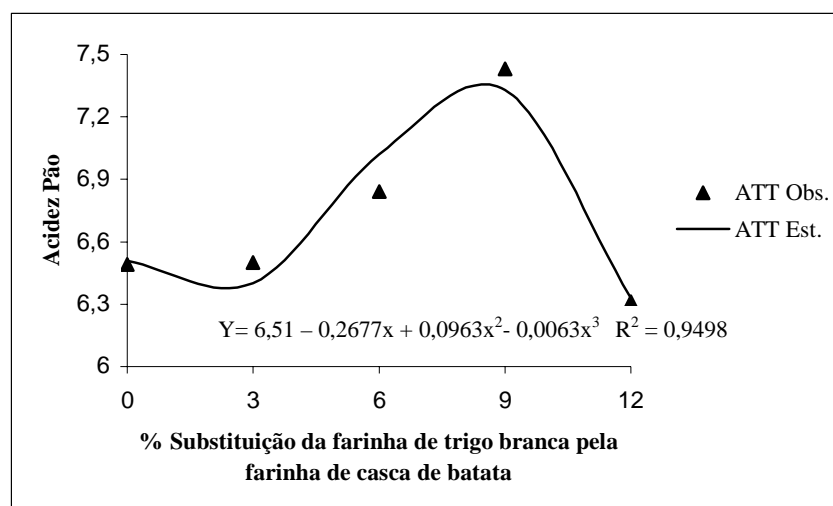


FIGURA 20 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média da acidez dos pães integrais, em função da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata em porcentagens.

As análises de amido apresentaram diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 4B, do Anexo B). Por meio gráfico da Figura 21 verificar-se que os valores oscilaram bastante. À medida em que se substituíu a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, o teor de amido deveria cair. Entretanto, a matriz pão é um produto cozido, no qual houve fusão de muitos ingredientes e isso pode ter dificultado ou interferido na digestão ácida do amido, fazendo com que os valores do mesmo oscilassem bastante. Segundo Germani (2004), o amido é o principal carboidrato do trigo (cerca de 60% do peso do grão), enquanto a farinha de casca de batata apresenta um teor de 45,80% (bs), ou seja, um teor menor deste carboidrato.

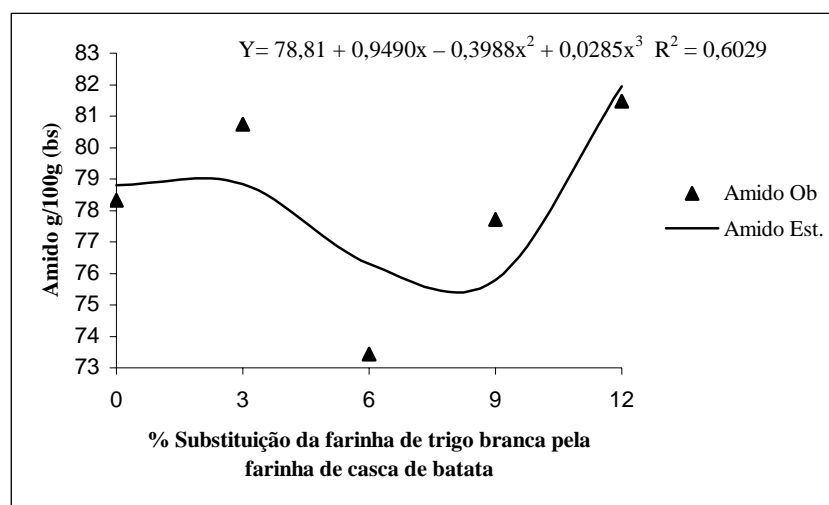


FIGURA 21 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média de amido (% bs) dos pães integrais em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata.

4.4.2 Análises físicas dos pães

4.4.2.1 Cor dos pães integrais

A diferença de cor (ΔE) do miolo dos pães apresentou diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 5B, do Anexo B). A diferença de cor do miolo dos pães integrais e sua equação de regressão estão representados na Figura 22. Observa-se que a diferença de cor dos miolos dos pães foi aumentando à medida que se substituiu a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Portanto, assim como a farinha integral dá uma cor característica ao pão integral, a farinha de casca de batata também contribui para a coloração do pão. Quanto à diferença de cor da crosta dos pães, não houve diferença mínima significativa, a 5% para o teste de F, apresentando um valor médio de 50,77. Segundo El-Dash et al. (1994), a cor da crosta dos pães é afetada pelo conteúdo de açúcar adicionado ou pertencente à farinha de trigo, o conteúdo de alfa-amilase (enzima capaz de fornecer açúcar para a fermentação), o tempo de fermentação e o tempo e temperatura de cozimento.

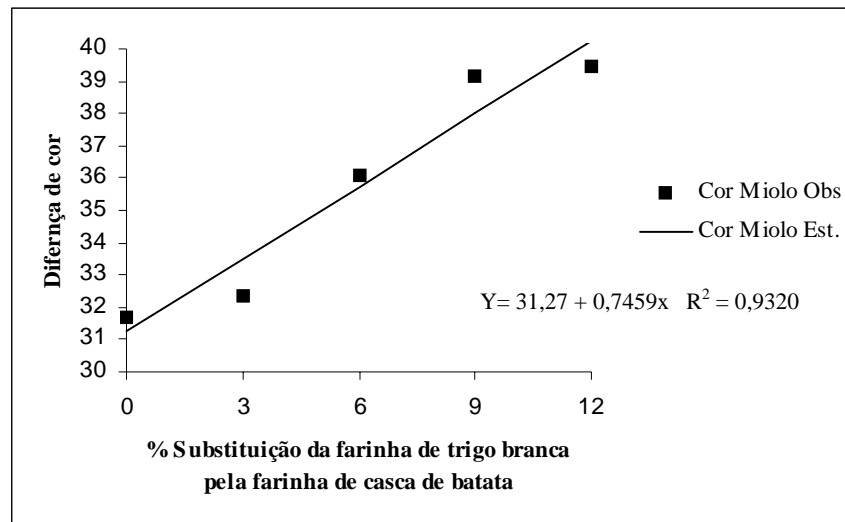


FIGURA 22 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média da diferença de cor do miolo dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Os valores médios dos parâmetros de cor L, a e b do colorímetro Minolta estão apresentados na Tabela 12.

