

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE  
PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.) NA  
ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA**

**ELIZANDRA MILAGRE COUTO**

**2007**

**ELIZANDRA MILAGRE COUTO**

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE PEQUI (*Caryocar  
brasiliense* Camb.) NA ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA**

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

Orientador

Profª. Dra. Joelma Pereira

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007

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

Couto, Elizandra Milagre.

Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) na  
elaboração de pão de forma. / Elizandra Milagre Couto. -- Lavras: UFLA, 2007.

107p. : il.

Orientadora: Joelma Pereira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pequi; 2. Pão de forma; 3. Farinha de casca de pequi. Universidade Federal  
de Lavras. II. Título.

CDD -

**ELIZANDRA MILAGRE COUTO**

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE PEQUI (*Caryocar  
brasiliense* Camb.) NA ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA**

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

APROVADA em 31 de julho de 2007

Profa. Dra. Cristiane Gattini Sbampato

UNINCOR

Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli

UFLA

Profa. Dra. Joelma Pereira  
UFLA  
(Orientadora)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

À Deus, presença constante no meu caminho.

Aos meus pais, Alice e José pelo  
apoio incondicional.

As minhas irmãs Eliza e Bete.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, criador de toda nossa existência..

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

À Campestre Ltda, pelas doações de farinhas de trigo e por ceder suas instalações para a realização de parte deste experimento. Em especial, ao amigo Bruno.

À Profa. Dra. Joelma Pereira, pela orientação, carinho, amizade, confiança e tantos ensinamentos.

Ao Cnpq, pelo apoio financeiro por meio de bolsa de estudos.

À Fapemig, pelo apoio financeiro ao projeto.

À Profa. Dra. Cristiane Gattini Sbampato pelas orientações, amizade e apoio.

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

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

Aos funcionários da UFLA: Rafaela, Elisabeth, Helena, Tina, Sandra Tânia, Cleuza, Sr. Cipriano e Sr. Miguel.

Aos amigos que me ajudaram no projeto: Fausto, Gustavo, Lara e Camila, pela amizade e companherismo de sempre.

Aos amigos Janyelle, Anderson e Juliano, pela força e torcida.

Aos irmãos Alexandre e Cris, pela amizade e carinho,

Aos colegas: Gustavo Resende, Ellem, Kelen, Bruno, João Vicente, Mércia, Ana Carla, Nélio, Viviane, Daniela e Sueli, pela amizade e colaboração.

À amiga Tati, pela ajuda incondicional.

À amiga Antônia, pelas orações.

Às irmãs Cynthia e Camila Pazzini, pelo grande apoio e amizade..

Ao João Ricardo, pelo apoio e carinho.

Aos meus sobrinhos, Janaine e Henrique, pelo apoio.

À minha família, pelo empenho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1: Abordagem teórica da utilização da farinha de casca de pequi na panificação.....	01
1 Introdução.....	02
2 Referencial teórico.....	04
2.1 O pequi.....	04
2.2 Farinha da casca de pequi na panificação.....	06
2.3 O pão.....	07
2.3.1 Qualidade tecnológica da farinha de trigo.....	08
2.3.2 Quantidade e qualidade da proteína.....	09
2.4 Avaliação da qualidade dos pães.....	10
2.4.1 Características externas.....	10
2.4.2 Características internas.....	12
2.4.3 Aroma e gosto.....	13
2.5 Microbiologia de produtos panificados.....	14
3 Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO 2: Elaboração e caracterização da farinha de casca de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	18
1 Resumo.....	19
2 Abstract.....	20
3 Introdução.....	21
4 Material e métodos.....	22
4.1 Material.....	22
4.1.1 Obtenção da farinha de casca de pequi.....	22

4.1.2 Obtenção da farinha mista.....	23
4.2. Análises da farinha de casca de pequi.....	23
4.2.1 Análises físico-químicas.....	23
4.2.1.1 Umidade.....	23
4.2.1.2 Extrato etéreo.....	23
4.2.1.3 Proteína bruta .....	23
4.2.1.4 Fibra bruta.....	24
4.2.1.5 Cinzas.....	24
4.2.1.6 Fração glicídica (extrato não nitrogenado).....	24
4.2.1.7 Valor calórico.....	24
4.2.1.8 pH.....	24
4.2.1.9 Acidez titulável.....	25
4.2.1.10 Minerais.....	25
4.2.2 Análises físicas da farinha de casca de pequi.....	25
4.2.2.1 Determinação da cor.....	25
4.3 Análises reológicas da farinha mista e da farinha de trigo.....	26
4.3.1 Farinografia.....	26
4.3.2 Alveografia.....	26
5 Resultado e discussão.....	27
5.1 Rendimento da farinha de casca de pequi.....	27
5.2 Caracterização da farinha de casca de pequi.....	27
5.2.1 Análises físico-químicas.....	27
5.2.2 Análises físicas da farinha de casca de pequi e farinha de trigo.....	31
5.2.2.1 Determinação de cor das farinhas.....	31
5.2.3 Análises reológicas das farinhas mistas.....	33
5.2.3.1 Farinografia.....	33
5.2.3.2 Alveografia.....	36
6 Conclusões.....	38

7 Referências bibliográficas.....	39
CAPÍTULO 3: Utilização da farinha de casca de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) na elaboração do pão de forma.....	41
1 Resumo.....	42
2 Abstract.....	43
3 Introdução.....	44
4 Material e métodos.....	45
4.1 Material.....	45
4.1.1 Produção do pão de forma.....	45
4.2 Análise nos pães.....	46
4.2.1 Análises químicas.....	46
4.2.1.1 Umidade.....	46
4.2.1.2 Extrato etéreo.....	46
4.2.1.3 Proteína bruta .....	47
4.2.1.4 Fibra bruta.....	47
4.2.1.5 Cinzas.....	47
4.2.1.6 Fração glicídica (extrato não nitrogenado).....	47
4.2.1.7 Valor calórico.....	48
4.2.1.8 pH.....	48
4.2.1.9 Acidez titulável.....	48
4.2.2 Análises físicas.....	48
4.2.2.1 Determinação da cor dos pães.....	48
4.2.2.2 Volume dos pães.....	49
4.2.2.3 Textura dos pães.....	49
4.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	50
5 Resultados e discussão.....	51
5.1 Análises dos pães.....	51
5.1.1 Análises físico-químicas dos pães.....	51

5.1.2 Análises físicas dos pães.....	60
5.1.2.1 Cor dos pães de forma.....	60
5.1.2.2 Textura dos pães.....	62
5.1.2.3 Volume específico dos pães.....	63
6 Conclusões.....	65
7 Referências Bibliográficas.....	66
CAPÍTULO 4: Qualidade tecnológica e vida de prateleira dos pães de forma elaborados com farinha de casca de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).....	67
1 Resumo.....	68
2 Abstract.....	69
3 Introdução.....	70
4 Material e métodos.....	71
4.1 Material.....	71
4.2 Metodologias.....	71
4.2.1 Análises microbiológicas.....	71
4.2.2 Avaliação tecnológica do pão.....	72
4.2.3 Avaliação da qualidade do pão.....	73
4.2.4 Análise sensorial.....	73
4.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	74
5 Resultados e discussão.....	75
5.1 Análise microbiológica dos pães.....	75
5.2 Análises tecnológicas dos pães.....	77
5.3 Análise sensorial dos pães.....	82
5.4 Avaliação da qualidade do pão.....	86
5.4.1 Características externas.....	86
5.4.1.2 Características internas.....	88
5.4.1.3 Aroma e gosto.....	89

6 Conclusões.....	92
7 Referências Bibliográficas.....	93
ANEXOS.....	95

## RESUMO

COUTO, Elizandra Milagre. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração de pão de forma** 2007. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, MG \*

O pão nas suas várias formas é um dos alimentos mais difundidos no mundo, com consumo crescente, dia após dia. A fabricação de pães com farinha mista possibilita o enriquecimento nutricional do produto, além de aproveitar resíduos, diminuindo assim o lixo orgânico lançado ao ambiente, como o que vem ocorrendo com a casca do pequi. O objetivo do trabalho foi utilizar a casca de pequi para a produção de farinha a ser utilizada na elaboração de pão de forma. As cascas de pequi foram lavadas, sanitizadas com hipoclorito de sódio a 10 ppm por 15 minutos e armazenadas em sacos plásticos de polietileno, sendo em seguida submetidas ao congelamento em freezer, a -18°C. Depois, as cascas foram raladas e secas em jiraus de madeira telados com náilon, e trituradas em moinho de facas refrigerado. As porcentagens utilizadas na composição da farinha mista foram de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo. Foi determinada a composição centesimal e calórica das farinhas de casca de pequi e de trigo, feita a caracterização físico-química da farinha de casca de pequi, e análises reológicas das farinhas mistas e também foram realizadas análises físico-químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais nos pães de forma elaborados com as farinhas mistas. A composição centesimal mostrou que a farinha de casca de pequi é rica em fibras e micronutrientes, podendo enriquecer nutricionalmente as formulações de pão de forma, sem alterar sua qualidade sensorial e microbiológica.

---

Orientador: Joelma Pereira – UFLA.

## ABSTRACT

COUTO, Elizandra Milagre. Use of the pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* **Camb.**) in the sandwich loaf elaboration. 2007. 107p. Dissertation (Master in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.\*

The bread in its some forms is one of the most spread out foods in the world, with an increasing consumption day after day. The bread manufacture with mixing flour allows a nutritional enrichment of the product, beyond using to advantage residues, thus diminishing the organic garbage threw out to the environment, as what is occurring with the pequi rind. The objective of the work was to use the pequi rind to the flour production and to use it in the sandwich loaf elaboration. The pequi rinds were washed, submitted to sanitization with sodium hypochlorite 10 ppm per 15 minutes and stored in polyethylene plastic bags, being after that submitted to the freezing in freezer -18°C. After, the rinds were rasped and dried in wooden jiraus with nylon netting, then triturated in cooled knives mill. The percentages used in the composition of the mixing flour were: 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of pequi rind flour added to the wheat flour. The proximate and caloric composition of the flours from pequi rind and wheat was determined, made the physical-chemical characterization of the pequi rind flour, made rheological analyses of the mixing flours and were also done physical-chemical, physics, microbiological and sensorial analyses in sandwich loafs, elaborated with mixing flours. The proximate composition showed that the pequi rind flour is rich in fibers, micronutrients, being able to enrich nutritionally the sandwich loaf formularizations, without modifying its sensorial and microbiological quality.

---

\* Advisor: Joelma Pereira – UFLA

## **CAPÍTULO 1**

### **ABORDAGEM TEÓRICA DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE PEQUI NA PANIFICAÇÃO**

## 1 INTRODUÇÃO

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) conhecido como ouro do cerrado, por seu alto valor econômico e nutricional. É muito utilizado na culinária brasileira, desde o nordeste até o sul do país, devido ao êxodo das culturas culinárias populares. Uma forma de explorar ainda mais o fruto do pequi na culinária seria sua utilização sob outras formas, aproveitando outras partes comestíveis do fruto, como é o caso da farinha de casca de pequi, a qual, por sua vez, pode ser utilizada em formulações de produtos de panificação, sendo uma boa fonte de fibras.

Para a grande parte da população, a casca do pequi representa, como tantos outros subprodutos, apenas mais uma porção vegetal sem utilidade, algo que deve ser descartado ou quando muito, servir de adubo orgânico. Muitos ignoram o potencial nutritivo da casca de pequi, principalmente quanto ao conteúdo de fibra, considerada o principal componente de vegetais, de cascas de frutas e de cereais integrais, permitindo que esses alimentos sejam incluídos na categoria dos alimentos funcionais isso porque sua utilização dentro de uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de algumas doenças, como as coronarianas e certos tipos de câncer. O pequi, além de gerar uma série de benefícios, contribui para o enriquecimento nutricional das pessoas, além de também se tornar uma fonte de renda para muitos.

Uma forma de intensificar o consumo de fibra é a sua adição em outros produtos, principalmente os de panificação, como o pão de forma.

O pão, em uma ou outra forma, é um dos alimentos mais difundidos no mundo, cujo seu consumo cresce dia a dia, constituindo-se em uma das principais fontes calóricas da dieta do povo brasileiro.

Em vista do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as propriedades químicas e físicas da farinha de casca de pequi e a possibilidade de sua utilização em adição à farinha de trigo na produção de um pão de forma com boas qualidades tecnológicas e sensoriais, características de um bom produto de panificação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O pequi

O cerrado apresenta uma rica biodiversidade em alimentos de origem vegetal, principalmente frutos com elevado potencial para a alimentação humana, porém, poucos estudos relacionados à ciência dos alimentos têm sido realizados. Dentre as frutíferas nativas do cerrado, destaca-se o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), conhecido como ouro do cerrado, por seu alto valor econômico e nutricional (Barbosa & Amante, 2002).

O pequi, ou piqui, nome que se origina do tupi, em que Py = casca e, qui= espinho, é uma espécie de ampla distribuição nos cerrados e provavelmente, exclusiva desse tipo de vegetação (Cheves Pozo, 1997).

A utilização do pequi na culinária do povo brasileiro não tem fronteiras, sendo utilizado desde a região Nordeste até o Sul do país, difundido pelo êxodo das culturas culinárias populares (Reges et al., 2004). As formas tradicionais de consumo são cozido com arroz ou, simplesmente, com água e sal. Porém, são numerosos os produtos elaborados a base de pequi, como arroz com pequi, galinha com pequi, doce de pequi, pamonha com polpa de pequi, frapê e produtos similares ao chocolate de pequi (Chevez Pozo, 1997).

Uma forma de explorar ainda mais o fruto seria a sua utilização sob outras formas, aproveitando-se outras partes comestíveis do fruto, como é o caso da casca, pois esta não é utilizada comercialmente. No processo de elaboração do óleo de pequi, o primeiro passo é a retirada da casca dos frutos. A casca do pequi também é resíduo na elaboração de outros produtos, como sabão, ração animal, tinturaria e farinha (Chevez Pozo, 1997). A casca do fruto é responsável

por cerca de 84% do peso total, enquanto a polpa representa 10% e o caroço, aproximadamente, 6% (Ferreira et al., 1987).

O melhor aproveitamento da casca do fruto do pequi pode constituir-se numa atividade econômica, social e ecológica interessante, uma vez que possibilitará a ampliação dos lucros, a geração de novos empregos e redução de resíduo orgânico depositado no ambiente.

A venda do pequi “in natura” representa 40,7% da renda anual dos trabalhadores rurais. Quando, além do fruto, vende-se o óleo, os ganhos obtidos chegam a representar 54,7% dessa renda. Para os produtores familiares, o pequi representa o terceiro lugar da renda anual gerada com a venda de outros produtos (Chévez Pozo, 1997).

Alguns derivados do pequi (como sabão, castanha, remédios, etc.) ainda não são comercializados em grande escala, mas representam um mercado potencial. O óleo e o licor destacam-se pela importância alcançada. O primeiro, apesar de ser produzido artesanalmente, permite obter ganhos e gerar emprego temporário para um número significativo de pessoas. O segundo constitui expansão em âmbito nacional e internacional, gerando emprego permanente e importante contribuição, em termos de impostos (Chévez Pozo, 1997).

O empenho para o aproveitamento dos frutos do cerrado, entre eles o pequi, ressalta não só a importância de seu aproveitamento na alimentação, como também resgata atividades tradicionais das famílias que vivem nessa região, com abordagem de sustentabilidade, portanto, contribuindo para o resgate cultural dessas populações, para a preservação ambiental e organizando a atividade como fonte geradora de empregos e de renda (Frutos do cerrado, 2005).

## **2.2 Farinha da casca de pequi na panificação**

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 pequi pode ser considerada como aquela obtida pela moagem adequada da casca de pequi, sofrendo todo um processo tecnológico para adequar-se ao uso a que se destina.

É possível fazer a substituição de parte da farinha de trigo, até um nível na qual o efeito sobre as características tecnológicas e sensoriais dos produtos não seja prejudicial. A qualidade da farinha de trigo influencia no nível de substituição; quanto maior a quantidade do glúten, mais tolerante será esta farinha à adição de outra farinha (Benassi & Watanabe, 1997).

A farinha de trigo é um componente básico em 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. Por isso não se pode substituir totalmente a farinha de trigo por outras farinhas, pois o resultado não seria o mesmo (Benassi & Watanabe, 1997).

As modificações que poderão ocorrer nas características da massa são: absorção de água, tempo de mistura, estabilidade e propriedades de extensão da massa.

Na adição de farinha mista à farinha de trigo é importante observar: volume, cor, sabor, aroma e outras características do pão, pois não podem haver grandes alterações nessas características em relação ao pão feito com farinha de trigo (El-Dash, 1994).

A adição de farinha de casca de pequi pode trazer benefícios para produtos de panificação, dos quais o principal é o melhoramento do pão em termos nutricionais. Sabe-se que a farinha de casca de pequi é rica em fibras, que tem grande importância para o organismo. A fibra ganhou importância como constituinte necessário de uma dieta normal na década de 1970 (Payne, 1987, citado por Corrêa, 2000), em consequência dos primeiros estudos epidemiológicos que mostravam a prevalência de doenças crônicas intestinais nos países desenvolvidos do ocidente, como constipação, diverticulites e câncer do intestino grosso, as quais foram relacionadas à insuficiência de fibra na dieta. A prevenção e a atenuação de doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade, bem como determinadas respostas fisiológicas (Schneeman, 1986, citado por Corrêa, 2000) foram, posteriormente, associadas à ingestão de fibra alimentar. Apesar da complexidade do assunto, evidências têm mostrado a importância da fibra para o funcionamento normal da digestão e da absorção gastrintestinal e, por conseguinte, como agente alimentar relacionado com a diminuição da incidência de doenças gastrintestinais e outras (Corrêa, 2000).

### **2.3 O pão**

Segundo a Anvisa (2000), 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, apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia.