TABELA 12 Valores dos parâmetros de cor L, a e b do colorímetro Minolta para as crostas e miolos dos pães em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Parâmetros de cor	% substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata				
	0%	3%	6%	9%	12%
L crosta	54,08	50,62	54,54	50,10	52,97
L miolo	66,05	61,69	61,53	58,09	58,20
a crosta	12,99	12,99	12,16	11,55	10,44
a miolo	3,11	4,15	3,89	4,66	4,81
b crosta	30,76	31,00	29,99	27,92	26,43
b miolo	17,72	19,28	18,67	18,77	19,52

Observa-se pela Tabela 12, que os valores de luminosidade (L) para as crostas dos pães oscilaram bastante. Isto pode ter sido causado pelo rearranjo das partículas da farinha de casca de batata (por esta apresentar uma absorção de água superior à farinha de trigo) durante a etapa de fermentação e cozimento da massa, produzindo uma distribuição não homogênea da citada farinha na crosta dos pães. Já os valores de luminosidade (L) do miolo dos pães obtiveram uma queda à medida em que se substituiu a farinha de trigo branca pela de casca de batata. Isso mostra que a farinha de casca de batata (mais escura que a branca) escurece os pães. Os valores de a e b para o miolo dos pães obtiveram um aumento constante de valores à medida que se substituiu a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata. Já os valores de a e b para a crosta dos pães obtiveram uma redução constante dos valores, à medida em que se substituiu a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

4.4.2.2 Textura dos pães

Os valores de firmeza dos pães apresentaram diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 5B, do Anexo B). A média da firmeza dos pães integrais e a equação de regressão de modelo cúbica, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na massa dos pães, estão representadas na Figura 24.

Observou-se uma tendência de aumento das médias da firmeza (gf) dos pães integrais à medida que se substituiu a farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Os tratamentos 3% e 6% apresentaram valores de firmeza bem próximos ao pão padrão (0%). Os dois últimos tratamentos apresentaram um valor maior de firmeza, quando comparados aos demais. Esse resultado ocorre devido ao enfraquecimento do glúten, proveniente da farinha de trigo, já que esta é retirada nos tratamentos. Este enfraquecimento é um dos principais motivos da diminuição do volume do pão, que causa uma maior compactação de sua estrutura e, conseqüentemente, de sua firmeza. Como se observa, o gráfico de firmeza é exatamente o oposto ao de volume.

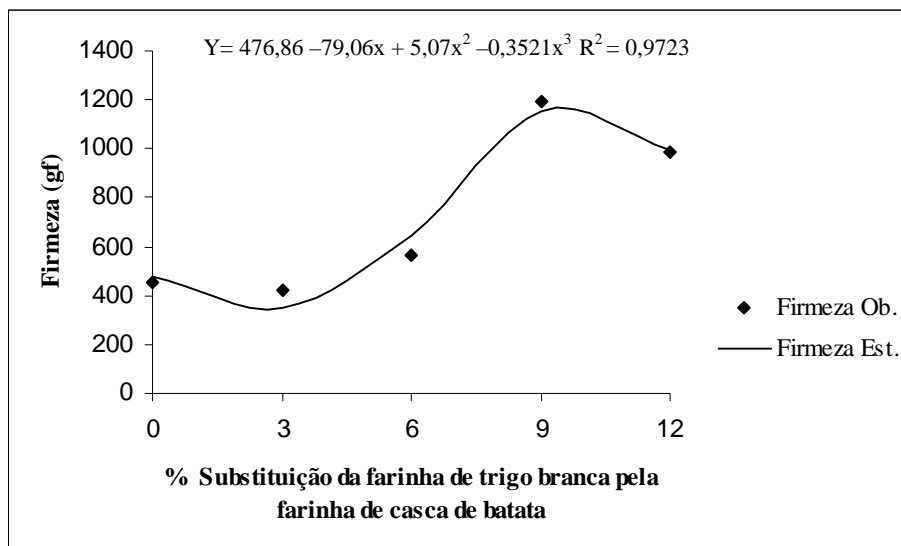


FIGURA 24 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média da firmeza dos pães integrais em função da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata em porcentagens.

Os valores de firmeza interagindo com os níveis de substituição de farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata com o tempo (dias) apresentaram diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 7B, do Anexo B). A análise de textura dos pães integrais, interagindo firmeza, tempo e tratamento e suas respectivas equações de regressão, estão apresentadas na Figura 25.

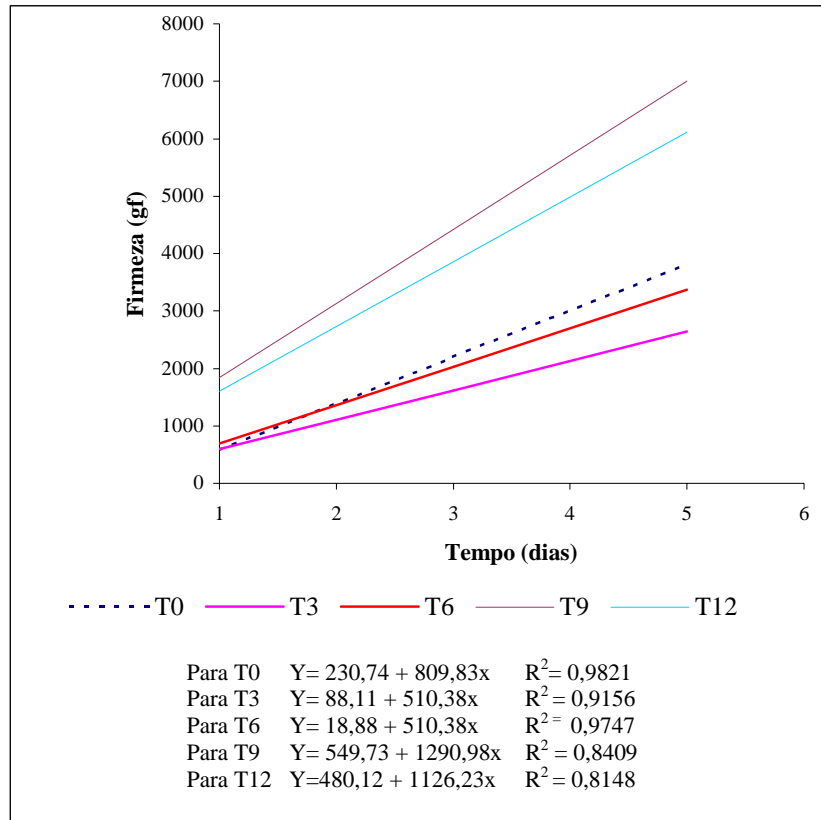


FIGURA 25 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de interação das médias da firmeza (gf), do tempo (dias) e dos tratamentos, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Observa-se que os pães com 3% e 6% de farinha de casca de batata apresentaram uma firmeza menor com o passar dos dias, em relação ao pão padrão. Até esses níveis, pode-se dizer que a farinha de casca influenciou positivamente na textura dos pães, conferindo maior maciez aos mesmos.

Entretanto, os pães com 9% e 12% de farinha de casca de batata apresentaram uma firmeza maior em relação aos demais tratamentos, o que prova que, nesses dois últimos níveis, a farinha influenciou negativamente na textura dos pães.

4.4.2.3 Volume dos pães

O volume dos pães apresentou diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 5B, do Anexo B). A apresentação gráfica de suas médias e equação de regressão encontram-se na Figura 23.

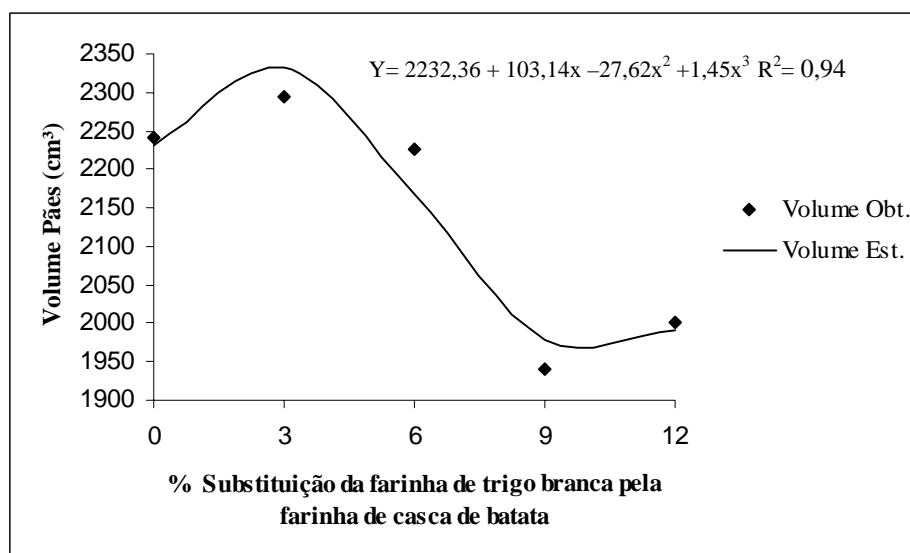


FIGURA 23 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média do volume dos pães integrais, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata em porcentagens.

Observa-se que no tratamento 3%, o volume do pão teve um pequeno acréscimo em relação ao pão padrão (0%). Mas, a partir desta porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata houve uma queda acentuada de volume dos pães. Isso ocorreu devido à diluição que o glúten sofre, ou seja, o enfraquecimento da estrutura protéica do glúten com a substituição da farinha de trigo. O volume específico dos pães apresentou diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 6B, do Anexo B). No entanto, não houve um modelo matemático que se ajustasse bem aos dados, por isso, os valores médios do volume específico dos pães, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, são apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 Valores médios do volume específico dos pães, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Tratamento pães	Valores médios do volume específico (cm ³ /g)
0%	4,60
3%	4,47
6%	3,94
9%	4,70
12%	3,87

Observa-se que o volume específico dos pães oscilou bastante, em virtude do volume e do peso dos pães terem oscilado. De maneira geral, há uma diminuição do volume específico dos pães com porcentagens diferentes de

farinha de casca de batata em relação ao pão padrão (sem farinha de casca de batata), devido à retirada da farinha de trigo branca e, portanto, diminuição do glúten. Apenas o pão com 9% de farinha de casca de batata apresentou um volume maior em relação aos demais, fato, provavelmente, devido ao melhor desenvolvimento do glúten no batimento da massa ou, ainda, do melhor ajuste das condições de fermentação ideal que proporcionaram um melhor salto de forno (crescimento durante o assamento).