O pão é um dos alimentos mais difundidos em nosso país e uma das principais fontes calóricas da dieta do brasileiro. Seja ele de trigo, centeio, cevada, milho ou de farinha mista, 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 dia-a-dia. Como inconveniente, é

muito dependente da importação do trigo, o que acaba encarecendo seu preço final. Assim a utilização de farinhas mistas na sua constituição diminuiria seu custo, além de aumentar o seu valor nutritivo.

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Panificação (ABIP, 2006) e do Programa de Apoio à Panificação (Propan, 2003), em 2005, os brasileiros aumentaram o consumo de pão, que saltou de 27 para 33,11 kg per capita por ano. Esse valor corresponde à metade do recomendado pela OMS, que é de 60 kg/per capita ano, e está bem abaixo de países europeus e, até mesmo, de alguns países da América do Sul (Nutrinews, 2004).

### **2.3.1 Qualidade tecnológica da farinha de trigo**

A farinha de trigo não é apenas o ingrediente mais importante, mas também é um elemento fundamental da panificação.

A qualidade, preço e tecnologia do produto de panificação é uma função da qualidade da farinha e suas características. O que a torna básica na indústria de panificação são suas características químicas e físicas, especialmente aquelas relacionadas às suas proteínas formadoras de glúten. 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 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).

### **2.3.2 Quantidade e qualidade da proteína**

As avaliações de qualidade estão relacionadas especificamente com características físico-químicas dos componentes de formação do glúten (Pereira, 2002). Tanto o conteúdo quanto a qualidade da proteína são fatores importantes na determinação da velocidade e da capacidade de absorção de água pela farinha. Pela ação da mistura, as partículas de farinhas hidratadas formam uma rede de massa contínua que pela mistura subsequente transforma-se em massa desenvolvida com propriedades físicas adequadas à produção de pão. Durante o desenvolvimento da massa, os agregados de proteína, que a princípio parecem ter estrutura física fibrilar são convertidos em filmes contínuos ou membranas com propriedades reológicas adequadas à expansão e à retenção dos gases produzidos durante a fermentação e o cozimento da massa. A transformação de partículas de farinha hidratadas em uma massa desenvolvida depende, em grande extensão, da natureza das proteínas da farinha, especialmente das proteínas do glúten (Bushuk, 1985).

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 pequenos, 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**

O método mais utilizado para a determinação protéica da farinha de trigo é o método de Kjeldahl, que consiste na transformação do nitrogênio presente na amostra em amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), a qual é separada por destilação e quantificada por titulação do destilado.

#### **b) Qualidade da proteína**

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 dessa estrutura do glúten durante a fermentação e o 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 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  $\text{CO}_2$  e o volume, enquanto 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).

### **2.4 Avaliação da qualidade dos pães**

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

#### **2.4.1 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 uma consideração importante para a aceitabilidade dos consumidores. É de grande importância na determinação da qualidade porque, é afetado por vários fatores ligados à qualidade dos ingredientes usados na formulação da massa, especialmente a farinha e os tratamentos usados durante o processamento. Um volume excessivamente grande não seria um fator negativo nessa avaliação, mas, usualmente, esse pão tem uma textura fraca e uma granulidade grosseira, características que não são aceitáveis num pão de boa qualidade. (El-Dash et al., 1982).

#### **b) Cor da crosta**

A cor é a sensação que o indivíduo experimenta quando a luz dentro da região visível do espectro atinge a retina do olho. Esta é uma característica de qualidade que interfere na aceitabilidade dos pães e está diretamente relacionada com a quantidade de açúcar, enzimas e também pelas condições de processamento como o tempo de fermentação e o tempo e a temperatura de cozimento. A cor da crosta é resultado da reação não-enzimática entre os açúcares redutores e os grupos amino primários durante o cozimento, e é induzida pela presença de íons de hidrogênio durante o processo de fermentação (El-Dash et al., 1982). A crosta deve ser dourada, brilhante e o mais homogênea possível.

A importância da aparência influencia na opinião do consumidor com relação a outros atributos do produto, na sua decisão de compra e conseqüentemente, no consumo ou não. O consumidor espera que o produto tenha a cor que caracteriza e reluta em consumir quando esta é diferente em tonalidade ou intensidade do esperado. Normalmente, a cor da crosta oscila entre marrom intenso dourado no topo e marrom levemente dourado nas laterais (Pylar, 1988).

### **c) Quebra**

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

### **d) Simetria**

A simetria do pão é um atributo de aparência e depende das técnicas empregadas no manuseio e na moldagem da massa, além das condições ideais de formulação e processamento. 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 (El-Dash et al., 1982).

## **2.4.2 Características internas**

A análise das características internas dos pães completa a avaliação da qualidade. Vários são os atributos que a compõem como características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula do miolo e textura ou maciez.

### **a) Características da crosta**

O aspecto da camada da crosta é importante para a qualidade do pão. Uma boa crosta deve ser fina e não dura ou borrachenta. A presença de bolhas ou crosta grossa ou dura evidenciam problemas que podem estar relacionados com a farinha empregada, quantidade de açúcar, tempo e umidade da fermentação, umidade, tempo e temperatura do forno, entre outros (El-Dash et al., 1982).

#### **b) Cor do miolo**

Segundo El-Dash et al. (1982), um miolo macio, branco e sem estrias ou manchas é considerado ideal. O grau de extração e o tipo de farinha empregado interferem diretamente na coloração do miolo do pão. A incorporação de farelo à farinha interfere negativamente na cor do miolo. O tempo e a temperatura de fermentação, quando excessivamente elevados, também afetarão a cor.

A cor do miolo é influenciada pela fineza e uniformidade das células do miolo. Células mais finas resultarão em miolo mais claro, como é detectado pelo olho humano (Pylar, 1988).

#### **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. Isso inclui o tamanho, a forma e a natureza da parede da célula do miolo.

O miolo do pão pode ter granulosidade 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 granulosidade fina, enquanto que a célula de parede fina é encontrada em granulosidade grosseira e aberta. 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).

#### **2.4.3 Aroma e gosto**

O aroma é a característica de qualidade percebida pelo olfato. O pão deve possuir aroma delicado e típico dos produtos, isento de odores estranhos tais como ranço, azedo, mofo e outros, apresentando gosto levemente doce e ácido, sem 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.

Como o aroma é o maior componente do “flavor” do pão, ele desempenha importante papel na determinação da preferência dos consumidores (Pylar, 1988).

## **2.5 Microbiologia de produtos panificados**

Na produção de alimentos, é essencial que medidas apropriadas sejam tomadas para garantir a segurança e a estabilidade do produto durante toda a sua vida de prateleira (Forstythe, 2002).

A higienização na indústria de alimentos visa basicamente à preservação da palatabilidade e da qualidade microbiológica dos alimentos. Auxilia, portanto, na obtenção de um produto que, além das qualidades nutricionais e sensoriais, tenha boa condição higiênica sanitária, não oferecendo riscos à saúde do consumidor (Andrade & Macedo, 1996).

O pão comercialmente produzido e propriamente manipulado geralmente apresenta baixa atividade de água não favorecendo muito o crescimento de microrganismos, com exceção dos fungos filamentosos. Um dos representantes mais comuns é o *Rizopus stolonifer*, freqüentemente referido como “bolor do pão”. O armazenamento do pão sob condições de baixa umidade retarda o crescimento dos fungos e esse tipo de deterioração é vista somente quando o pão é guardado em ambientes com alta umidade ou embalado a quente.

Pães feitos em casa podem sofrer deteriorização de aspecto viscoso, causado por certos tipos de linhagens de *Bacillus subtilis*. A viscosidade pode ser visualizada quando se separa cuidadosamente a massa do pão em duas partes. A fonte nutricional dos microrganismos é a farinha e seu crescimento é favorecido mantendo-se a massa por tempo suficiente em temperaturas adequadas para o crescimento de microrganismos (Jay, 2005). A presença de

fungos pode tornar-se um perigo à saúde pública devido à produção de micotoxinas. Os microrganismos indicadores da qualidade higiênico-sanitária de grãos de cereais, farinhas e pães, segundo a RDC n-12 Anvisa (2001), são: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Bacillus cereus*, *Salmonella*, fungos filamentosos e leveduras.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: 29 jun. 2007.

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](http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº 263, de 22 de setembro 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: 09 maio 2007.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 1996. 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PANIFICAÇÃO (ABIP, 2006).

BARBOSA, R.C.M.V.; AMANTE, E. R. Farinha da casca de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém, 2002.

BENASSI, V.T.; WATANABE, E. **Fundamentos da tecnologia de panificação.** Rio de Janeiro: EMBRAPA- CTAA, 1997. 60p. (EMBRAPA-CTAA. Documentos; 21).

BUSHUK, W. Flour proteins: structure and functionality in dough and bread. **Cereal Foods World**, v.30, n.7, p 447-451, 1985.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*):** uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no Norte de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1997. 100P. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG..

CORRÊA, A. D. **Fibras na prevenção de doenças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 30p.(Especialização Lato Sensu em Nutrição Humana e Saúde).

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.

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.

FERREIRA, P. B. de M. **Desenvolvimento de tecnologia para produção de pão francês pré-assado**. 1987. 12p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. São Paulo: Artmed, 2002. 75p.

FRUTOS do cerrado podem ajudar no combate à fome. **Tribuna de Lavras**, Lavras, fev. 2005. 2º caderno., p.1.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6.ed. São Paulo: Artmd, 2005. 188p.

NUTRINEWS. **Na fila do pão**. 2004. Disponível em: <[www.nutrinews.com.br](http://www.nutrinews.com.br)>. Acesso em: 18 jan. 2006.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais (arroz, trigo, milho e aveia)**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 130p. (Textos Acadêmicos. Curso de Especialização Lato Sensu).

PROGRAMA DE APOIO AO PANIFICADOR. **Perfil setor do trigo**. 2003. Disponível em: <<http://www.propan.com.br>>. Acesso em: 29 jun 2007.

PYLLER, E. J. **Baking**: science & technology. 3.ed. Kansas: Sland, 1988. v.2.

REGES, C. M; REGES, I. S; GOMES, V. B; BEZERRA, R. T. R.; SALES, V. H. G. Desenvolvimento e elaboração do Pequi( *Caryocar brasiliense*) em pó a partir do fruto congelado sob diferentes condições. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife, 2004.

## **CAPÍTULO 2**

### **ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb)**

## 1 RESUMO

COUTO, Elizandra Milagre. Elaboração e caracterização da farinha da casca do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). In: \_\_\_\_\_. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração do pão de forma**. 2007. Cap.2, p. 18-40. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é um fruto conhecido como ouro do cerrado por seu alto valor nutricional e por fazer parte da economia daquela região. A casca do pequi não é aproveitada e tem como destino o lixo orgânico, porém, pelo seu alto conteúdo de fibras e minerais, pode ser utilizada para a elaboração de farinha que, por sua vez, se tornaria um ótimo componente de farinhas mistas. O presente trabalho teve como objetivo utilizar a casca do pequi para a produção de farinha e adicioná-la à farinha de trigo. As cascas de pequi foram lavadas, sanificadas com hipoclorito de sódio a 10 ppm por 15 minutos e armazenadas em sacos plásticos de polietileno, submetidas ao congelamento em freezer a -18°C. As cascas foram raladas e secas em jiraus de madeira telados com náilon, então trituradas em moinho de facas refrigerado. As porcentagens utilizadas na composição da farinha mista foram: 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo. As análises físicas e físico-químicas foram realizadas nas farinhas de casca de pequi e farinha de trigo e as análises reológicas nas farinhas mistas. A farinha de casca de pequi se caracterizou com 8,32% (bu) de umidade, 1,10% (bs) de extrato etéreo, 3,83% (bs) de proteína, 12,81% (bs) de fibra bruta, 2,54% (bs) de cinzas e 79,59% (bs) da fração glicídica. Com relação aos minerais, a farinha de casca de pequi apresenta bons valores de micronutrientes, como Fe e Zn. Quanto à análise farinográfica, à medida que se adicionou farinha de casca de pequi à farinha de trigo, os teores de absorção de água, o tempo de chegada, o tempo de desenvolvimento da massa e o índice de tolerância das farinhas mistas foram superiores ao da farinha de trigo; a estabilidade e o tempo de saída tiveram uma diminuição e os vinte minutos de queda oscilaram com a adição de farinha de casca de pequi. Os parâmetros de alveografia apontaram que a relação tensão/extensibilidade (P/L) das massas de farinha de trigo adicionadas de 0%, 5% e 10% de farinha de casca de pequi aumentaram e o trabalho (W), ou seja, a força geral do glúten para todas as massas estudadas diminuiu.

---

\* Orientador: Joelma Pereira - UFPA

## 2 ABSTRACT

COUTO, Elizandra Milagre. Elaboration and characterization of the pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* Camb). In: \_\_\_\_\_. **Use of the pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* Camb.) in the sandwich loaf elaboration**. 2007. Cap.2, p 18-40. Dissertation (Master in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) is a fruit known as the gold of savannah because of its high nutritional value and to act as a part of the economy of that region. The pequi rind is not used and has as a destination the organic garbage, however, for its high fiber and mineral contents it can be used for flour elaboration, that would become an excellent mixing flour component. The present work had as objective to use the pequi rind to the flour in addition to wheat flour. The pequi rinds were washed, submitted to sanitization with sodium hypochlorite 10 ppm for 15 minutes and stored in polyethylene plastic bags, submitted to freezing at -18°C. The rinds were scraped and dried in nylon net wooden drying sieve, then ground in refrigerated blade mill. The percentages used in the composition of the mixed flour were: 0, 5%, 10%, 15% and 20% of pequi rind flour added to the wheat flour. The physical and physical-chemical analyses were realized in pequi rind flours and wheat flour. Rheological analyses in mixed flours were also carried out. The pequi rind flour characterized with 8.32% (wb) of moisture, 1.10% (db) of ether extract, 3.83% (db) of protein, 12.81% (db) of crude fiber, 2.54% (db) of ashes and 79.59% (db) of the glycine fraction. With regard to minerals, the pequi rind flour presents good values of micronutrients as Fe and Zn. About the farinograph analysis, with the addition of pequi rind flour to the wheat flour, the amount of water absorption, the time of arrival, the time of the mass development and the tolerance index of mixed flours were superior to the one of the wheat flour. The stability and the exit time had a reduction. The twenty minutes of fall oscillated with the pequi rind flour addition. The alveograph parameters pointed that the relation tension/ extensibility (P/L) of the wheat flour pastes added with 0, 5% and 10% of pequi rind flour increased, and the work (W), that is, the general force of gluten for all the studied doughs diminished.

---

\* Advisor: Joelma Pereira - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

A alimentação da maior parte da população brasileira baseia-se apenas em fontes calóricas que não são suficientes para oferecer todos os nutrientes essenciais às funções do organismo humano para a realização das atividades diárias. Essa condição leva a deficiências nutricionais severas, sendo necessário o desenvolvimento de produtos que possam corrigir tais carências nutricionais.

O uso de farinhas mistas pode ser uma alternativa para a correção dessas deficiências, visto que elas apresentam valor nutricional elevado ajudando na prevenção de várias doenças.

A casca do pequi, que possui teores consideráveis de fibras e micronutrientes, é destinada ao lixo orgânico, porém, pode ser aproveitada para a elaboração de uma farinha que poderá ser adicionada à farinha de trigo para a produção de farinha mista enriquecida nutricionalmente.

Este capítulo teve como objetivo a obtenção da farinha de casca de pequi.

Os objetivos específicos foram:

- determinação da composição centesimal da farinha de casca de pequi;
- a caracterização físico-química da farinha de casca de pequi;
- a caracterização reológica das farinhas mistas elaboradas pela adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, em cinco proporções: 0%, 5%, 10%, 15% e 20%.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Grãos e Cereais, de Produtos Vegetais, do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

O experimento consistiu na produção da farinha de casca de pequi a partir das cascas do fruto obtidos da região de Sete Lagoas, MG.

A farinha de trigo utilizada no experimento era proveniente do Moinho Guaçu Mirim.

### **4.1 Material**

#### **4.1.1 Obtenção da farinha de casca de pequi**

Após a retirada da polpa comestível dos pequis, as cascas do fruto foram lavadas em água corrente, logo depois sanificadas, por imersão em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 10ppm por 15 minutos e armazenadas em sacos de plásticos de polietileno. A seguir, foram congeladas em freezer, a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Esse congelamento facilitou a etapa de ralagem das cascas em ralador manual. O material ralado foi distribuído homoganeamente em jiraus de madeira telados com náilon permitindo a livre circulação de ar por entre a camada a ser seca. As cascas raladas foram, então, expostas ao sol até que se apresentassem quebradiças, em condições próprias para serem moídas, em moinho de faca refrigerado, para a produção da farinha de casca de pequi que, nesse caso, demorou de cinco a sete dias. Depois de produzida, essa farinha foi homogeneizada e acondicionada em sacos plásticos e estocada em local seco, arejado, à temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ).

#### **4.1.2 Obtenção da farinha mista**

Após a obtenção da farinha da casca de pequi, adicionou-se porcentagens desta farinha de casca de pequi à uma farinha de trigo em cinco porções constituindo os seguintes tratamentos 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de adição.

### **4.2 Análises da farinha de casca de pequi**

#### **4.2.1 Análises físico-químicas**

##### **4.2.1.1 Umidade**

A umidade foi determinada por meio de secagem em estufa a 105°C até obter peso constante das amostras, conforme método nº 925.09 da AOAC (2000). O resultado foi expresso em porcentagem de umidade na amostra.

##### **4.2.1.2 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 nº 925.38 da AOAC (2000). O resultado foi expresso em porcentagem de extrato etéreo na matéria seca.

##### **4.2.1.3 Proteína bruta**

A fração protéica foi determinada pelo método de Micro-Kjeldahl nº 920.87 da AOAC (2000). Para calcular o teor protéico utilizou-se o fator de conversão 6,25, sendo o resultado expresso em porcentagem de proteína bruta na matéria seca.

#### **4.2.1.4 Fibra bruta**

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

#### **4.2.1.5 Cinzas**

O método nº 923.03, da AOAC (2000), foi utilizado para determinar gravimetricamente a quantidade de cinza, avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento a 550°C em mufla, por um período suficiente para a queima de toda matéria orgânica. O resultado foi expresso em porcentagem de cinzas na matéria seca.