4.4.2.4 Peso dos pães integrais

Os pesos dos pães apresentaram diferença mínima significativa a 5% de probabilidade (Tabela 6B, do Anexo B). Observa-se, por meio da Figura 26, que a média do peso dos pães oscilou um pouco entre os tratamentos. Mas, de maneira geral, os pães tiveram acréscimo de peso à medida que se substituiu a farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata. Esse comportamento já era esperado, pois a adição de farinha de casca de batata havia aumentado a absorção de água da massa e essa não foi suficientemente perdida durante o assamento, como é indicado na umidade final dos pães.

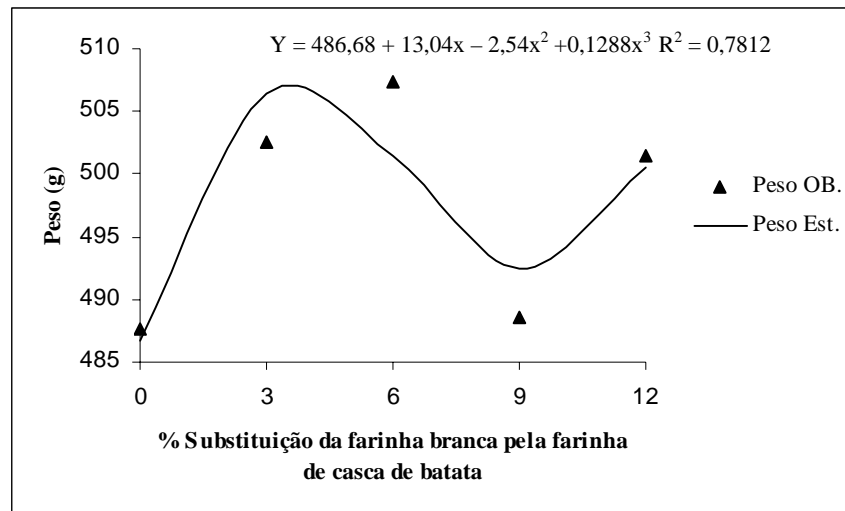


FIGURA 26 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da média dos pesos dos pães integrais em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

4.5 Análise sensorial

A avaliação da aceitabilidade dos pães integrais em cada tratamento é apresentada na Figura 27.

De acordo com os resultados, os pães sem farinha de casca de batata (0%) e os pães com 3% e 6% de farinha de casca de batata em substituição à farinha de trigo branca, obtiveram grande aceitação pelo público. Os pães integrais, com 9% e 12%, tiveram uma média um pouco menor, mas, mesmo assim, pelo menos 75% dos provadores gostaram do produto.

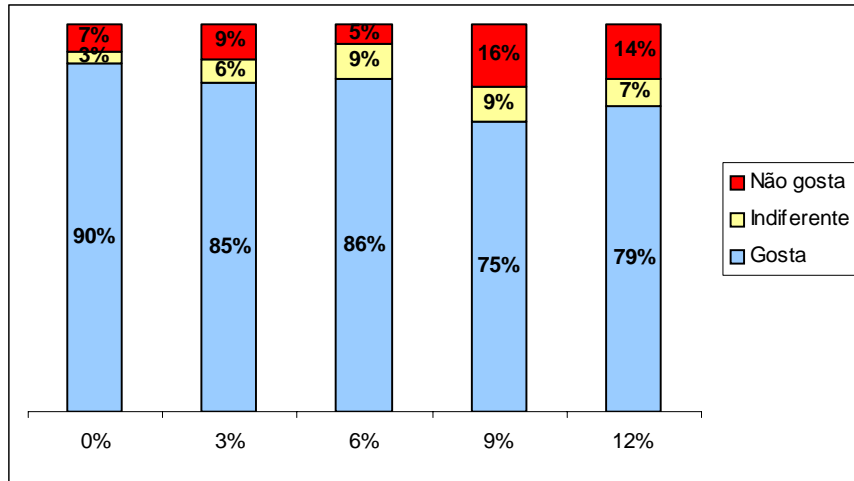


FIGURA 27 Avaliação da aceitabilidade dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

O resultado da análise de variância em relação à análise de aceitabilidade detectou diferença mínima significativa ($p < 0,05$) (Tabela 8B, do Anexo B), em função das diferentes porcentagens de substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata. Foi empregado o teste de média, neste caso o de Tuckey, cujos resultados estão expressos na Tabela 14.

TABELA 14 Comparação das médias das notas da avaliação sensorial de aceitabilidade do pão integral, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na composição da farinha mista.

% Substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na elaboração dos pães	* Médias das notas da avaliação sensorial
0%	7,13 a
3%	6,96 a
6%	6,97 a
9%	6,26 b
12%	6,25 b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna são iguais, pelo Teste de Tuckey (5%)

Analisando-se esses resultados, observa-se que o pão padrão (0%) e os pães com 3% e 6% de farinha de casca obtiveram melhor aceitação que os demais, não diferindo entre si. Já os tratamentos 9% e 12% apresentaram média menor, não diferindo entre si, embora diferentes dos níveis de 0%, 3% e 6%. Porém, todos os pães se apresentaram na categoria “gosta moderadamente” e “gosta superficialmente”.

4.5.1 Avaliação da qualidade do pão

4.5.1.1 Características externas

As características externas, suas notas máximas e notas médias para os pães integrais, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, são apresentadas na Tabela 15.