#### **4.2.1.6 Fração glicídica (extrato não nitrogenado)**

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).

#### **4.2.1.7 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).

#### **4.2.1.8 pH**

Foi preparado um extrato com 5g de amostra de farinha de casca de pequi e diluídos 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, baseado na metodologia descrita por Plata-Oviedo (1991).

#### **4.2.1.9 Acidez titulável**

Determinada por agitação, aproveitando-se o mesmo material do pH, adicionando-se NaOH (0,1 N) até pH 8,3. O resultado foi expresso em miliequivalentes da base por cem gramas da amostra na base seca, conforme Cecchi (2003).

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

#### **4.2.1.10 Minerais**

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

### **4.2.2 Análises físicas da farinha de casca de pequi**

#### **4.2.2.1 Determinação da cor**

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:

$\Delta E^*$  = valor para diferença de cor;

$\Delta L^*$  = diferença entre a leitura L do padrão branco e a leitura L da amostra;

$\Delta a^*$  = diferença entre a leitura padrão a do branco e a leitura a da amostra;

$\Delta b^*$  = diferença entre a leitura b do padrão branco e a leitura b da amostra.

### **4.3 Análises reológicas da farinha mista e da farinha de trigo**

#### **4.3.1 Farinografia**

A metodologia utilizada para prever o comportamento de formação da massa, durante a mistura, no processo de panificação, foi a de nº 54-2 da AACC (1995), utilizando o farinógrafo Brabender.

A partir do farinograma foram obtidos os seguintes dados: absorção de água, tempo de chegada (TC), tempo de desenvolvimento da massa (TDM), estabilidade (EST), tempo de saída (TS) e índice de tolerância à mistura (ITM), queda após 20 minutos (Q20).

#### **4.3.2 Alveografia**

Os parâmetros utilizados no alveograma são o P/L e W, em que o P (tenacidade) é a máxima pressão alcançada ao soprar a porção de massa até sua ruptura e o 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.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Rendimento da farinha de casca de pequi

Em 59,458g de cascas de pequi raladas, foram obtidos 10,760g de casca de pequi seca. O rendimento médio para a farinha de casca de pequi foi de 18,09%.

### 5.2 Caracterização da farinha de casca de pequi

#### 5.2.1 Análises físico-químicas

Na Tabela 1 estão apresentados a composição centesimal média e o valor calórico da farinha da casca de pequi e da farinha de trigo.

**TABELA 1** Composição centesimal média (umidade, extrato etéreo (E.E.), proteína, fibra bruta, cinzas, fração glicídica) e o valor calórico da farinha de casca de pequi e da farinha de trigo.

	Umidade (b.u)	E.E. (bs)	Proteína (bs)	Fibra bruta (bs)	Cinzas (bs)	Fração glicídica (bs)	Valor calórico (kcal/ 100g)
g/100g farinha de casca de pequi	8,32	1,10	3,83	12,81	2,54	79,52	344,11
g/100g farinha de trigo	13,11	0,93	12,63	0,13	0,72	85,29	401,25

Média de 5 observações

O teor de umidade, tanto da farinha de casca de pequi (8,32 g/100g b.u), quanto da farinha de trigo (13,11 g/100g b.u), estão dentro dos padrões estabelecidos pela Anvisa (2000), que deve ser, no máximo, de 14%. A umidade mais baixa na farinha da casca de pequi pode favorecer sua conservação, visto que quando elevada, favorece o desenvolvimento de microrganismos, principalmente fungos e a ocorrência de reações químicas e enzimáticas desfavoráveis o que reduz a qualidade e a durabilidade das farinhas.

Os valores médios de extrato etéreo da farinha de casca de pequi observados foram 1,10 g/100g (bs), sendo maior do que o valor médio de extrato etéreo encontrado na farinha de trigo 0,93 g/100g (bs). Barbosa & Amante (2002), em trabalho semelhante, encontraram valor médio de extrato etéreo na casca de pequi de 1,54 g/100g (bs). Esse valor mais alto pode ser em função da variedade de pequi utilizada.

O teor de proteína bruta encontrado para a farinha de casca de pequi foi de 3,83 g/100g (bs). Barbosa & Amante (2002) encontraram valor médio para a proteína, de 5,76 g/100g (bs), na farinha da casca de pequi; já na farinha de trigo, foi encontrado um valor médio de proteína 12,63 g/100g (bs), sendo superior ao encontrado na farinha de casca de pequi. Segundo a legislação o teor mínimo de proteína na farinha de trigo deve ser de 11 g/100g (bs), estando o valor da proteína relacionado à qualidade da farinha na obtenção do glúten (Andrade, 2006).

Para a fibra bruta, foi encontrado o valor médio de 12,63 g/100g (bs) na farinha de casca de pequi, valor este superior ao encontrado na farinha trigo de 0,13 g/100g (bs). De acordo com Barbosa & Amante (2002) a farinha da casca de pequi apresenta concentração considerável em fibra alimentar (39,97%), sendo superior ao encontrado por El-Dash et al. (1994) no fubá integral (1,2%) e na farinha de soja integral (3,3%). Esses valores são superiores até mesmo aos da polpa de pequi, a qual, de acordo com Sano & Almeida (1998), é de 11,60%.

Em relação às cinzas, o valor médio encontrado neste trabalho foi de 2,54% (bs), superior ao encontrado por Barbosa & Amante (2002), que encontram o valor médio de 1,78% (bs) na farinha de casca de pequi. Na farinha de trigo, foram encontrados 0,72% (bs). O teor de cinzas está diretamente relacionado ao grau de extração. Quanto maior o grau de extração da farinha de trigo, maior será o teor de cinzas pela presença das camadas externas do grão ricas nesses nutrientes (Andrade, 2006). Segundo a legislação vigente (Anvisa, 1996), a farinha especial deve ter, no máximo, 0,65% de cinzas (bs) e a farinha comum, até 1,35% (bs).

Os valores médios da fração glicídica presente nas farinhas de casca de pequi e de trigo foram de 79,52% (bs) e 85,29%, respectivamente. Barbosa & Amante, avaliando a quantidade de fração glicídica em farinha de casca de pequi encontraram 50,94%(bs).

A média do valor calórico foi de 344,11 kcal/100g (bs) de farinha de casca de pequi e para a farinha trigo, foram encontrados um valor de 401,25 kcal/100g (bs). Os valores da composição centesimal destas duas farinhas são bem diferentes. O valor calórico mais alto da farinha de trigo se deve à forma de cálculo dessa fração, pois a farinha de casca de pequi possui valores superiores no extrato etéreo, enquanto a farinha de trigo possui valores superiores em proteína e fração glicídica.

Os teores médios de pH e acidez titulável (meq NaOH/100g) da farinha de casca de pequi e da farinha de trigo são apresentados na Tabela 2.

O pH observado na farinha de casca de pequi foi de 3,97, enquanto que, para a farinha de trigo, foi encontrado o valor médio de 5,44. Já para a acidez titulável foram encontrados valores médios de 9,31 (meq NaOH/100g) e 3,28 (meqNaOH/100g) nas farinhas de casca de pequi e de trigo, respectivamente. Esses valores podem influenciar na durabilidade e na qualidade da farinha, visto que produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração.

Além disso, os ácidos orgânicos influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção da qualidade (Cecchi, 2003).

**TABELA 2** Valores médios de pH e acidez titulável (meq NaOH/ 100g) das farinhas de casca de pequi e farinha trigo.

	Farinha de casca de pequi	Farinha de trigo
pH	3,97	5,44
Acidez (meq NaOH/100g)	9,31	3,28

Médias de 5 observações.

Na Tabela 3 estão descritos os valores médios dos minerais (bs) encontrados na farinha de casca de pequi.

**TABELA 3** Valores médios dos minerais na farinha de casca de pequi.

Farinha de casca de pequi									
Macrominerais mg/kg (bs)					Microminerais mg/kg (bs)				
P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
0,03	1,10	0,14	0,09	0,04	20,7	6,1	41,4	13,43	56,63

Embora os valores médios de macronutrientes na farinha de casca de pequi encontrados neste trabalho sejam baixos, os valores médios dos

micronutrientes encontrados foram consideravelmente bons para a alimentação humana. Deve-se destacar a importância nutricional destes, principalmente do Fe e do Zn, pois, desde agosto de 2002, o Ministério da Saúde, juntamente com a Anvisa, tornou obrigatório a adição de Fe às farinhas de trigo e milho, visando reduzir a incidência de anemias em crianças e gestantes. O valor médio de ferro encontrado foi bem elevado, de 56,63 mg/kg. Segundo Franco (2005) a carne de boi cozida tem 38 mg/kg desse micronutriente, sendo considerado ótima fonte deste mineral.

O Zn é um mineral fundamental nas funções catalíticas, estruturais, principalmente por fazer parte de várias enzimas, atuando no crescimento e na reprodução humana. O valor médio encontrado de Zn pode ser considerado razoável, lembrando que a ingestão diária recomendada é de 12 a 19 mg/100g. Com relação ao boro, ao cobre e ao manganês, a farinha de casca de pequi pode ser considerada uma boa fonte desses micronutrientes.

## **5.2.2 Análises físicas da farinha de casca de pequi e farinha de trigo.**

### **5.2.2.1 Determinação de cor das farinhas**

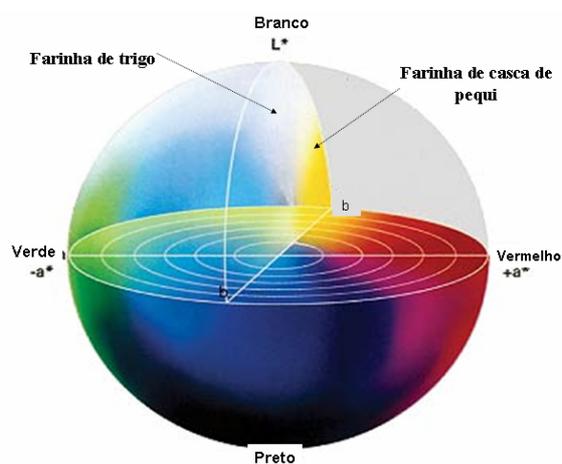
Os valores médios apresentados pela determinação de cor ( $\Delta E$ ) da farinha de casca de pequi foram de 50,98 em relação ao padrão da placa branca e o valor de  $\Delta E$  apresentado pela farinha de trigo foi de 22,4 em relação ao padrão da placa branca.

Observando-se os dados da Tabela 4, percebe-se que a farinha de trigo apresenta uma luminosidade ( $L^*$ ) mais próxima ao valor 100 (branco), enquanto que a farinha de casca de pequi apresentou um valor de 51,07, ou seja, mais distante de 100 (branco). Isso indica que a farinha de casca de pequi tem uma cor mais escura que a farinha de trigo. Os valores dos padrões de cromacidade indicam que a farinha de casca de pequi apresentou valores de  $a^*$  e  $b^*$  consideravelmente superiores aos da farinha de trigo, indicando maior

intensidade de cor dessa farinha. A diferença entre a cor da farinha de casca de pequi e da farinha de trigo pode ser observado na Figura 1.

**TABELA 4** Valores médios para os padrões de cor  $L^*$   $a^*$  e  $b^*$  do colorímetro Minolta, das farinhas de casca de pequi, farinha de trigo branca.

	Parâmetros de cor		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Farinha de casca de pequi	51,07	9,11	28,86
Farinha de trigo branca	70,51	3,06	4,49
Média de 3 observações			



**FIGURA 1:** Representação de sólido de cor no espaço de cor  $L^*$   $a^*$   $b^*$  das farinhas de trigo e de casca de pequi.

### **5.2.3 Análises reológicas das farinhas mistas**

#### **5.2.3.1 Farinografia**

Os parâmetros avaliados na farinografia estão descritos na Tabela 5, e sua representação gráfica está em anexo (Figura 1D, Anexo D).

Para os valores de absorção de água, observou-se um aumento à medida que se adicionou a farinha de casca de pequi na farinha de trigo. A absorção de água é influenciada por vários fatores, e dentre eles, os de maior importância são o teor e a qualidade da proteína e do amido. De modo geral, para a farinha de trigo, quanto mais água ela absorve, até certo limite, melhor será, dos pontos de vista da panificação e econômico, pois seu rendimento será maior. Porém, nesse caso, o aumento da absorção de água se deve ao aumento da quantidade de fibra bruta presente na farinha mista. Como se pode observar, as farinhas mistas tiveram níveis de absorção de água dentro do valor recomendado para a elaboração do pão de forma, que seria de 60%-64% de absorção de água (Germani, 2003)

O tempo de chegada (TC) está relacionado ao tempo requerido para hidratação das partículas, ou seja, representa o tempo gasto pela farinha para absorver a água que foi adicionada, dando-se início à formação de uma rede de proteína na massa. Os tempos de chegada das farinhas adicionadas de farinha de casca de pequi foram superiores aos da farinha de trigo, indicando uma diminuição na velocidade de embebição de água em relação à farinha de trigo. Isso era esperado, já que a farinha de casca de pequi é rica em fibras, as quais também absorvem água, retardando, portanto, a hidratação completa da massa de amido e glúten.

**TABELA 5** Valores observados no farinograma das farinhas mistas em cinco tratamentos (TRAT), absorção se água (AA), tempo de chegada (TC), tempo de desenvolvimento da massa (TDM), estabilidade (EST), vinte minutos de queda (20' DE QUEDA), índice de tolerância (IT) e tempo de queda (TQ).

TRAT	AA	TC	TDM	EST	TS	20' DE QUEDA	IT	TQ
0%	57,2%	1'18"	2'00"	10'00"	20'00"	30 UF	20UF	12'00"
5%	60,6%	2'00"	3'00"	9'00"	8'00"	20 UF	30UF	7'00"
10%	61,4%	2'27"	2'18"	8'18"	9'00"	30 UF	30UF	4'00"
15%	61,8%	2'45"	3'18"	8'00"	9'00"	30 UF	20UF	3'00"
20%	64,2%	2'00"	4'00"	3'00"	4'00"	40 UF	70UF	3'00"

O tempo de desenvolvimento da massa (TDM) está relacionado diretamente com o tempo ótimo de mistura da massa. Os processos de mistura da massa são responsáveis pelo desenvolvimento da rede de glúten e, portanto, fundamentais para a qualidade do produto final. Houve aumento no TDM em relação à farinha de trigo, à medida que se adicionou farinha de casca de pequi.

A estabilidade é um dos fatores mais importantes na avaliação da qualidade de uma farinha, ou seja, da qualidade da proteína que a farinha contém. Uma estabilidade maior da massa indica melhor qualidade das proteínas da farinha, e, portanto, melhor é a qualidade da farinha (Jardine, 1981). Segundo Germani (2003), uma farinha com boas qualidades tecnológicas para a produção do pão de forma deve apresentar a estabilidade maior que 9 minutos. À medida que se adicionou farinha de casca de pequi, houve a diminuição na estabilidade dessas farinhas, indicando o enfraquecimento da massa na tolerância à mistura.

Porém, pôde-se notar que a adição de até 15% de farinha de casca de pequi à farinha de trigo resultou na estabilidade de 8 minutos, tempo próximo ao ideal para a farinha de trigo (Germani, 2003). Apenas a farinha mista com 20% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo apresentou estabilidade mais baixa, crítica para a elaboração do pão de forma.

O tempo de saída indica o tempo máximo, embora não ótimo, que se pode submeter uma determinada farinha ao trabalho mecânico para a elaboração da massa. Se a operação de mistura da massa continuar por período maior que o tempo de saída daquela farinha, haverá enfraquecimento acentuado do glúten. Houve diminuição do tempo de saída nas farinhas mistas em relação à farinha de trigo, indicando diminuição gradativa da tolerância dessas farinhas ao trabalho mecânico.

Quanto aos vinte minutos de queda, o valor desse parâmetro, quando alto, indica que a rede de glúten da massa é fraca, com pouca resistência a tempos de mistura. A queda após vinte minutos, quando se adicionou 5% de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, foi até menor do que o valor encontrado na farinha pura, sem mistura. As farinhas mistas com 10% e 15% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo obtiveram os mesmos valores que a farinha de trigo e somente a farinha mista com 20% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo aumentou relativamente pouco, indicando pequena diminuição na qualidade do glúten nesse parâmetro analisado.

O índice de tolerância indica baixa tolerância da massa ao trabalho mecânico, ou seja, o tempo de desenvolvimento não deverá ser ultrapassado, pois, do contrário, a rede de proteínas que formam o glúten será danificada. À medida que se aumentou a participação da farinha mista, ou seja, à medida que se adicionou farinha de pequi à farinha de trigo, aumentou o valor desse índice, demonstrando um efeito negativo na rede de glúten da massa.

Para o tempo de queda, houve redução acentuada à medida que se adicionou a farinha de casca de pequi à farinha de trigo, evidenciando o enfraquecimento da massa.

### 5.2.3.2 Alveografia

Os dados característicos dos alveogramas analisados foram W, que pode ser definido como “deformação” ou como “força geral do glúten ou ainda como “trabalho” e a tensão/ extensibilidade (P/L). Esses valores estão representados na Tabela 6.

**TABELA 6** Valores médios observados no alveógrafo das farinhas mistas, valores de deformação (W) e a relação pressão máxima de ruptura/extensibilidade (P/L).

TRATAMENTO	W ( $10^{-4}$ J)	P/L (mmH <sub>2</sub> O/mm)
0%	395,0	1,81
5%	67,8	3,01
10%	27,2	3,14
15%	58,2	1,28
20%	-----	-----

W = deformação, P = pressão máxima de ruptura e L= extensibilidade.

Notou-se uma diminuição do W à medida que se adicionou farinha de casca de pequi à farinha de trigo. O aumento da farinha de casca de pequi levou à diminuição na quantidade de proteína formadora de glúten na massa diminuindo assim a tenacidade da mesma. Para os valores de P/L houve

aumento até o nível de adição de 10%, ocorrendo decréscimo no tratamento de 15% em relação ao tratamento de 0% e, para o tratamento de 20%, o aparelho não conseguiu traçar o gráfico, pois a massa ficou quebradiça, não sendo possível formar uma massa capaz de ser insuflada. De acordo com Cubadda (1981) e Roussel (1991), farinhas com alta relação P/L ( $> 3$ ) produzem pães com pequeno volume.

Segundo Germani (2003), uma farinha para a produção de pães de forma deve apresentar relação P/L entre 0,5-1,7 e força do glúten (W) entre 150-280 x  $10^{-4}$  J.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas, os resultados obtidos permitem concluir que:

- os teores elevados de fibra e ferro encontrados na farinha de casca de pequi tornam esse produto uma fonte alternativa a ser adicionada na alimentação humana em função da importância nutricional desses componentes;

-a farinha de casca de pequi tem valores mais elevados de fibra e fração glicídica, porém seus teores de proteína são baixos, comparados aos teores da farinha de trigo;

-a farinha de casca de pequi apresenta valores de pH mais baixos e valores mais altos de acidez titulável, comparado-a à farinha de trigo, o que favorece a conservação dessa farinha;

-na farinografia, todos os parâmetros analisados foram alterados à medida que adicionou-se farinha de casca de pequi à farinha de trigo. Apesar de o aumento da absorção de água estar dentro do limite permitido, ela foi alterada pela adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo;

-na alveografia, a farinha de casca de pequi comprometeu os valores de W (força geral do glúten) e os valores de P/L (extensibilidade), à medida que foi adicionada à farinha de trigo. Porém, os melhores resultados foram para os tratamentos de 0% e 10%.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: 29 jun. 2007.

ANDRADE, E. C. B. de. **Análise de alimentos uma visão química da nutrição**. São Paulo, 2006. 89p.

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.

BARBOSA, R.C.M.V.; AMANTE, E.R. Farinha da casca de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém, 2002.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Unicamp, 2003.

CUBADDA, R. **Caratteristiche delle farine e qualità del pane**. Técnica Molitoria, p89-96, Febbraio 1991

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.

FRANCO, G. V. E. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005 307p. (Série Endocrinologia e Nutrição).

GERMANI, R. Qualidade de farinha de trigo e panificação. In: SEMANA ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 9., 2003, Rio de Janeiro. **Apostilas...** Rio de Janeiro, UFRuralRJ, 2003. 74p.

JARDINE, J. G. **Farinha mista de triticale e trigo para produção de pães**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1981. 22p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

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

PLATA-OVIEDO, M. S. V. **Efeito do tratamento ácido nas propriedades físico-químicas e funcionais de amido de mandioca**. 1991. 135p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

POMERANS, Y.; SHOEGREN, M. D.; FINNEY, K.; BETCHEL, D. B. Fiber in breadmaking-effects on functional. **Cereal Chemistry**, v.54, p.25-41, 1997.

ROUSSEL, P. El ensayo de panificación em Francia. **Alimentación-Equipos-y-Tecnología**; v.10, n1, 189-195p, 1991.

SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

Van de KAMER, J. H.; Van de GINKEL, L. Van. Rapid determination of cruder fiber in cereal. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v29, n4, p239-251, 1952.

### **CAPÍTULO 3**

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CASCA DE PEQUI (*Caryocar  
brasilense* Camb.) NA ELABORAÇÃO DO PÃO DE FORMA**

## 1 RESUMO

COUTO, Elizandra Milagre. Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb) na elaboração de pão de forma. In: \_\_\_\_\_. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração do pão de forma.** 2007. Cap.3, p 41-66. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O pão é 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. Apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia. O uso de farinhas mistas na elaboração do pão pode contribuir para melhorar seu valor nutricional. O trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar os pães de forma por meio da composição centesimal. Os pães foram fabricados a partir da adição de farinha de casca de pequi nas concentrações de 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, em relação à farinha de trigo. A composição centesimal mostrou que os pães de forma adicionados com farinha de casca de pequi são mais ricos em fibras em relação ao pão de forma elaborado apenas com farinha de trigo. O valor de pH variou nos pães, diminuindo com o aumento da adição de farinha de casca de pequi, enquanto a acidez titulável aumentou. A diferença de cor dos miolos aumentou com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, sendo que tanto o miolo quanto a crosta se apresentaram mais escuros. Os pães com 0%, 5% e 10% se apresentaram mais macios do que os pães dos outros tratamentos. O aumento da farinha de casca de pequi resultou em pães de forma com menores volumes.

---

\* Orientadora: Joelma Pereira – UFLA

## 2 ABSTRACT

COUTO, Elizandra Milagre. Use of the pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* Camb) in the elaboration of sandwich loaf. In: \_\_\_\_\_. **Use of the pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* Camb) in the elaboration of sandwich loaf.** 2007. Cap.3, p 41 – 66. Dissertation (Master in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.\*

Bread is a product from the cooking, in adjusted technical conditions, of dough prepared with wheat flour, biological yeast, water and salt, likely contain other approved nourishing substances, presenting elastic and homogeneous crumb, with fine pores and soft crust. The mixed flour used in the preparation of bread can contribute to improve its nutritional value. The objective of the work was to characterize sandwich loaf by means of the proximate composition. The samples of bread were manufactured from pequi rind flour added in the following concentrations: 0, 5%, 10%, 15% and 20%, in relation to the wheat flour. The proximate composition of sandwich loafs added with pequi rind flour are richer in fibers in relation to the sandwich loafs elaborated only with wheat flour. The value of pH varied little in bread, diminishing with the increase of the pequi rind flour addition, while the titratable acidity increased. The difference of color of the crumb increased with the addition of pequi rind flour to the wheat flour, and the crumb as much as the crust presented a darker color. The bread with 0, 5% and 10% were softer than the breads from the other treatments, however the increase of the pequi rind flour resulted in sandwich loafs with smaller volumes.

### 3 INTRODUÇÃO

O pão é um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo e seu consumo cresce a cada ano chegando a 33,1kg/per capita ano em 2006. Mesmo assim, este total ainda está abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 60 kg/per capita ano.

Constitui-se em uma das mais importantes fontes de energia, presente na maior parte das refeições diárias dos brasileiros, e de um produto popular, consumido na forma de lanches ou refeições e apreciado devido a grande variedade de aparência, aroma e sabor. O pão tem sido um excelente veículo para a complementação de nutrientes essenciais ao ser humano. Ajudando a prevenir doenças carências por deficiência na alimentação, hoje, todas as farinhas de trigo são adicionadas de ferro e ácido fólico.

As farinhas alternativas, como as farinhas mistas, têm sido usadas nos produtos de panificação com o objetivo de enriquecê-los nutricionalmente e manter suas qualidades tecnológicas e sensoriais de acordo com a preferência do consumidor.

Este trabalho teve o objetivo geral de verificar a viabilidade da utilização da farinha de casca de pequi na elaboração do pão de forma.

Os objetivos específicos são:

- verificar a contribuição nutricional da farinha de casca de pequi nos pães de forma elaborados com a farinha de trigo.

- verificar as características de qualidade do pão de forma elaborado com farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Grãos e Cereais e de Produtos Vegetais, pertencentes ao Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG e na Campestre Indústria Ltda, no mesmo município.

### 4.1 Material

#### 4.1.1 Produção do pão de forma

Os pães de forma foram elaborados seguindo-se a formulação básica constituída por: farinha de trigo (100%), sal (1%), gordura hidrogenada (5%), reforçador (0,06%), glicose (2%), glicerídeos (0,1%), fermento biológico fresco (1%), açúcar cristal (5%) e água (2000 mL). O experimento consistiu na adição de porcentagens de farinha de casca de pequi à farinha trigo em cinco proporções, constituindo os seguintes tratamentos: 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de adição.

Primeiramente, separaram-se e pesaram-se as farinhas, de acordo com cada proporção de adição de farinha de casca de pequi à farinha trigo. Logo em seguida, a farinha mista (5000 gramas) foi colocada na masseira a 70rpm, misturando-se com os demais ingredientes: sal (50 gramas), gordura vegetal (250 gramas), reforçador Zea (35 gramas), glicose (25 gramas), fermento biológico (50 gramas) e açúcar (250 gramas). Adicionou-se, aos poucos, a água gelada, tendo a quantidade sido variável para cada tratamento (0% = 2,000 mL, 5% = 2,570 mL, 10% = 3,120 mL, 15% = 3,250 mL e 20% = 4,000 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 440 gramas, boleada e modelada, deixando-a descansar

por 15 minutos, sendo em seguida, colocada em formas retangulares de 22x9x11 cm sem tampa, levada à câmara de fermentação, estabilizada a 32°C e 90% de umidade relativa, por, aproximadamente, 30 minutos. Logo depois, foi submetido ao forneamento em forno rotativo de vapor, a 180°C, por, aproximadamente, 35 minutos. Em seguida, os pães foram, então, resfriados em temperatura ambiente, depois fatiados e embalados em sacos de polietileno, próprios para pães de forma e borrifados com álcool de cereais para prevenir o desenvolvimento de microrganismos.

## **4.2 Análises nos pães**

### **4.2.1 Análises químicas**

#### **4.2.1.1 Umidade**

Os pães de forma foram picados manualmente. Em seguida foram pesados 10 gramas em cápsulas de porcelana previamente taradas e levadas a estufa a 105°C, até peso constante, para a determinação da umidade, que foi determinada conforme método nº 925.09 da AOAC (2000). O resultado foi expresso em porcentagem de umidade na amostra.

Depois de calculada a umidade, os pedaços de pães de forma desidratados foram macerados para a realização das demais análises.

#### **4.2.1.2 Extrato etéreo**

Para a análise de extrato etéreo, foi usada a metodologia nº 925.38 da AOAC (2000). O resultado foi expresso em porcentagem de extrato etéreo na matéria seca.

#### **4.2.1.3 Proteína bruta**

A fração protéica foi determinada pelo método de Micro-Kjeldahl n° 920.87 da AOAC (2000). Para calcular o valor protéico, o teor de nitrogênio foi multiplicado pelo fator de conversão 6,25 sendo o resultado expresso em porcentagem de proteína bruta na matéria seca.

#### **4.2.1.4 Fibra bruta**

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

#### **4.2.1.5 Cinzas**

O método n° 923.03, da AOAC (2000), foi utilizado para determinar gravimetricamente o conteúdo de cinzas, avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento 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.

#### **4.2.1.6 Fração glicídica (extrato não nitrogenado)**

O método utilizado foi o cálculo por diferença segundo a equação 1, considerando a matéria seca, segundo método da AOAC (1990):

$$\text{Equação 1: } \% \text{ F.G.} = 100 - (\text{EE} + \text{P} + \text{F} + \text{C})$$

Em que: FG = fração glicídica (%), U = umidade, EE = extrato etéreo (%); P = proteína (%); F = fibra bruta (%) e C = cinzas (%),

#### **4.2.1.7 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 2, conforme Osborne & Voogt (1978):

Equação 2: 
$$VC = (\% \text{ proteína} \times 4,0) + (\% \text{ extrato etéreo} \times 9,0) + (\% \text{ carboidratos} \times 4,0).$$

#### **4.2.1.8 pH**

Foi preparado um extrato com 5g de amostra de farinha de casca de pequi e diluídos 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 adaptada por Plata-Oviedo (1991).

#### **4.2.1.9 Acidez titulável**

Aproveitando-se o mesmo material do pH, adicionou-se NaOH (0,1 N) até pH 8,3. O resultado foi expresso em miliequivalentes da base por cem gramas da amostra na base seca, conforme Cecchi (2003), na equação 3.

Equação 3: 
$$\text{Acidez titulável} = (\text{meq} \times \text{fator de correção} \times 100) / \text{amostra (g)}$$

### **4.2.2 Análises físicas**

#### **4.2.2.1 Determinação da cor dos pães**

Foram retiradas fatias aleatórias dos pães de forma adicionados de farinha de casca de pequi, medindo-se a cromaticidade e a luminosidade na crosta e no miolo das fatias, utilizando-se 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 realizado por meio da equação 4.

$$\text{Equação 4: } \Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$$

em que:

$\Delta E^*$  = valor para diferença de cor;

$\Delta L^*$  = diferença entre a leitura L do padrão branco e a leitura L da amostra;

$\Delta a^*$  = diferença entre a leitura padrão a do branco e a leitura a da amostra;

$\Delta b^*$  = diferença entre a leitura b do padrão branco e a leitura b da amostra.

#### **4.2.2.2 Volume dos pães**

Os pães de forma foram colocados em um recipiente retangular de volume conhecido, contendo sementes de painço. Para evitar a penetração dessas sementes de painço no interior dos mesmos, forma envolvidos com filme plástico. 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 pela massa dos pães. O resultado foi expresso em  $\text{cm}^3$ , para o volume dos pães e o volume específico, em  $\text{cm}^3/\text{g}$

#### **4.2.2.3 Textura dos pães**

Para a determinação da textura foi realizado o teste de compressão com o auxílio do analisador de textura Stable Micro Systems, modelo TA.XT2i, utilizando-se probe cilíndrica, velocidade de teste 1,0 mm/s, velocidade pós-teste

5,0 mm/s, distância de compressão 5,0 mm, teste de compressão 1,0 mm, força 100g e tempo 5s. O teste foi realizado no centro de cada fatia do pão de forma. Essas fatias foram retiradas ao acaso da embalagem e na hora do teste, para evitar o ressecamento da crosta e do miolo, o que poderia interferir na textura. O resultado foi expresso em gramas força (gf).

#### **4.3 Delineamento experimental e análise estatística**

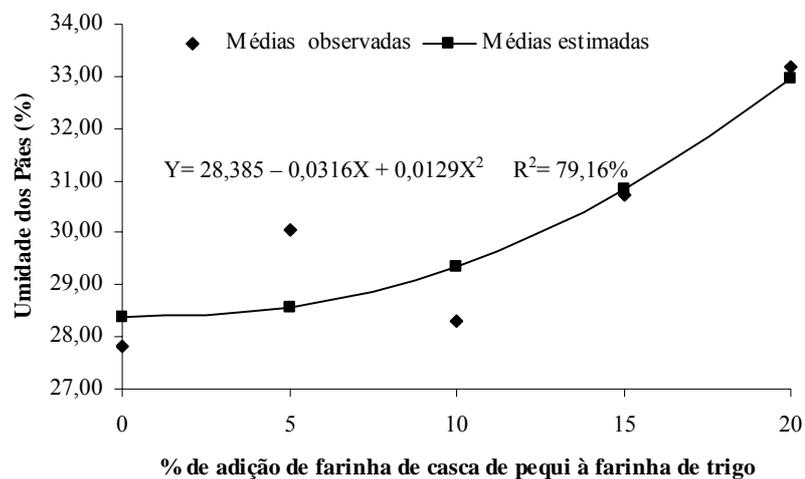
Quanto ao delineamento experimental, as análises de composição centesimal, pH, acidez, valor calórico, cor dos pães, volume e textura dos pães de forma foram realizadas em cinco repetições para cada tratamento, sendo considerados 5 tratamentos (adição 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de farinha de casca de pequi à farinha de trigo). Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância, pelo do programa Sisvar, versão 4.3 (Ferreira, 2003). Quando ocorreu efeito significativo entre tratamentos, foi utilizada a análise de regressão, para avaliar os parâmetros em função da porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análises dos pães

#### 5.1.1 Análises físico-químicas dos pães

Na Figura 1 são mostrados os resultados para a análise de umidade e sua respectiva equação de regressão



**FIGURA 1** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da umidade (% bu) dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

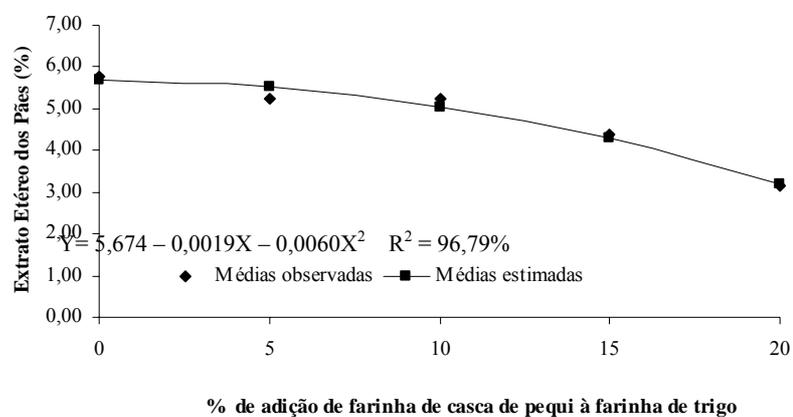
Os valores de umidade dos pães de forma apresentaram diferença significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, Anexo B). Esses valores

aumentaram à medida que se adicionou farinha de casca de pequi à farinha de trigo, o que pode ser explicado pelo fato de a casca de pequi ser rica em fibra, fração esta que absorve muita água. Além disso, na elaboração dos pães, quanto mais farinha de pequi continha a formulação, maior foi a quantidade de água necessária para o desenvolvimento do glúten na masseira. Conseqüentemente, maior foi a quantidade de água presente na massa do pão. De acordo com a tabela de composição nutricional da Universidade de São Paulo, USP (1998), o valor encontrado de umidade para pães de forma tradicionais é de 33,36% valor este próximo ao encontrado neste trabalho para os pães de forma elaborados apenas com farinha de trigo e os adicionados com farinha de casca de pequi. Estes valores estão de acordo com as normas da Anvisa (2000), que estabelece o teor máximo de umidade de 38% para pães feitos com farinha de trigo. A alta umidade deixa os produtos panificados grudentos e “borrachudos” (Esteller et al., 2005), favorecendo o crescimento de microrganismos, o que pode interferir na vida de prateleira.

Os resultados para a análise de extrato etéreo e sua respectiva equação de regressão se encontram na Figura 2. Houve diferença significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, Anexo B).