TABELA 15 Valor das notas máximas e as notas médias das características externas dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Características externas	Valor máximo das notas	% substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na elaboração dos pães integrais				
		0%	3%	6%	9%	12%
Volume	0 - 20,00	18,86	17,29	17,57	11,00	8,57
Cor da crosta	0 - 10,00	9,43	7,86	6,57	6,00	5,00
Quebra	0 - 5,00	4,43	3,86	3,43	2,00	1,86
Simetria	0 - 5,00	4,71	4,29	4,00	3,43	2,57
Subtotal	40,00	37,43	33,30	31,57	22,43	18,00

Os volumes dos pães pouco diferiram nas substituições de 3% e 6% de farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, em relação ao pão padrão (0%). Já nas substituições 9% e 12%, houve uma queda acentuada de volume dos pães. Quanto à cor da crosta, à medida em que se aumentou a substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, houve um aumento no

escurecimento da mesma. Para o pão integral a cor desejável deve ser marrom (dependendo da quantidade de farinha integral utilizada e do seu grau de extração), homogênea e brilhante.

Quanto às características de quebra, elas são relativas à abertura das laterais do pão integral, devido ao crescimento repentino no forno. Até o nível de substituição de 6%, a quebra não sofre mudança significativa, mas, nos dois últimos níveis de substituição, a abertura das laterais foi pequena e irregular.

A avaliação da simetria pode ser feita dividindo-se imaginariamente o pão em duas partes, comparando-se suas laterais. Com a substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata até o nível de 6%, a simetria dos pães pouco se alterou. Nos níveis de 9% e 12%, houve encolhimento das laterais e diminuição das extremidades.

4.5.1.2 Características internas

As características internas, suas notas máximas e notas médias para os pães, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, são apresentadas na Tabela 16.

No nível de substituição de 3% de farinha de trigo branca por farinha de casca de batata, as características de crosta se apresentam-se quase invariáveis e, nos demais níveis, a crosta se torna mais dura e sua qualidade decresce.

Até o nível de 6% de substituição, não há alteração brusca nas características do miolo. Nos níveis de 9% e 12%, o miolo escurece, a textura perde um pouco de sua maciez e suas células ficam muito arredondadas.

TABELA 16 Valor das notas máximas e as notas médias das características internas da crosta e do miolo dos pães integrais em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Características internas	Valor das notas	% substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na elaboração dos pães integrais				
		0%	3%	6%	9%	12%
Características da crosta	0 - 5,00	4,29	4,00	3,43	2,14	2,43
Cor do miolo	0 - 10,00	9,57	9,00	8,14	5,86	5,14
Textura do miolo	0 - 10,00	8,86	8,71	8,57	6,00	5,71
Estrutura da célula do miolo	0 - 10,00	7,00	7,86	8,43	6,14	6,29
Subtotal	35,00	29,72	29,57	28,57	20,14	19,57

Por meio da Figura 28, pode-se visualizar algumas das características dos pães elaborados.



FIGURA 28 Foto de fatias dos pães integrais com substituição em porcentagens da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na elaboração dos mesmos.

4.5.1.3 Aroma e gosto

O aroma e o gosto, suas notas máximas e notas médias para os pães, em função da substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata, estão representados na Tabela 17.

A substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata parece ter alterado o sabor do pão; os níveis de substituição de 9% e 12% de farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata tornaram o sabor do pão mais ácido e levemente amargo.

TABELA 17 Valor das notas máximas e as notas médias do aroma e do gosto dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

Características internas	Valor das notas	% substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na elaboração dos pães integrais				
		0%	3%	6%	9%	12%
Aroma	0 - 10	9,71	8,71	9,14	6,57	6,86
Gosto	0 - 15	14	12,71	12,29	10,57	8,29
Subtotal	0 - 25	23,71	21,42	21,43	17,14	15,15

Todas as notas da avaliação global dos pães integrais foram somadas e suas médias estão apresentadas na Tabela 18. A cada uma das médias foi atribuído um conceito, segundo Camargo & Camargo (1987).

Os pães sem farinha de casca de batata tiveram um resultado superior a 90, sendo atribuído o conceito muito bom. Os níveis 3% e 6% de substituição tiveram notas entre 80 a 90, sendo lhes então, atribuído o conceito bom. Já os níveis 9% e 12% se enquadram no conceito sofrível.

TABELA 18 Valores médios das notas da avaliação global da qualidade dos pães integrais, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata.

% substituição da farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata na elaboração dos pães integrais	Notas médias*	Classificação (Camargo & Camargo, 1987).
0%	92,3	Muito bom
3%	84,29	Bom
6%	81,57	Bom
9%	59,71	Sofrível
12%	52,71	Sofrível

* Médias de sete observações.

4.6 Análise microbiológica dos pães

Os resultados da análise microbiológica dos pães integrais e seus respectivos resultados de coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella sp*, *Bacillus cereus* e fungos filamentosos e leveduras são apresentados na Tabela 19, de acordo com cada tratamento do pão e dias analisados.

TABELA 19 Resultado do NMP/g de coliformes totais e termotolerantes, UFC/g de *Bacillus cereus* e fungos filamentosos e leveduras, e *Salmonella*.