Em relação aos valores médios de extrato etéreo dos pães de forma estes diminuíram com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo variando de 5,67% (bs) a 3,21% (bs). Isso também pode ser justificado pelo fato de a farinha de casca de pequi ter menos extrato etéreo do que a farinha de trigo, resultando em quantidade menor desse grupo de nutriente em relação ao total do material analisado.

As respectivas médias apresentadas pela análise de proteína estão citadas na Tabela 1. Não houve diferença mínima significativa, a 5%, pelo teste de F (Tabela 1B, Anexo B), para os valores médios de proteína.



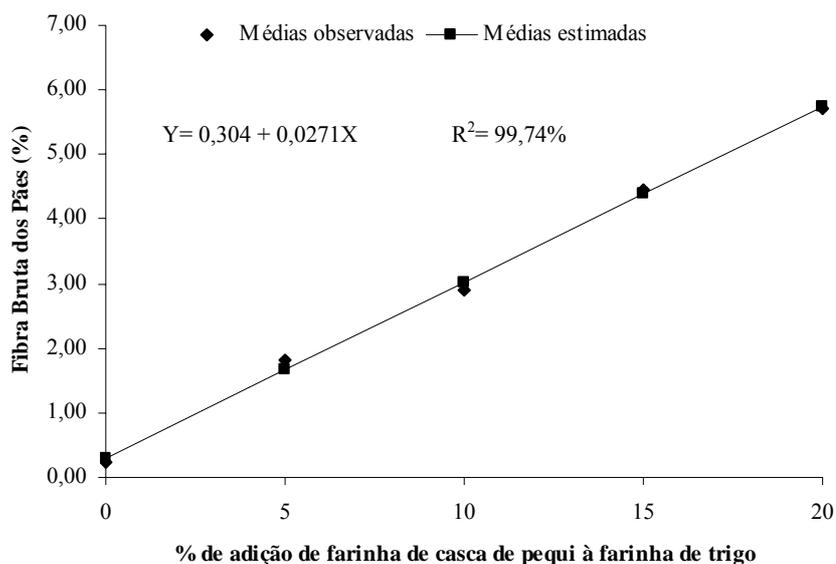
**FIGURA 2** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do extrato etéreo (% bs) dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

**TABELA 1** Valores médios de proteína dos pães de forma em relação à porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

Tratamento	Valores médios da proteína
Pães de Forma	
0%	11,62
5%	11,51
10%	11,40
15%	11,29
20%	11,17

As concentrações adicionadas de farinha de casca de pequi não foram suficientes para alterar significativamente a quantidade de proteína, pois, como a farinha de casca de pequi apresentou teor protéico baixo (3,83%bs) em comparação com a farinha de trigo (12,63% bs), podemos notar uma tendência à diminuição da fração protéica. Porém, o valor proteico dos pães não foram afetados. Segundo a tabela de composição nutricional USP (2004), o valor de proteína encontrado para pães de forma tradicionais é de 10,36%.

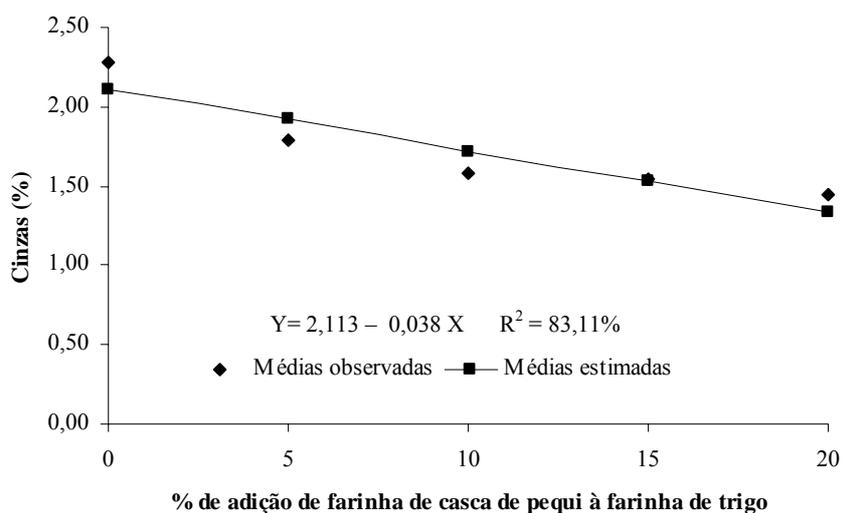
A análise de fibra bruta e sua respectiva equação de regressão estão mostradas na Figura 3. Houve diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, Anexo B).



**FIGURA 3** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da fibra bruta (% bs) dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi a farinha de trigo.

Com o aumento da adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, houve também aumento gradativo em relação aos valores de fibra bruta nos pães de forma, variando de 0,3% a 5,7%. Isso pode ser esclarecido pelo fato de a farinha de casca de pequi apresentar valor superior em fibra bruta (12,81%) quando comparada à farinha de trigo (0,13%).

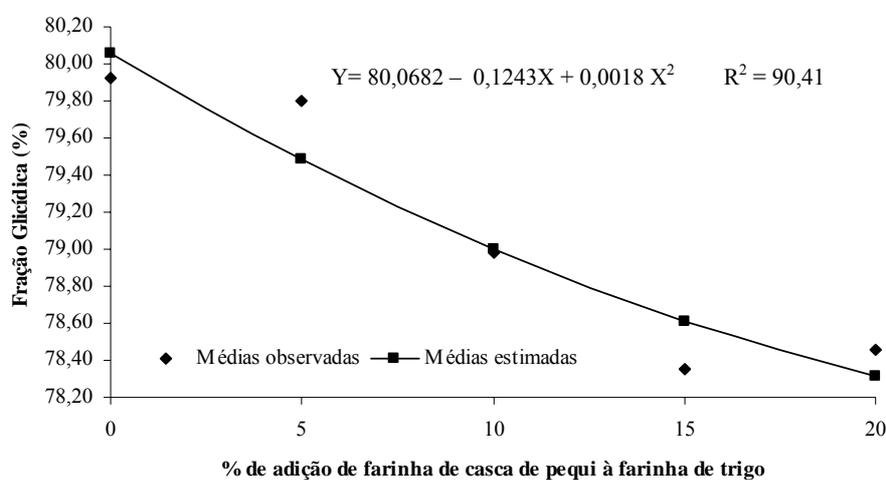
Na Figura 4 são mostrados os resultados para a análise de cinzas e sua respectiva equação de regressão. Houve diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 1B, Anexo B).



**FIGURA 4** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da cinza (% bs) dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi a farinha de trigo.

Em relação ao teor de cinzas, à medida que aumentou a concentração da adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, houve uma diminuição no teor de cinzas nos tratamentos, mesmo a farinha de casca de pequi apresentando valor maior de cinzas (2,54% bs) comparado ao da farinha de trigo (0,72% bs),

A análise de fração glicídica seus resultados e sua respectiva equação de regressão são mostrados na Figura 5.

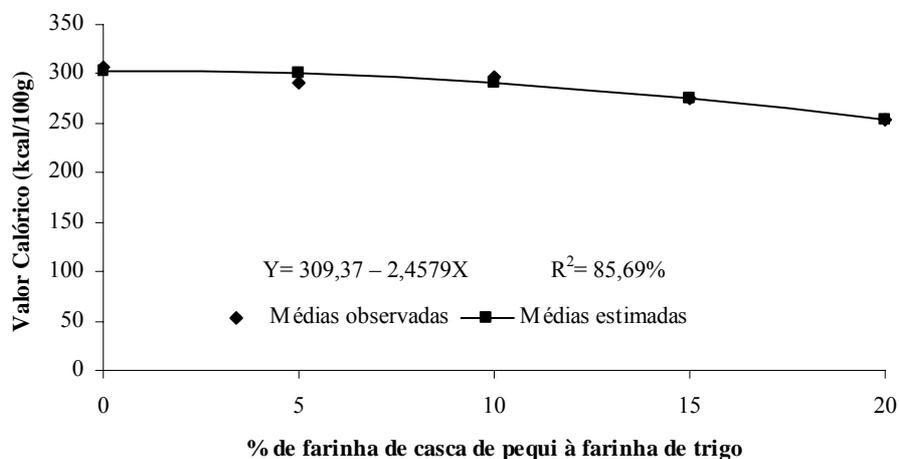


**FIGURA 5** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da fração glicídica (% bs) dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi a farinha de trigo.

Nos valores da fração glicídica houve diferença mínima, significativa a 5% (Tabela 1B, Anexo B). Os teores de fração glicídica diminuíram em função da adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo. Visto que farinha de casca de pequi apresenta valor menor de carboidratos (79,52%bs), em relação à

farinha de trigo (85,29% bs), então, ocorreu uma diluição na fração glicídica dos pães.

Na Figura 6 são mostrados os resultados para a análise do valor calórico e sua respectiva equação de regressão. Os valores calóricos dos pães apresentaram diferença mínima significativa a 5% (Tabela 1B do Anexo B).

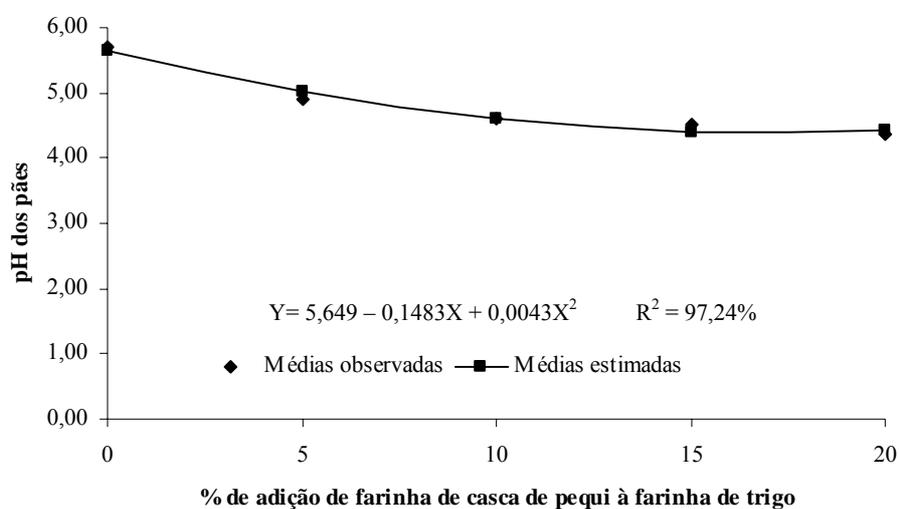


**FIGURA 6** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do valor calórico (% bs) dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi a farinha de trigo.

O valor calórico dos pães diminuiu com o aumento da adição de farinha de casca de pequi à farinha trigo, em função do menor valor calórico da farinha de casca de pequi (344,11 kcal/100g bs), comparado-a à farinha de trigo (348,81 kcal/100g bs). A composição centesimal destas duas farinhas é bem distinta, a

farinha de casca de pequi possui maior quantidade de extrato etéreo, porém, os valores superiores de glicídios e proteínas da farinha de trigo são responsáveis pelo seu valor calórico mais elevado.

Na Figura 7 são mostrados os resultados para a análise de pH e sua respectiva equação de regressão.

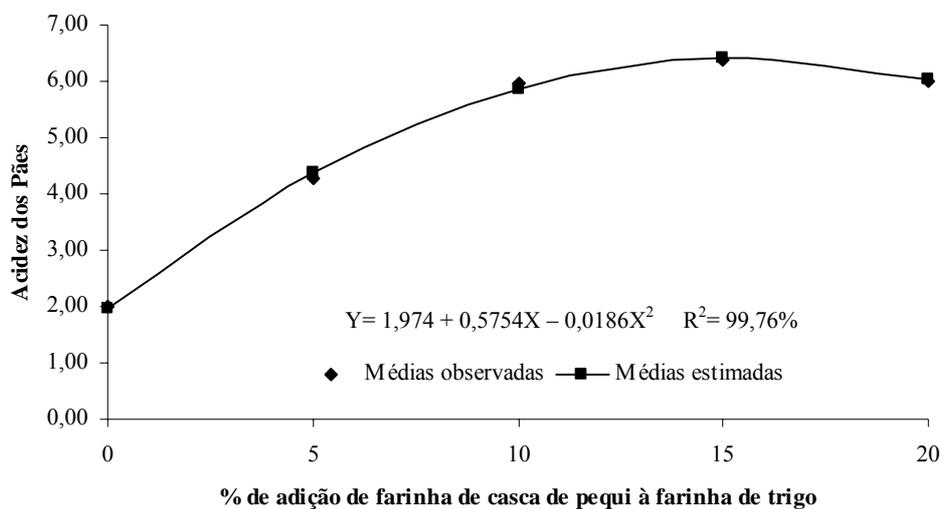


**FIGURA 7** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do pH dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi a farinha de trigo.

Para as análises de pH dos pães, foi detectada diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 2B do Anexo B).

Com o aumento das concentrações da adição de farinha de casca de pequi à farinha trigo, houve diminuição das médias do pH para os tratamentos variando de 5,64 a 4,33. Isso ocorreu em função do menor pH da farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo.

São mostrados na figura 8, os resultados para a análise de acidez e sua respectiva equação de regressão. Houve diferença mínima significativa, a 5% de probabilidade (Tabela 2B do Anexo B).



**FIGURA 8** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da acidez dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

Os valores da acidez dos pães aumentaram à medida que se adicionaram as porcentagens de farinha de casca de pequi na farinha de trigo que, por sua

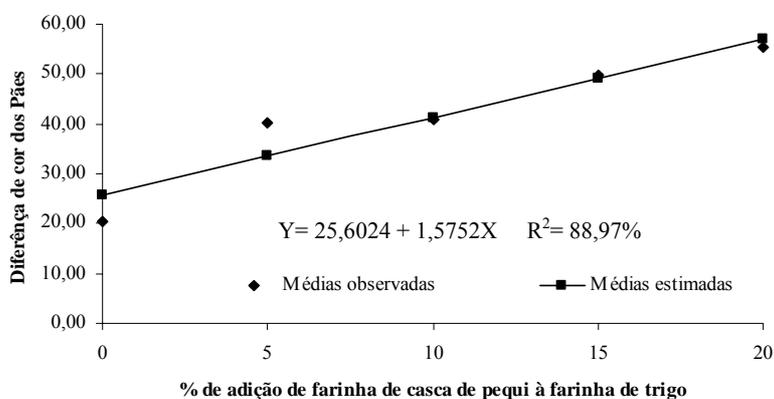
vez, apresenta uma acidez considerável de 9,31 meq NaOH/100g, em comparação com a farinha de trigo, que apresentou um valor de 3,2NaOH/100g. Isso pode favorecer a conservação dos pães de forma, visto que produtos mais ácidos são naturalmente mais estáveis quanto à deterioração.

## **5.1.2 Análises físicas dos pães**

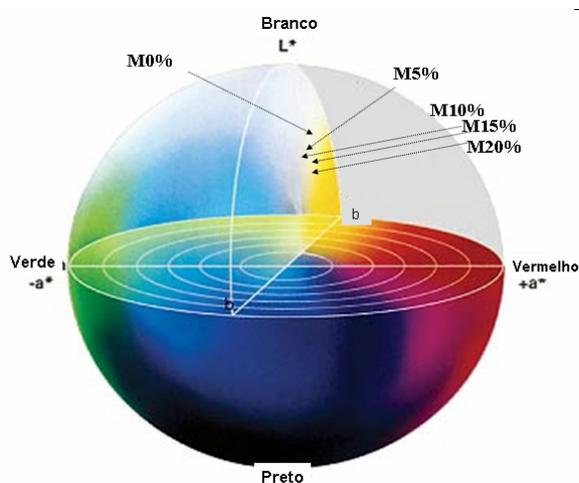
### **5.1.2.1 Cor dos pães de forma**

Na Figura 9 são mostrados os resultados para a análise da diferença de cor ( $\Delta E$ ) do miolo dos pães e sua respectiva equação de regressão, havendo diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 2B do Anexo B).

Com o aumento da adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, a diferença de cor ( $\Delta E$ ) do miolo dos pães de forma aumentou. Isso era esperado, já que a farinha da casca de pequi apresentou  $\Delta E = 50,98$  sendo superior ao  $\Delta E$  da farinha de trigo, que foi de 22,4, contribuindo para aumentar a coloração do pão de forma. Isso foi comprovado, conforme se observa na Figura 10.



**FIGURA 9** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da diferença de cor ( $\Delta E$ ) do miolo dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi a farinha de trigo.

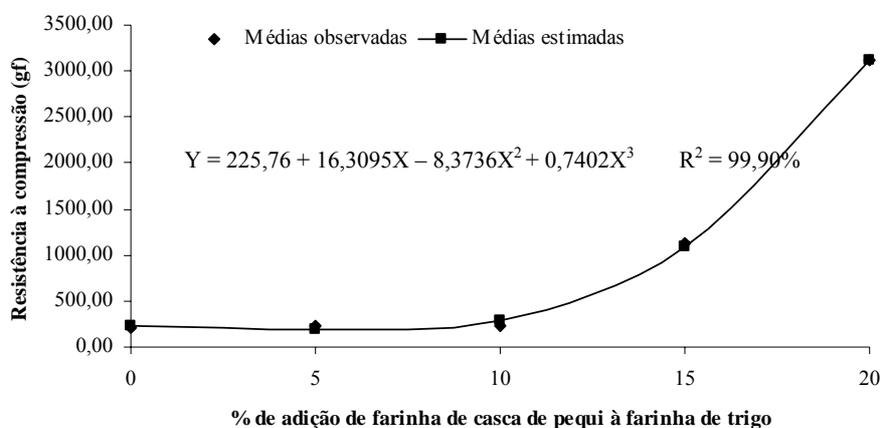


**FIGURA 10:** Representação de sólido de cor no espaço de cor  $L^*$   $a^*$   $b^*$  das amostras de miolo dos pães com 0% (M0%), 5% (M5%), 10% (M10%), 15% (M15%) e 20% (M20%) de adição de farinha de casca de pequi.

### 5.1.2.2 Textura dos pães

Na Figura 11 são mostrados os resultados para a análise de textura (resistência à compressão) e sua respectiva equação de regressão. Houve diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 2B do Anexo B).