Tempo (dias)	% de farinha de casca de batata na farinha mista	Coliformes 35°C (NMP/g)	Coliformes 45°C (NMP/g)	<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (em 25g)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
1	0%	≥ 2400	43	ausência	ausência	1,5x10 ²
	3%	< 3	< 3	ausência	ausência	0
	6%	≥ 2400	7	ausência	ausência	4x 10 ²
	9%	< 3	< 3	ausência	ausência	100
	12%	11	< 3	1,5 x 10 ³	ausência	100
3	0%	< 3	< 3	ausência	ausência	0
	3%	11	< 3	ausência	ausência	2,1x10 ³
	6%	64	< 3	ausência	ausência	5,5 x 10 ³
	9%	11	< 3	ausência	ausência	6x10 ²
	12%	11	3	ausência	ausência	5,0x10 ³
5	0%	11	< 3	ausência	ausência	1,05x10 ⁴
	3%	210	< 3	ausência	ausência	4,3x10 ³
	6%	11	3	ausência	ausência	5,1x10 ³
	9%	11	< 3	ausência	ausência	1x10 ³
	12%	11	< 3	ausência	ausência	1,41x10 ⁴

Apenas os pães com 0% e 6% de farinha de casca de batata do 1º dia e o de 3% do 5º dia estavam com valores altos. Mas todos os pães atenderam à legislação (Anvisa, 2001) quanto ao número de coliformes termotolerantes, apresentando valores abaixo de 10² NMP/g. Isso mostra que os pães foram manuseados de maneira correta.

Para a análise de *Salmonella*, nenhum dos pães apresentou crescimento, atendendo a legislação vigente.

Bacillus cereu, foi encontrado apenas no pão contendo 12% de farinha de casca de batata no primeiro dia de estocagem. A contaminação foi proveniente da farinha de casca de batata, já que esse pão é o que apresenta a maior porcentagem desta farinha (12%). A legislação determina um valor máximo de 5×10^3 NMP/g. Portanto, o valor encontrado de $1,5 \times 10^3$ NMP/g, não extrapolou o limite.

Os fungos mais comuns encontrados nos pães foram: *Aspergillus candidus*, *Aspergillus flavus*, *Cladosporium*, *Eurotium*, *Penicillium* e *Wallemia sebi*. São considerados como fungos deteriorados da qualidade de pães, segundo Sanson et al., (2000) e Legan (1993): *Aspergillus flavus*, *Penicillium roquefort*, *Penicillium carneum*, *Eurotium repens* e *Eurotium rubrum*, entre outros.

A presença de farinha de casca de batata nos pães não aumentou e nem diminuiu a microbiota de fungos filamentosos e leveduras. Apenas pode-se notar uma maior quantidade destes nos pães, após estocagem de 3º e 5º dias, em relação ao 1º dia. Portanto, quanto maior a estocagem do pão, maior é a probabilidade de crescimento de fungos, ressaltando que a vida de prateleira do pão integral é de cinco dias em média, desde que armazenado corretamente.

5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais em que foi realizado o presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- a casca da batata, corretamente limpa e higienizada, pode ser utilizada na alimentação humana, por meio de produção de farinha;

- A farinha de casca de batata apresentou valores de fibra bruta e mineral elevados. Dentre este último, pode-se destacar o teor de cálcio, potássio e ferro;

- embora a adição de farinha de batata, na farinha branca, tenha diminuído a qualidade tecnológica das massas de farinha mista, todos os pães produzidos tiveram uma alta aceitação.

- a substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata não comprometeu nenhum grupo de nutrientes da composição centesimal do pão integral;

- os pães elaborados com até 6% de substituição de farinha de trigo branca pela farinha de casca de batata apresentaram qualidade externa e interna ainda boas;

- a farinha de casca de batata não influenciou na vida de prateleira dos pães integrais, podendo ser armazenados, desde que corretamente, por cinco dias;

- este trabalho mostrou que é possível aproveitar um resíduo da indústria de alimentos, como a casca da batata, transformá-la em farinha e utilizá-la na elaboração de pães integrais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G.C. de. **Qualidade de batatas palito minimamente processadas**. 2005. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ANDRADE, N.J.; MACÊDO, J.A.B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996. 182p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996**. Norma técnica referente à farinha de trigo. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.php>>. Acesso em: 12 jul. 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão.. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.ph>>. Acesso em: 12 jul. 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf>. Acesso em: 12 maio 2006
- 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.
- 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 **Perfil de mercado**. 2006. Disponível em <<http://www.abip.org.br>>. Acesso em: 10 abril 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO TRIGO. **O valor nutricional do trigo.**
Disponível em: <[http:// www.abitrigo.com.br](http://www.abitrigo.com.br)>. Acesso em: 10 out. 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists.** 15.ed. Washington, 1990. v.2.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists.** 16.ed. Washington, 1995. v.2.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists.** 17.ed. Washington, 2000. v.2.

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. 2000. Disponível em: <<http://www.webcalc.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2006.

CAETANO, D. **Inibição do escurecimento na produção de farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.) utilizando secador solar tipo túnel.** 2005. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, MG.

CAMARGO, C.R.O.; CAMARGO, C.E.G. Trigo: avaliação tecnológica e novas linhagens. **Bragantia**, Campinas, 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, 320p.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial e alimentos e bebidas.** Viçosa, MG: UFV, 1993. 81p.

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, Ciências e Tecnologia [1982]. 349p. (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. 81p.

FONSECA, E.W.N. da. **Utilização da mucilagem de inhame (*Dioscorea spp*) como melhorador na produção de pão de forma**. 2006. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ESTELLER, M.S. et al. **Uso de açúcares em produtos panificados**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.phpscript=arttext&pid>>. Acesso em: 12 dez. 2005.

FRANCO, B.D.G.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

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.

GALANTE, A. **Naturais ou industrializados**. 2003. Disponível em: <[http://www.folhaonline.com.br/nutrição saúde](http://www.folhaonline.com.br/nutrição%20saúde)>. Acesso em 22 mar 2006.

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. 74p.

GRANOTEC DO BRASIL. **Controle de qualidade de trigo e derivados, tratamentos e tipificação de farinhas**. São Paulo: Granotec, 2000. 97p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Official methods of the International Association of Cereal Science and Technology**. Schwechat, Austria, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola: batata-inglesa e trigo. 2004.
Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/Ispa>>.
Acesso em: 15 out 2004.