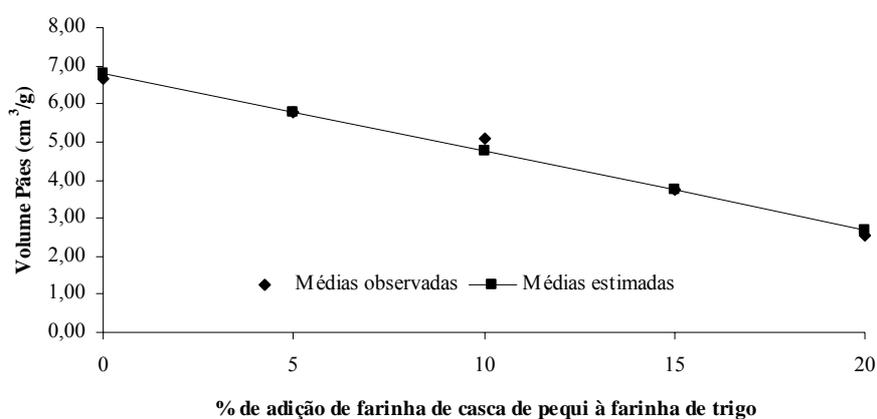
Em relação à resistência à compressão, os valores com até 10% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo dos pães de forma não oscilaram muito, indicando que os pães de forma com até 10% de adição de farinha de casca de pequi são mais macios em comparação àqueles com adição de 15% e 20% de farinha de casca de pequi. Isso pode ser explicado pelo fato de que à medida que se adiciona farinha de casca de pequi à farinha de trigo, tem-se um aumento na quantidade de fibra que por, sua vez, contribui para a maior firmeza dos pães.



**FIGURA 11** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação média à resistência de compressão dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

### 5.1.2.3 Volume específico dos pães

Na Figura 12 são mostrados os resultados para a análise de volume específico e sua respectiva equação de regressão. Houve diferença mínima, significativa a 5% de probabilidade (Tabela 2B do Anexo B).



**FIGURA 12** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação média do volume específico dos pães de forma, em função da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo.  $Y = 6,809 - 0,2051X$   $R^2 = 98,61\%$

À medida que se aumentou a porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, ocorreu diminuição acentuada do volume nos pães de forma. Isso pode ser associado à diluição do glúten com conseqüente enfraquecimento deste com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

O comprometimento da estrutura do glúten implica em alterações das propriedades viscoelásticas da massa que, por sua vez, não consegue formar uma rede capaz de se expandir, dar forma adequada ao pão e reter com eficiência os gases formados pela fermentação da massa, resultando, portanto em pães de forma com menor volume.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas, os resultados obtidos permitem concluir que:

- a farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo contribui para o enriquecimento nutricional dos pães de forma, aumentando o teor de fibra bruta e reduzindo o valor calórico;

- apesar de o volume dos pães de forma terem diminuído à medida que se adicionou farinha de casca de pequi à farinha de trigo, até o nível de 10% de adição a textura do pão de forma não foi comprometida, apresentando-se macios;

- a adição de até 10% de farinha de casca de pequi à farinha de trigo é viável, visto que não afeta as características tecnológicas do produto, garantindo uma utilização alternativa para esse fruto do cerrado.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: 29 jun. 2007.

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.** 17.ed. Washington, 2000. v.2.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2.ed. Campinas: Unicamp, 2003.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. da S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p. 802-806, out./dez. 2005.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar. Exe:** sistema de análise de variância. Versão 3.04. Lavras: UFLA/DEX, 2003. Software.

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

PLATA-OVIEDO, M. S. V. **Efeito do tratamento ácido nas propriedades físico-químicas e funcionais de amido de mandioca.** 1991. 135p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos em Nutrição Experimental/BRASILFOODS, 1988. **Tabela de composição de alimentos:** Versão 4.1. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 19 jul. 2007.

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

## **CAPÍTULO 4**

**QUALIDADE TECNÓLOGICA E VIDA DE PRATELEIRA DOS PÃES  
DE FORMA ELABORADOS COM FARINHA DE CASCA DE PEQUI  
(*Caryocar brasiliense* Camb.)**

## 1 RESUMO

COUTO, Elizandra Milagre. Qualidade tecnológica e vida de prateleira dos pães de forma elaborados com farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). In: \_\_\_\_\_. **Utilização da farinha de casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na elaboração do pão de forma**. 2007. Cap.4, p 67-107. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo e a utilização de farinhas mistas visando aumentar o valor nutricional sem interferir nas características sensoriais e tecnológicas é de fundamental importância. O objetivo do trabalho foi avaliar qualidade tecnológica e avaliar a vida de prateleira dos pães de forma elaborados com farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo. Os tratamentos foram compostos por 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, na formulação dos pães de forma. Em relação à avaliação da qualidade, nas características internas, os pães com até 10% de adição tiveram boas notas. Em relação às características internas, os pães com 0% e 5% de adição de farinha de casca de pequi obtiveram melhores notas e na análise sensorial, os pães com até 10% tiveram boa aceitação. Todos os pães de forma se encontram dentro da legislação quanto aos parâmetros microbiológicos, sendo que a vida de prateleira desses pães pode se estender por até seis dias de armazenamento, em condições de temperatura e umidade relativa ambientes.

---

\* Orientador: Joelma Pereira - UFLA

## 2 ABSTRACT

COUTO, Elizandra Milagre. Technological quality and shelf life of breads of sandwich loafs elaborated with pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* Camb). In: \_\_\_\_\_. **Use of the pequi rind flour (*Caryocar brasiliense* Camb.) in the elaboration of sandwich loaf.** 2007. Cap.4, p 67-107. Dissertation (Master in Food Science)- Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

Bread is one of the most consumed foods in the world, the mixing flour use aiming to increase the nutritional value without interfere on the sensorial and technological characteristics is of basic importance. The objective of the work was to evaluate technological quality and to evaluate the shelf life of sandwich loaf elaborated with pequi rind flour added to the wheat flour. Being the treatments compounded by 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of addition of pequi rind flour to the wheat flour, in the formularization of sandwich loaf. In relation to the evaluation of the quality, on the internal characteristics the breads with until 10% of addition had good notes, in relation to the internal characteristics the breads with 0% and 5% of pequi rind flour addition had gotten better notes, in the sensorial analysis, the breads with up to 10% had good acceptance. All the sandwich loafs are according to the legislation, about the microbiological parameters, being that the shelf life of these breads can extend up to six days of storage in conditions of surrounding temperature and relative humidity.

---

\* Advisor: Joelma Pereira - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de pães observado nos últimos anos, associado à maior exigência dos consumidores, com relação aos produtos consumidos, levou a indústria de panificação a buscar maior variedade e durabilidade desses produtos.

A utilização de farinhas mistas visando aumentar o valor nutricional sem interferir nas características sensoriais e tecnológicas vem sendo testada, sendo de fundamental importância. Isso porque esse aumento no valor nutricional é de grande interesse dos consumidores, visto que hoje existe uma preocupação muito grande com a alta incidência de enfermidades relacionadas à má alimentação.

Outro fator importante é observar a vida de prateleira desses produtos elaborados com farinhas mistas, para que possa ser transportado para a comercialização em várias regiões, sendo, assim, consumido com segurança.

Este trabalho teve como objetivos

- avaliar a qualidade tecnológica dos pães de forma elaborados com farinha de casca de pequi adicionada à farinha de trigo;
- avaliar a vida de prateleira dos pães de forma, após a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Grãos e Cereais, de Microestruturas e Engenharia Alimentar e de Microbiologia de Alimentos, pertencentes ao Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG.

### **4.1 Material**

O experimento consistiu na avaliação da análise microbiológica, análise tecnológica e sensorial dos pães de forma elaborados com porcentagens de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo em cinco níveis, constituindo os seguintes tratamentos: 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de adição.

### **4.2 Metodologias**

#### **4.2.1 Análise microbiológica**

As análises foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por Silva et al. (1997), e tomando-se como referência as normas de padrões da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2001), conforme a Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001.

As análises microbiológicas dos pães de forma foram feitas com intervalos de três dias após a fabricação e o armazenamento foi no Laboratório de Grãos e Cereais, em temperatura ambiente, com média de 25°C. Essa armazenagem foi realizada visando simular a vida de prateleira de supermercados e padarias.

A pesquisa de coliformes totais e termotolerantes foi realizada com a técnica do número mais provável (NMP). Os resultados foram expressos em NMP x g<sup>-1</sup>, conforme Silva et al. (1997).

O método de plaqueamento em superfície, em ágar manitol gema de ovo polimixina (MYP) foi utilizado para a pesquisa de *Bacillus cereus*. O resultado foi expresso em unidade formadora de colônias por grama de amostra (UFC x g<sup>-1</sup>), de acordo com Silva et al. (1997).

Para a análise de *Salmonella* sp. foi utilizada a metodologia descrita por 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<sup>-1</sup>), conforme descrito por Sanson et al. (2000).

#### **4.2.2 Avaliação tecnológica do pão**

Após o assamento e o resfriamento à temperatura ambiente, os pães de forma foram embalados em sacos de polietileno de média densidade e deixados à temperatura e à umidade relativa ambientes pelo período de 15 dias para a avaliação da qualidade durante o armazenamento. A cada três dias (zero, 3°, 6°, 9°, 12° e 15° dias), foram realizadas análises para a verificação da umidade usando o método nº 925.06, da AOAC (2000), do pH adaptada de Plata Oviedo (1991), utilizando 5 gramas de amostra diluídos em 50 mL de água destilada; da acidez titulável (por agitação, aproveitando-se o mesmo material do pH, adicionando-se NaOH (0,1 N) até pH 8,3, conforme Cecchi, 2003) e da textura em texturômetro Stable Micro Systems, modelo TAx2i, utilizando probe cilíndrica.

### 4.2.3 Avaliação da qualidade do pão

Foi utilizado o sistema americano modificado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar (Embrapa, 1982), com a seguinte distribuição de pontos por característica: 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, conforme a Tabela 2A do Anexo A. O teste foi avaliado por um grupo de sete provadores treinados.

Utilizando a classificação para qualidade dos pães (Tabela 1) adotada pela Embrapa (1982), foi atribuído um conceito a cada um dos tratamentos dos pães, de acordo com suas respectivas notas totais.

**TABELA 1** Classificação de qualidade do pão.

<b>Contagem dos pontos</b>	<b>Qualidade do pão</b>
< 70	Deficiente
70 – 80	Regular
80 – 90	Bom
> 90	muito bom

### 4.2.4 Análise sensorial

A análise sensorial dos pães de forma foi realizada de acordo como as metodologias descritas por Chaves & Sproesser (1999). O modelo da ficha usada na avaliação está na Figura 1A, do Anexo A. Os pães elaborados com as

diferentes proporções das farinhas da casca de pequi foram avaliados sensorialmente por 100 provadores não treinados, pelo teste de aceitação. O método usado foi a escala hedônica de nove pontos balanceada. Provadores treinados também avaliaram os pães de forma pelo método de ordenação.

A classificação da ficha foi transformada em valores numéricos, para que pudessem ser avaliados, pela análise de correspondência, para a detecção de diferenças significativas.

#### **4.3 Delineamento experimental e análise estatística**

Os resultados obtidos nas análises tecnológica dos pães de forma elaborados com a adição de porcentagens de farinha de casca de pequi à farinha de trigo (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) foram avaliados de acordo com o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos consistiram nas adições em porcentagem da farinha de casca de pequi à farinha de trigo. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2003). 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 casca de pequi adicionadas à farinha de trigo. Os modelos de regressão foram escolhidos com base nas significâncias dos parâmetros.

As análises de umidade, pH, acidez e textura da farinha de casca de pequi foram realizadas em cinco repetições. Para a análise sensorial dos pães, foi realizado o teste de correspondência para a avaliação das notas dadas pela escala hedônica.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise microbiológica dos pães

A análise microbiológica dos pães de forma adicionados com farinha de casca de pequi encontram-se na Tabela 2.

**TABELA 2** Resultado do NMP/g de coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella* e UFC/g de *Bacillus cereus* e fungos filamentosos e leveduras.

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)	Salmonella (em 25g)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
0	0%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	5%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	10%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	15%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	20%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
3	0%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	5%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	10%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	<b>4,0 x10<sup>2</sup></b>
	15%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	<b>2,8 x10<sup>2</sup></b>
	20%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
6	0%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	5%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	10%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3
	15%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	<b>2,6x10<sup>4</sup></b>
	20%	< 0,3	< 0,3	ausência	ausência	< 0,3

Na Tabela 3 são mostrados os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos, segundo a resolução vigente, RDC nº 12, Anvisa (2001).

**TABELA 3** Padrões microbiológicos sanitários para farinhas, massas alimentícias, produtos para e de panificação (industrializados e embalados) e similares, segundo a resolução vigente, RDC nº 12, da Anvisa (2001).

Microrganismo	Tolerância para amostra indicativa
<i>B.cereus/g</i>	$5 \times 10^2$
Coliformes a 45°C/g	$5 \times 10$
Estaf. coag.positiva/g	$5 \times 10^2$
<i>Salmonella sp/25g</i>	Aus

As análises revelaram ausência de coliformes totais, coliformes termotolerantes (<0,3), *Bacillus cereus* e *Salmonella*, comparados aos padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), conforme a resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Essa ausência de bactérias (coliformes, *Bacillus cereus* e *Salmonella*) é devido às boas práticas de fabricação empregadas no processo de elaboração dos pães de forma.

Os fungos filamentosos e leveduras mais comuns em pães são *Penicillium* ssp. *Aspergillus flavus*, *Cladosporium* ssp. *Mucorales* y *Neurospora sitophila* entre outros (Stanley et al., 2002). O aumento da porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo apenas apresentou contaminação depois de três dias de armazenamento nos tratamentos 10% e 15% mostrando que à medida que se armazenam os pães de forma, pode haver maior probabilidade de ocorrer crescimento de fungos. Porém, visivelmente esses

fungos só foram percebidos após seis dias. Os fungos não fazem parte da legislação, porém foi feita a análise, devido ao impacto do produto.

Observando-se a evolução do pH (Figura 3 deste capítulo) durante o armazenamento dos pães de forma, pode-se inferir que o crescimento de fungos é favorecido por pH e aw mais baixos, concordando também com a observação feita por Jay (2005).

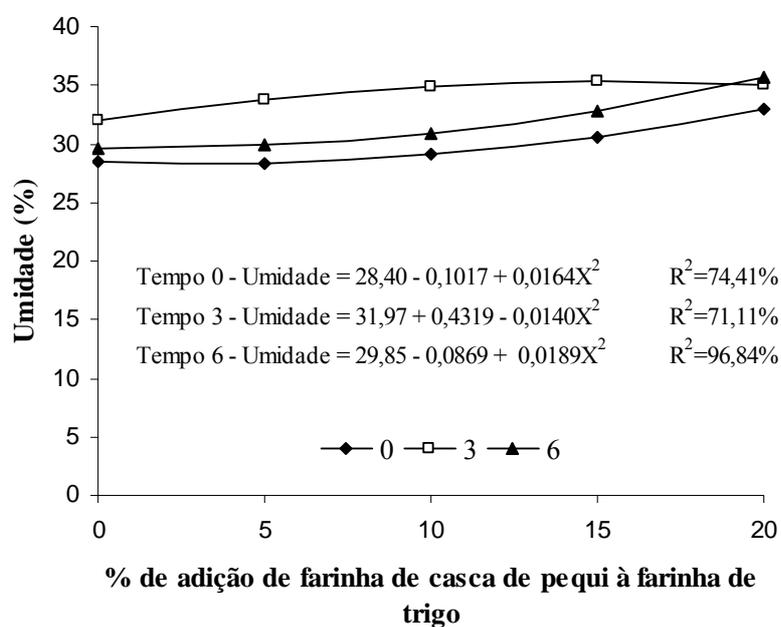
Na identificação de fungos filamentosos foi constatada unicamente a presença do fungo *Aspergillus flavus*. Segundo Legan (1993), ele é considerado um agente deteriorador, principalmente em países tropicais. A alteração por fungos filamentosos é causada por uma contaminação posterior ao assamento, pois o pão, quando sai do forno, está livre de fungos ou esporos devido a inativação desses pelas altas temperaturas empregadas no processo do assamento, o pão se contamina depois com esporos presentes na atmosfera. (Ponte & Tensen, 1978 citados por Stanley, 2002). O grande problema do crescimento fúngico em alimentos é a produção de micotoxinas que podem causar problemas de saúde em consumidores do produto (Caldas et al., 2002).

## **5.2 Análise tecnológica dos pães**

Na Figura 1 são mostrados os teores médios de umidade (%bu) em função dos dias de armazenamento.

No primeiro dia de armazenamento (tempo zero) houve um aumento da umidade, à medida que se adicionou farinha de casca de pequi a farinha de trigo. A umidade no terceiro (tempo três) dia aumenta até o nível de 15% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, no tratamento de 20%, há uma tendência a estabilização quando comparado à adição de 15%. Já para o sexto dia de armazenamento (tempo seis), os valores médios de umidade aumentam com a adição de farinha de casca de pequi. Isso pode ser devido ao fato de a casca de pequi apresentar um valor superior de fibras em relação à farinha de

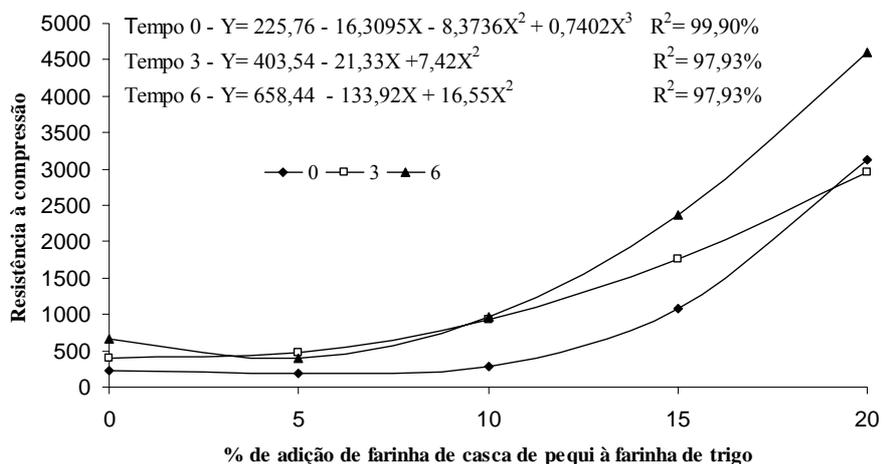
trigo. A fração fibra absorve muita água e, além disso, a farinografia mostrou um aumento na absorção de água à medida que se adicionava farinha de casca de pequi á farinha de trigo



**FIGURA 1** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores médios de umidade (% bu) dos pães de forma, em relação à porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha trigo, em função dos dias de armazenamento.

Na Figura 2 estão descritos os teores médios de resistência à compressão, em função dos dias de armazenamento.

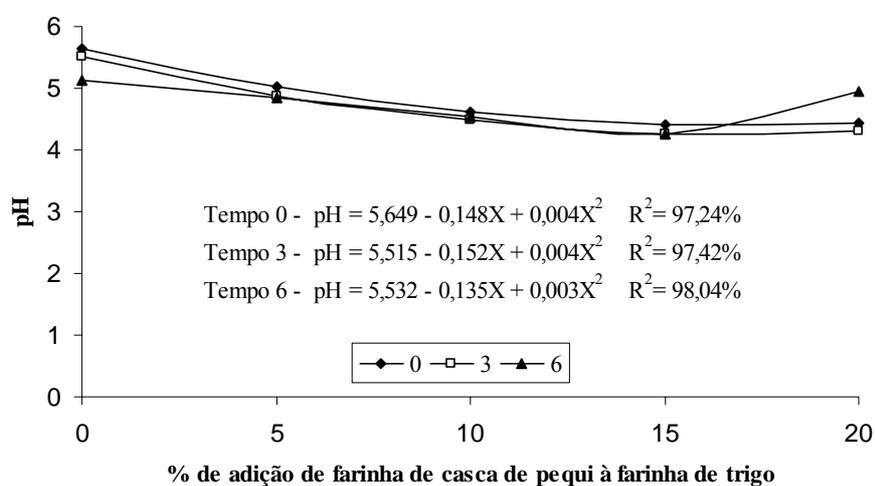
Até a adição de 5% a farinha de casca de pequi, contribuiu positivamente na maciez dos pães, para o tempo 0 e 6 dias de armazenamento. Para os demais tratamentos, à medida que se adicionou farinha de casca de pequi à farinha de trigo a resistência de compressão aumentou, indicando maior firmeza dos pães durante o armazenamento.



**FIGURA 2** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores médios de resistência à compressão (gf) dos pães de forma, em relação à porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo em função dos dias de armazenamento.

Na Figura 3 estão apresentados os teores médios de pH, em função dos dias de armazenamento.

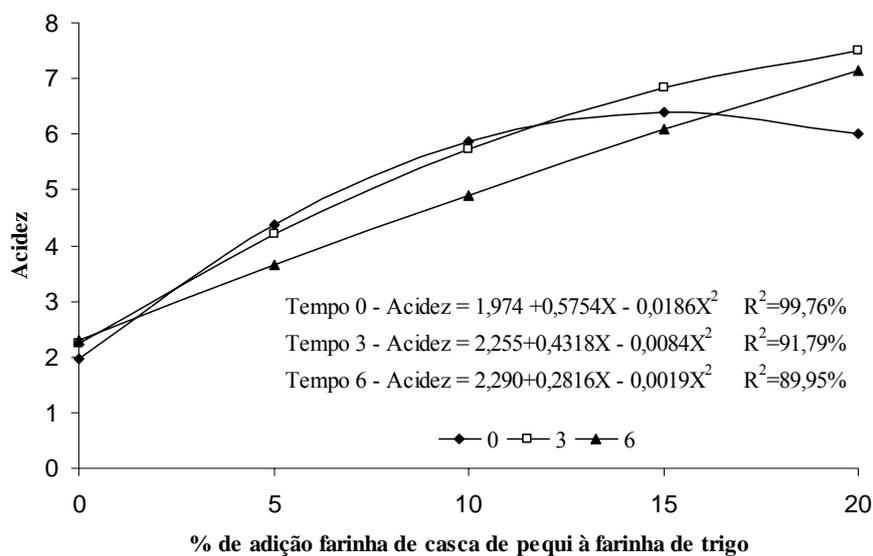
Com o passar dos dias houve queda no pH dos pães de forma, em todos os tratamentos, independentemente da porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo. Vale ressaltar que, a partir do sexto dia, houve crescimento de fungos no pão, o que poderia ser associado ao pH baixo.



**FIGURA 3** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores médios de pH dos pães de forma, em relação à porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo em função dos dias de armazenamento.

Na Figura 4 estão ilustrados os teores médios de acidez em função dos dias de armazenamento.

Houve um aumento da acidez em todos os tratamentos, porém, à medida que se adicionou farinha de casca de pequi à farinha de trigo, com o passar dos dias de armazenamento, esse aumento foi maior. Isso pode ser explicado pelo fato de a farinha de casca de pequi apresentar maior acidez (9,31 meq NaOH/100g ) em relação à farinha de trigo (3,2NaOH/100g).



**FIGURA 4** Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores médios de acidez dos pães de forma, em relação à porcentagem de adição da farinha de casca de pequi à farinha de trigo em função dos dias de armazenamento.

### 5.3 Análise sensorial dos pães

O resultado da análise sensorial foi obtido por meio das tabelas de contribuições e correlações dos tratamentos e das notas (Tabela C, Anexo C), sendo construído, assim, o mapa perceptual para as características de aroma, sabor e textura dos pães de forma.

Com base nessa tabela, utilizou-se a técnica de análise de correspondência simples, verifica-se que, para análise da característica aroma, a variabilidade total explicada pelos dois componentes é de aproximadamente, 93%. Portanto, justifica-se essa análise por meio de um gráfico bidimensional, conforme a Figura 5 (Tabelas 1C e 2C, Anexo C).

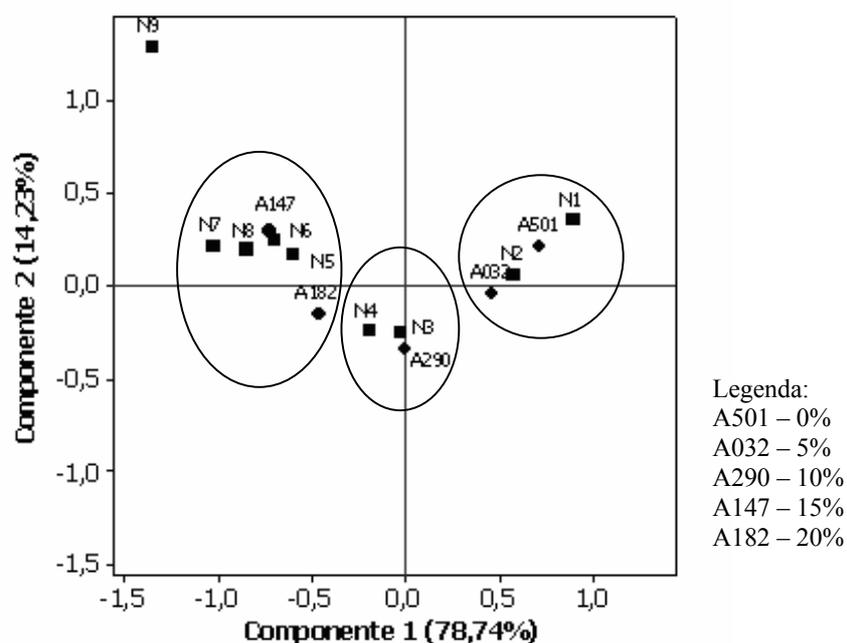


FIGURA 5 – Mapa perceptual para análises da característica aroma.

Para os pães de forma elaborados com 0% (A501) e 5% (A032) de adição de farinha de casca de pequi, as notas mais associadas foram 1 e 2 na escala hedônica, correspondendo a gostei extremamente e gostei muito. Já para as amostras que correspondem a 10% (A290) de adição de farinha de pequi, as notas mais relevantes foram 3 e 4 na escala hedônica, que correspondem a gostei ligeiramente e gostei regularmente. Em relação aos pães com 15% (A147) e 20% (A182) de adição de farinha de casca de pequi, as notas mais relevantes foram 5, 6, 7 e 8 que indicam, na escala hedônica, às opções de não desgostei nem gostei, desgostei ligeiramente, desgostei regularmente, desgostei muito e desgostei extremamente, respectivamente.

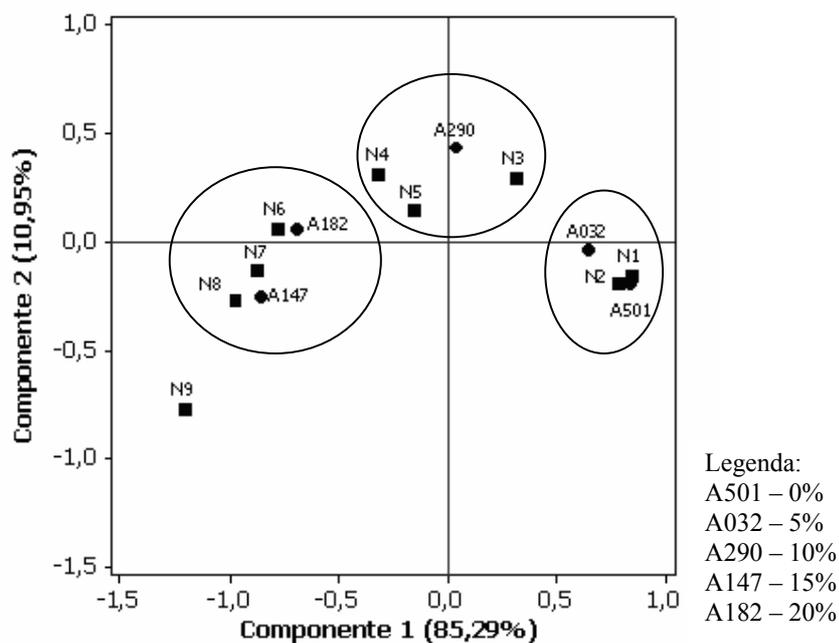
Para a análise sensorial referente ao aroma, as melhores notas, segundo a escala hedônica, foram para os pães de forma elaborados com 0% (A501), 5% (A032) e 10% (A290) de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

Em relação à característica sabor, temos que a variabilidade total explicada pelos dois componentes é de aproximadamente, 96%. Novamente, tem-se um indicativo de que a sintetização dos dados poderá ser representada por um gráfico bidimensional. Assim, sendo procede-se à discussão com base na Figura 6 (Tabelas 5C e 6C, AnexoC).

Pode-se verificar que, para os pães elaborados com 0% (A501) e 5% (A032) de adição de farinha de casca de pequi, as notas mais relevantes foram 1 e 2 na escala hedônica correspondendo às qualidades gostei extremamente e gostei muito. Já para a porcentagem de 10% de adição (A290), as notas mais relevantes foram 3, 4 e 5 na escala hedônica, correspondendo às qualidades gostei regularmente, gostei ligeiramente e não desgostei e nem gostei, respectivamente. Com relação às porcentagens de adição de farinha de casca de pequi de 15% (A147) e 20% (A182), as notas mais relevantes foram 6, 7 e 8 na escala hedônica correspondendo às qualidades desgostei ligeiramente, desgostei regularmente e desgostei muito.

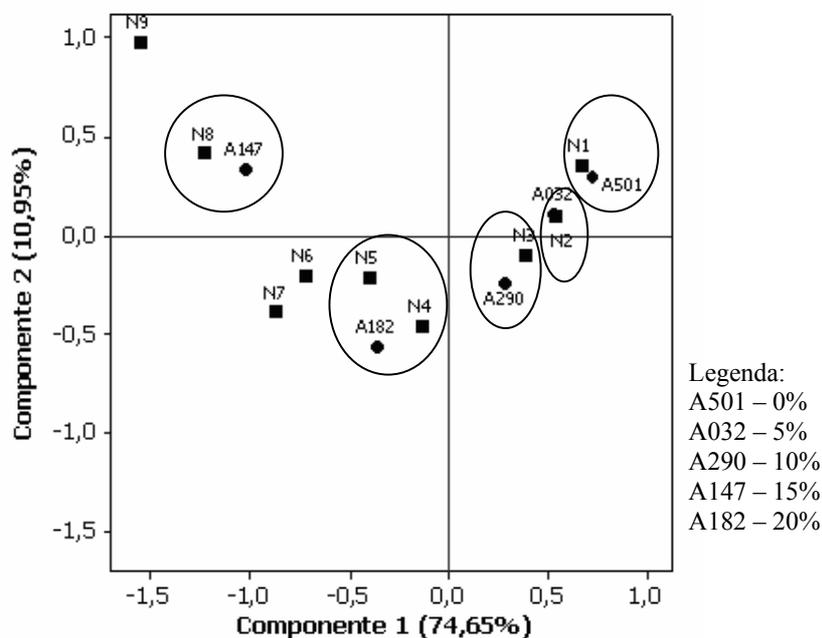
Segundo os resultados da análise sensorial referente ao sabor, tem-se que, as melhores notas foram para os pães de forma elaborados com 0% (A501), 5% (A032) e 10% (A290) de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

No caso da variável textura, a análise sensorial foi feita conforme o mapa perceptual ilustrado na Figura 7 (Tabelas 3C e 4C, Anexo C), em que os dois componentes explicam aproximadamente 86% da variabilidade total, justificando, assim, a representação gráfica por meio de um gráfico bidimensional.



**FIGURA 6** – Mapa perceptual para análises da característica sabor

Para os pães de forma com 0% (A501) de adição de casca de pequi, a nota mais relevante foi 1, correspondendo, na escala hedônica, a qualidade de gostei extremamente. Em relação aos pães de forma com 5% (A032) de adição de farinha de casca de pequi, a nota mais relevante foi 2 na escala hedônica, correspondendo à qualidade gostei muito. Já para a porcentagem de 10% (A290) de adição de farinha de casca de pequi, as nota mais relevante foi a 3 na escala hedônica, correspondendo a gostei regularmente. Para a porcentagem de adição de farinha de casca de pequi de 15% (A147), a nota mais relevante foi 8 na escala hedônica, correspondendo às qualidades desgostei muito e, para os pães com adição de 20% (A182) de farinha de casca de pequi, as notas mais relevantes foram 4 e 5 na escala hedônica, correspondendo a desgostei ligeiramente e não desgostei nem gostei.



**FIGURA 7** – Mapa perceptual para análises da característica textura

Finalizando a análise sensorial referente à textura, constatou-se que, a melhor nota foi dada para os pães de forma elaborados com 0%(A501), 5% (A032) e 10% (A290) de adição de farinha de casca de pequi.

Considerando-se os atributos de sabor, aroma e textura, verifica-se que os pães de forma mais bem aceitos pelos provadores foram aqueles elaborados com 0%(A501), 5% (A032) e 10% (A290) de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, com as notas N1, N2, N3 e N4, que correspondem, na escala hedônica, a gostei extremamente, gostei muito, gostei regularmente e gostei ligeiramente.

## **5.4 Avaliação da qualidade do pão**

### **5.4.1 Características externas**

Na Tabela 4 estão descritas as características externas para os pães de forma elaborados com a adição das diferentes porcentagens de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.

Até a adição de 5% o volume não variou muito em relação ao padrão 0%, a partir da adição de 10% de farinha de casca de pequi, houve uma redução no volume dos pães, porém, a partir de 15% de adição, esse volume diminuiu muito em relação ao padrão 0%.

A cor da crosta deve ser dourada, homogênea e brilhante (El-Dash, 1928). Nota-se que à medida que aumenta-se a porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo as notas dadas para a cor da crosta vão diminuindo. Isso se deve a um aumento no seu escurecimento, a partir do de 10% de adição de farinha de casca de pequi, quando este escurecimento ficam bem evidenciado. Vale ressaltar que o pão de forma sem adição de farinha de casca de pequi obteve a pontuação máxima para este atributo.

Em relação à quebra, nos tratamentos 0%, 5% e 10% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo houve um decréscimo em relação à nota padrão, porém, não diferiram muito entre si. A partir dos tratamentos com 15% e 20%, essa diminuição na quebra ficou nítida quando comparada com os demais tratamentos e com a pontuação máxima.

Já na simetria, os tratamentos com 0% e 5% e 10% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo não diferiram muito entre si. A partir da adição de 15% e 20%, esses valores diminuíram acentuadamente, evidenciando encolhimento das laterais e diminuição das extremidades. Porém, nenhum dos pães alcançou o valor máximo de 5 pontos.

Na avaliação do subtotal das características externas os pães com 0% e 5% se aproximaram mais da pontuação máxima de 40 pontos.

**TABELA 4** Valor das notas máximas e as notas médias das características externas dos pães de forma em relação a porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma.

Características externas	Valores das notas	% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma				
		0%	5%	10%	15%	20%
Volume	0 - 20,00	17,71	17,28	13,85	9,57	6,71
Cor da crosta	0 - 10,00	10,00	8,42	7,57	4,57	3,42
Quebra	0 - 5,00	3,57	3,85	3,00	1,43	1,28
Simetria	0 - 5,00	3,71	4,00	3,00	2,28	1,71
Subtotal	40,00	34,99	33,55	27,42	17,85	13,12

#### 5.4.1.2 Características internas

As características internas para os pães de forma elaborados com a adição de porcentagens de farinha de casca de pequi estão descritas na Tabela 5.

Em relação às características da crosta, notou-se que, até 10% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, as características de crosta apresentaram-se quase invariáveis e, apenas para adição de 15% e 20% a crosta torna-se mais dura, em comparação com os demais tratamentos e com a nota padrão máxima.