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 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NOMATIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. 1999. **Produtos analisados**. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/prodotos/paoforma.asp>>. Acesso em:
15 out. 2005.

JARDINE, J.G. **Farinha mista de tritcale e trigo para produção de pães**.
Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1982. 22p.

LEGAN, D.J. Mould spoilage of bread: the problem and some solutions.
Journal Science Direct, v.32, p.33-53, 1993.

LOPES FILHO, J.F. **Propriedades térmicas e características de secagem de batata**. 1983. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LUBICZ, N. **Aproveitando as cascas: um bônus generoso da mãe natureza**.
2004. Disponível em: <<http://www.bemzem.com.br>>. Acesso em: 20 março
2006.

LUENGO, R.F.A. et al. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**.
Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

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.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas** – princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MASCHIO, A.; BROENSTRUP, A.; PASSOS, M. **Açúcar mascavo**. Disponível em: <[http:// www.Ufrgs.br/açucarmascavo.html](http://www.Ufrgs.br/açucarmascavo.html)>. Acesso em: 10 fev. 2006.

NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal Biology Chemistry**, Baltimore, v.135, p.375, 1944.

NETO, O.C.; BEM, C.H.W. A mandioca. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1995. p.215-227.

NORDIC COMMITTEE ON FOOD ANALYSIS. **Glycoalkaloids**: liquid chromatographic determinations in potato. 1997. n.159

NUTRINEWS. **Na fila do pão**. 2004. Disponível em: <www.nutrinews.com.br>. Acesso em: 18 jan. 2006.

OLIVEIRA, D.M.; REIS, K.C. dos; 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.novozynes.com/library/Publication/Biotimes>>. Acesso em: 15 fev. 2006.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. p.47, 156-158.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais (arroz, trigo, milho e aveia)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 130p. (Especialização à distância: Tecnologia e controle de qualidade de alimentos de origem vegetal). (Textos Acadêmicos).

PHILIPPI, S.T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri, SP: Manole, 2003. 390p.

PICHAT, P. **A gestão dos resíduos**. Lisboa: Instituto Piachet, 1995. 129p.

PROGRAMA DE APOIO AO PANIFICADOR. **Perfil setor do trigo**. 2003. Disponível em: <[http:// www.propan.com.br](http://www.propan.com.br)>. Acesso em: 18 jan 2006.

SALGADO, J.M. **A importância das fibras na nossa alimentação**. 2004. Disponível em: <<http://www.estadão.com.br/Magazine>>. Acesso em: 15 out. 2004.

SANSÓN, R.A. et al. **Introduction to food and airbourne fungi**. Denmark: Techinal University of Denmark, 2000. p.283-313.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. São Paulo: Almed, 1987. 387p.

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**. 1991. 79p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.de A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 317p.

SMITH, O. **Potatoes: production, storing, processing**. Westport, Connecticut: The Avi, 1977. p.77-121.

TORRES, G. Produtividade e qualidade: fatores indispensáveis para a bataticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.7-9, 1999.

Van de KAMER, J.H.; Van de GINKEL, L. Van. Rapid determination of cruder fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.29, n.4, p.239-251, 1952.

VENSKE, C.S. **A geração de resíduos em restaurantes analisada sob a ótica da produção mais limpa**. 2004. Disponível em: <<http://www.portalga.ea.ufrgsb/acervo/artigos/Restaurante.pdf>>. Acesso em 15 fev. 2006.

VILAS BOAS, E.V. de B. **Avaliação nutricional de alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 51p. (Especialização a distância: Nutrição humana e saúde).

WARD, A.B.; SHALLENBERGER, J.A.; WETZEL, D.L. **Cereal Chemistry**, v.56, n.5, p.434-436, 1979.

ANEXOS

ANEXO A		Página
FIGURA 1A	Modelo de Ficha Aplicada a Qualidade do pão.	117
FIGURA 2A	Modelo de ficha de resposta da avaliação sensorial, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, para o teste de aceitação.	118

Amostra: _____ Data: ____/____/____

CARACTERÍSTICAS EXTERNAS	VALOR MÁXIMO	NOTA
Volume (volume específico x 3,33)	20	
Cor da crosta (fatores indesejáveis: não uniforme, opaco, muito claro, muito escuro)	10	
Quebra (fatores indesejáveis: muito pequeno, áspera, desiguais)	5	
Simetria (fatores indesejáveis: laterais, pontas e parte superior desiguais)	5	
SUBTOTAL	40	

CARACTERÍSTICAS INTERNAS	VALOR MÁXIMO	NOTA
Características da crosta (fatores indesejáveis: borrachenta, quebradiça, dura, muito grossa, muito fina)	5	
Cor do miolo (fatores indesejáveis: cinza, opaca, desigual, escura)	10	
Textura do miolo (fatores indesejáveis: falta de uniformidade, áspera, compacta, seca)	10	
Estrutura da célula do miolo (fatores indesejáveis: falta de uniformidade, buracos muito abertos ou fechados)	10	
SUBTOTAL	35	

AROMA E GOSTO	VALOR MÁXIMO	NOTA
Aroma (fatores indesejáveis: falta de aroma, aroma desagradável, estranho, muito fraco ou forte)	10	
Gosto (fatores indesejáveis: ácido, estranho, goma, massa, gosto remanescente)	15	
SUBTOTAL	25	

TOTAL	100	
--------------	------------	--

FIGURA 1A Modelo de Ficha Aplicada a Qualidade do pão

Sexo: _____ Idade: _____

AMOSTRA DE PÃO INTEGRAL

Por favor, avalie cada amostra quanto à preferência.

	A	B	C	D	E
1. Gosta extremamente					
2. Gosta muito					
3. Gosta moderadamente					
4. Gosta superficialmente					
5. Indiferente					
6. Desgosta superficialmente					
7. desgosta moderadamente					
8. Desgosta muito					
9. Desgosta extremamente					

FIGURA 2A Modelo de ficha de resposta da avaliação sensorial, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, para o teste de aceitação.

ANEXOS

ANEXO B		Página
TABELA 1B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para glúten úmido, glúten seco, índice de glúten, falling number, absorção obtida de farinografia, tempo de estabilidade obtida de farinografia e trabalho de deformação (W) obtida de alveografia na farinha mista de casca de batata, trigo branca e trigo integral	121
TABELA 2B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para P/L obtida de alveografia, viscosidade máxima, viscosidade mínima, breackdown, viscosidade final, setback temperatura de viscosidade máxima na farinha mista de casca de batata, trigo branca e trigo integral.	122
TABELA 3B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta, cinzas, fração glicídica e valor calórico nos pães integrais.	123
TABELA 4B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez, diferença de cor (ΔE), no miolo, diferença de cor (ΔE) na crosta, textura interagindo tempo x dureza x tratamento, textura e volume dos pães integrais.	124
TABELA 5B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para peso e densidade dos pães integrais.	125

TABELA 6B	Quadrado médio da análise de variância e respectivo nível de significância para o amido ms do pão integral	125
TABELA 7B	Quadrados médios da análise de variância para textura interagindo textura x tratamento x tempo para o pão integral	126
TABELA 8B	Análise de variância das notas da avaliação sensorial dos pães integrais em função da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata	126

TABELA 1B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para glúten úmido, glúten seco, índice de glúten, falling number, absorção para farinografia, tempo de estabilidade para farinografia e trabalho de deformação (W) e P/L para alveografia na farinha mista de casca de batata, trigo branca e trigo integral.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio						
		Glúten úmido	Glúten seco	Índice de glúten	Absorção farinografia	Tempo estabilidade farinografia	Trabalho deformação (W) Alveografia	P/L alveografia
Tratamento	4	2,687667*	0,708840 ns	4,772583*	46,067333*	7,444333*	1687,805193*	5,980807*
Resíduo	10	0,408667	0,958473	0,500480	0,048000	0,554000	330,064860	0,257173
CV (%)		5,91	28,79	0,72	0,33	12,73	12,32	12,72

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

TABELA 2B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para, viscosidade máxima, viscosidade mínima, breackdown, viscosidade final, setback, temperatura de viscosidade máxima e falling number na farinha mista de casca de batata, trigo branca e trigo integral.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio						
		Viscosidade máxima	Viscosidade mínima	Breackdown	Viscosidade final	Setback	Temperatura de viscosidade máxima	Falling number
Tratamento	4	46,584277*	5,687043 ns	27,514607*	25,750410*	8,305623*	88,017250 ns	184,433333*
Resíduo	10	4,874007	2,358320	1,299733	7,429213	1,635007	31,458500	0,500480
CV (%)		3,38	3,54	5,21	2,79	2,35	6,80	0,72

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

TABELA 3B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta, cinzas, fração glicídica e valor calórico nos pães integrais.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio						
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína	Fibra bruta	Cinzas	Fração glicídica	Valor calórico
Tratamento	4	19,3087*	0,2738*	0,1295 ns	0,0749 ns	0,0601 ns	19,6114*	282,250066*
Resíduo	20	0,3453	0,0296	0,1935	0,0404	0,0285	1,3706	10,969448
CV (%)		1,64	9,34	3,40	7,50	6,07	2,66	1,35

ns – não significativo, * (P<0,05), CV – coeficiente de variação

TABELA 4B Quadrados médios da análise de variância e respectivo nível de significância para o amido ms do pão integral.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio
		Amido MS
Tratamentos	4	90,158833*
Resíduo	40	18,868682
CV (%)		5,54

* (P<0,05), CV – coeficiente de variação.

TABELA 5B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez, diferença de cor (ΔE) no miolo, diferença de cor (ΔE) na crosta, textura interagindo tempo x dureza x tratamento, textura e volume dos pães integrais.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio					
		pH pães	Acidez pães	ΔE diferença de cor miolo	ΔE diferença de cor crosta	Textura tratamento	Volume pães
Tratamento	4	0,024477*	0,595373*	40,294917*	11,728517*	359827,259000*	75889,16667*
Resíduo	10	0,004133	0,090700	5,687993	7,774167	10978,581333	3936,666667
CV (%)		1,11	4,48	6,67	5,49	14,49	2,93

* ($P < 0,05$), CV – coeficiente de variação

TABELA 6B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para peso e densidade dos pães integrais.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio	
		Peso	Densidade
Tratamentos	4	236,787390*	0,001023*
Resíduo	10	22,404840	0,000080
CV (%)		0,95	3,84

* (P<0,05), CV – coeficiente de variação

TABELA 7B Quadrados médios da análise de variância para textura interagindo textura x tratamento x tempo para o pão integral.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio
		X
Tratamento (Textura)	4	13730490,989222*
Resíduo 1	10	61562,092889
CV 1 (%)		8,78
Tratamento (Dia)	2	51805978,204222*
Dia x textura	8	1902146,315059*
Resíduo 2	20	85521,710222
CV 2 (%)		10,35

* (P<0,05), CV – coeficiente de variação.

TABELA 8B Análise de variância das notas da avaliação sensorial dos pães integrais em função da substituição da farinha de trigo pela farinha de casca de batata.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Tratamentos	4	18,013000*
Resíduo	495	2,392020
CV (%)		23,04

* Significativo a 5% de probabilidade.