Para a cor do miolo, com 10% de adição, não houve alteração brusca nesta característica, porém, com adições de 15% e 20%, houve um escurecimento intenso na cor dos miolos dos pães.

**TABELA 5** Valor das notas máximas e as notas médias das características internas da crosta e do miolo dos pães de forma, em relação à porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma.

Características internas	Valores das notas	% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma				
		0%	5%	10%	15%	20%
Características da crosta	0 - 5,00	4,42	4,57	4,14	3,00	1,57
Cor do miolo	0 - 10,00	9,71	8,42	7,28	5,57	4,42
Textura do miolo	0 - 10,00	9,00	8,71	7,71	6,00	3,57
Estrutura da célula do miolo	0 - 10,00	8,28	8,28	8,28	6,57	4,42
Subtotal	35,00	31,41	29,98	28,57	21,14	13,98

Até 10% de adição, os pães apresentaram textura macia, mas a partir da adição de 15% e 20% os pães ficaram mais duros e rígidos. Até 10% de adição, não houve diferença brusca na estrutura do miolo, porém, com 15% e 20% de adição, os pães de forma apresentaram uma estrutura de miolo mais compacta e dura.

As características internas mais prejudicadas com a adição de farinha de casca de pequi foram a cor e a textura, de acordo com o subtotal mostrado na Tabela 5.

#### 5.4.1.3 Aroma e gosto

As notas máximas e médias para aroma e gosto dos pães de forma elaborados com a adição de porcentagens de farinha de casca de pequi estão apresentadas na Tabela 6.

**TABELA 6** Valor das notas máximas e médias do aroma e para gosto dos pães de forma, em relação à porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma.

Características internas	Valores das notas	% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma				
		0%	5%	10%	15%	20%
Aroma	0 – 10,00	9,42	9,00	8,42	7,28	5,71
Gosto	0 – 15,00	13,57	13,14	8,85	6,14	3,28
Subtotal	0 – 25,00	22,99	22,14	17,69	13,42	8,99

Nota-se claramente uma diminuição nas notas do aroma a partir de 10% de adição de farinha de casca de pequi à formulação dos pães de forma, tendo esses pães um gosto forte, levemente amargo. A partir de 5% de adição, os pães de forma apresentaram aroma característico da farinha da casca de pequi, o que contribui para a menor valoração desse atributo.

Com relação ao subtotal, o gosto, a partir de 10% de adição de farinha de casca de pequi aos pães de forma, foi menos apreciado.

Todas as notas da avaliação global dos pães de forma foram somadas e suas médias estão apresentadas na Tabela 7.

**TABELA 7** Valores médios das notas da avaliação global da qualidade dos pães de formas em relação à porcentagem de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma.

% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo na elaboração dos pães de forma	Notas médias*	Classificação (EMBRAPA 1982).
0%	89,39	Bom
5%	85,67	Bom
10%	70,68	Regular
15%	52,41	Deficiente
20%	36,09	Deficiente

\* Médias de sete observações.

Os pães de forma elaborados com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, até a porcentagem de 5%, tiveram notas superiores a 80, sendo atribuído o conceito de “bom”. Já para a adição de 10% de farinha de casca de pequi, foi atribuído o conceito “regular” e, para os tratamentos com 15% e 20% de adição, o conceito atribuído foi “deficiente”.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais utilizadas, os resultados obtidos permitem concluir que:

- a qualidade tecnológica dos pães de forma teve seus atributos de qualidade diminuídos com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, porém até 10% de adição estes pães tiveram boa aceitação;

- considerando-se os atributos de sabor, aroma e textura, verifica-se que os pães de forma mais bem aceitos pelos provadores foram aqueles elaborados com até 10% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo;

- a farinha de casca de pequi não influenciou na vida de prateleira dos pães de forma. Entretanto, a partir do sexto dia de armazenamento, houve percepção do crescimento de fungos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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](http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2007

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

CALDAS, E.D.; SILVA, S. C.; OLIVEIRA, J. N. Aflatoxinas e ocratoquinas A em alimentos e riscos para a saúde humana. **Revista de saúde pública**, São Paulo, v.36, n.3, p.319-323, June 2002.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Unicamp, 2003.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 81p. (Apostila, 325).

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar. Exe: sistema de análise de variância**. Versão 3.04. Lavras: UFLA/DEX, 2003. Software.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. 6.ed. São Paulo: Artmd, 2005. 188p..

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

PLATA-OVIEDO, M. S. V. **Efeito do tratamento ácido nas propriedades físico-químicas e funcionais de amido de mandioca**. 1991. 135p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SANSÓN, J. M. **Introduction to food and airboure fungi**. Denmark: Techinal University of Denmark, 2000. p. 283-313.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295 p.

STANLEY P.; CAUVAIN & LINDA S. YONG. **Fabricación de pan**. España, 2002.

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>		<b>Página</b>
FIGURA 1A	Modelo de ficha de resposta da avaliação sensorial, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, para o teste de aceitação.....	96
FIGURA 2A	Modelo de ficha aplicada à qualidade do pão.....	97

### TESTE DE ACEITABILIDADE DE PÃO

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie cada amostra de pão e faça um x na resposta que melhor descreve sua opinião.

#### Aroma

	182	147	290	032	501
1. Gosta extremamente					
2. Gosta muito					
3. Gosta regularmente					
4. Gosta ligeiramente					
5. Não gostei nem desgostei					
6. Desgostei ligeiramente					
7. Desgostei regularmente					
8. Desgosta muito					
9. Desgosta extremamente					

#### Sabor

	182	147	290	032	501
1. Gosta extremamente					
2. Gosta muito					
3. Gosta regularmente					
4. Gosta ligeiramente					
5. Não gostei nem desgostei					
6. Desgostei ligeiramente					
7. Desgostei regularmente					
8. Desgosta muito					
9. Desgosta extremamente					

#### Textura

	182	147	290	032	501
1. Gosta extremamente					
2. Gosta muito					
3. Gosta regularmente					
4. Gosta ligeiramente					
5. Não gostei nem desgostei					
6. Desgostei ligeiramente					
7. Desgostei regularmente					
8. Desgosta muito					
9. Desgosta extremamente					

**FIGURA 1A** Modelo de ficha de resposta da avaliação sensorial, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, para o teste de aceitação.

Amostra: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

<b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>NOTA</b>
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	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>40</b>	

<b>CARACTERÍSTICAS INTERNAS</b>	<b>VALOR MÁXIMO</b>	<b>NOTA</b>
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	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	

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

<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	
--------------	------------	--

**FIGURA 2A** Modelo de ficha aplicada a qualidade do pão.

## ANEXO B

	<b>Página</b>	
TABELA 1B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para, umidade, extrato etéreo proteína, fibra bruta, cinzas, fração glicídica e valor calórico dos pães de forma elaborados com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, em cinco porcentagens de adição.....	99
TABELA 2B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez, diferença de cor ( $\Delta E$ ) no miolo, resistência à compressão e volume específico dos pães de forma elaborados com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, em cinco porcentagens de adição.....	100
TABELA 3B	Quadrados médios da análise de variância para umidade, acidez e textura, interagindo estas análises x tratamento x tempo para os pães de forma elaborados com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo, em cinco porcentagens de adição.....	101

**TABELA 1 B** 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 de forma.

Fonte de variação	Gl	Quadrados médios						
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína	Fibra bruta	Cinzas	Fração glicídica	Valor calórico
Tratamento	4	22,8979*	2,2983*	0,2085 ns	23,1607*	0,5578*	28,6862*	2203,3657*
Resíduo	20	1,6658	0,0069	0,1227	0,0309	0,0233	0,1804	28,524812
CV (%)		4,30	1,75	3,07	5,82	8,85	0,54	1,88

ns – não significativo, \* ( $p < 0,05$ ), CV – coeficiente de variação

**TABELA 2B** Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez, diferença de cor ( $\Delta E$ ) no miolo, resistência à compressão e volume específico dos pães de forma.

Fonte de variação	Gl	Quadrados médios				
		pH	Acidez	$\Delta E$ diferença de cor miolo	Resistência à compressão	Volume específico
Tratamento	4	1,3953*	16,6467*	2203,365790*	7852030,894000*	13,333750*
Resíduo	10	0,0027	0,0429	28,524812	34342,048700	0,035520
CV (%)		1,08	4,20	1,88	14,49	3,96

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

**TABELA 3B** Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, acidez, pH e resistência à compressão, interagindo estas análises x tratamento x tempo para os pães de forma elaborados com a adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo em cinco porcentagens de adição.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Umidade	pH	Acidez	Resistência à compressão
Tratamento (Tempo 0)	4	25,793464*	1,395330*	16,646726*	7852236,2839*
Resíduo	20	1,591318	0,002704	0,042958	34351,877100*
CV		4,22	1,08	4,20	18,85
Tratamento (Tempo 3)	4	13,140614 ns	1,416686*	24,351466*	6286520,3816
Resíduo	20	5,9985	0,003916	0,031058	165477,4028
CV		7,16	1,34	3,32	31,20
Tratamento (Tempo 6)	4	31,494094*	1,269466*	20,614264*	15258290,5876*
Resíduo	20	3,261092	0,003812	0,138672	164979,365000
CV		5,67	1,36	7,73	22,53

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

## ANEXO C

	<b>Página</b>
TABELA 1 C Contribuições e correlações das amostras nos componentes 1 e 2 referente a característica aroma usadas na análise de correspondência para análise sensorial.....	103
TABELA 2 C Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referente a característica aroma usadas na análise de correspondência para análise sensorial.....	103
TABELA 3 C Contribuições e correlações das amostras nos componentes 1 e 2 referente a característica textura usadas na análise de correspondência para análise sensorial.....	104
TABELA 4 C Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referente a característica textura usadas na análise de correspondência para análise sensorial.....	104
TABELA 5 C Contribuições e correlações das amostras nos componentes 1 e 2 referente a característica sabor usadas na análise de correspondência para análise sensorial.....	105
TABELA 6 C Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referente a característica sabor usadas na análise de correspondência para análise sensorial.....	105

**TABELA 1 C** – Contribuições e correlações das amostras nos componentes 1 e 2 referente a característica aroma.

Tratamento	Prop.	Componente 1			Componente 2		
		Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
0%	0,202	0,460	0,927	<b>0,145</b>	-0,035	0,005	0,005
5%	0,202	0,716	0,899	<b>0,352</b>	0,219	0,084	0,182
10%	0,200	-0,008	0,000	0,000	-0,332	0,793	<b>0,414</b>
15%	0,194	-0,734	0,840	<b>0,355</b>	0,297	0,138	0,322
20%	0,200	-0,467	0,723	<b>0,148</b>	-0,143	0,068	0,077

Legenda: Prop.: proporção, Coord: coordenada, Contr: contribuição

**TABELA 2 C** – Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referente a característica aroma.

Notas	Prop.	Componente 1			Componente 2		
		Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
N1	0,081	0,887	0,844	<b>0,215</b>	0,353	0,133	0,188
N2	0,257	0,578	0,971	<b>0,291</b>	0,065	0,012	0,020
N3	0,257	-0,032	0,016	0,001	-0,243	0,912	<b>0,286</b>
N4	0,161	-0,197	0,378	0,021	-0,240	0,558	<b>0,174</b>
N5	0,106	-0,701	0,794	<b>0,177</b>	0,249	0,100	0,123
N6	0,075	-0,600	0,852	<b>0,091</b>	0,171	0,069	0,041
N7	0,029	-1,033	0,868	<b>0,106</b>	0,216	0,038	0,026
N8	0,029	-0,855	0,766	<b>0,073</b>	0,194	0,039	0,021
N9	0,004	-1,351	0,441	0,024	1,287	0,400	<b>0,122</b>

Legenda: Prop.: proporção, Coord: coordenada, Contr: contribuição

N1- gostei extremamente, N2- gostei muito, N3- gostei regularmente, N4- gostei ligeiramente, N5- Não desgostei e nem gostei, N6- desgostei ligeiramente, N7- desgostei regularmente, N8- desgostei muito, N9- desgostei extremamente

**TABELA 3 C** – Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referentes à característica textura.

Tratamento	Prop	Componente 1			Componente 2		
		Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
0%	0,191	0,730	0,804	<b>0,233</b>	0,296	0,132	0,145
5%	0,199	0,531	0,846	<b>0,128</b>	0,109	0,035	0,020
10%	0,193	0,287	0,411	0,037	-0,243	0,294	0,099
15%	0,228	-1,024	0,904	0,547	0,332	0,095	0,216
20%	0,189	-0,357	0,270	0,055	-0,564	0,675	<b>0,520</b>

Legenda: Prop.: proporção, Coord: coordenada, Contr: contribuição

**TABELA 4 C** – Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referente a característica textura.

Notas	Prop	Componente 1			Componente 2		
		Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
N1	0,143	0,665	0,719	0,145	0,354	0,204	0,156
N2	0,235	0,538	0,930	0,156	0,100	0,032	0,020
N3	0,172	0,391	0,709	<b>0,060</b>	-0,093	0,040	0,013
N4	0,130	-0,134	0,070	0,005	-0,458	0,815	<b>0,235</b>
N5	0,076	-0,399	0,731	0,028	-0,216	0,215	<b>0,031</b>
N6	0,101	-0,723	0,913	0,121	-0,204	0,073	0,036
N7	0,057	-0,868	0,750	0,099	-0,388	0,150	0,074
N8	0,038	-1,230	0,893	0,133	0,416	0,102	0,057

Legenda: Prop.: proporção, Coord: coordenada, Contr: contribuição

N1- gostei extremamente, N2- gostei muito, N3- gostei regularmente, N4- gostei ligeiramente, N5- Não desgostei e nem gostei, N6- desgostei ligeiramente, N7- desgostei regularmente, N8- desgostei muito, N9- desgostei extremamente

**TABELA 5 C** – Contribuições e correlações das amostras nos componentes 1 e 2 referente a característica sabor.

Amostras	Prop	Componente 1			Componente 2		
		Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
0%	0,200	0,835	0,942	0,303	-0,198	0,053	0,133
5%	0,202	0,643	0,981	0,182	-0,040	0,004	0,005
10%	0,200	0,039	0,008	0,001	0,431	0,925	<b>0,629</b>
15%	0,194	-0,853	0,886	0,307	-0,259	0,082	0,221
20%	0,202	-0,688	0,895	<b>0,208</b>	0,058	0,006	0,012

Legenda: Prop.: proporção, Coord: coordenada, Contr: contribuição

**TABELA 6 C** – Contribuições e correlações das notas nos componentes 1 e 2 referente a característica sabor.

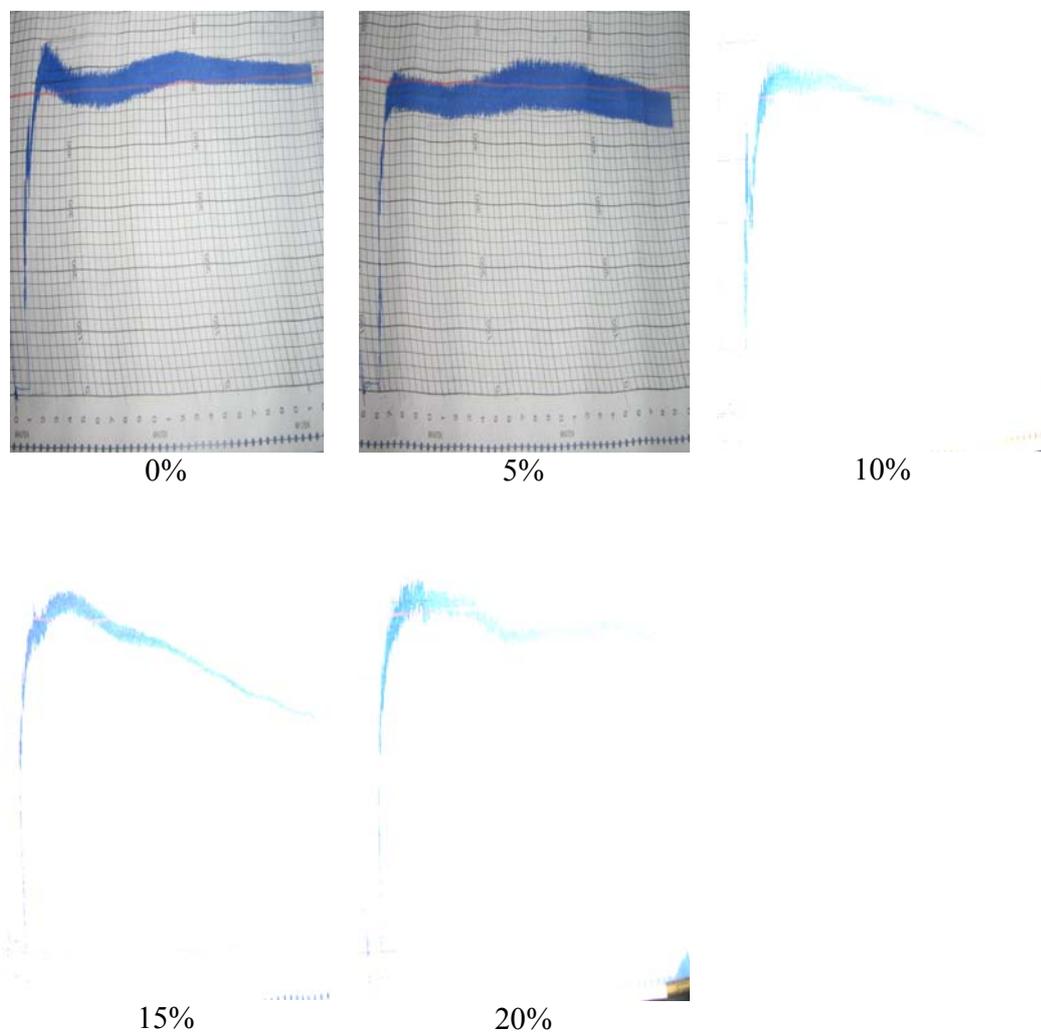
Notas	Prop.	Componente 1			Componente 2		
		Coord	Corr	Contr	Coord	Corr	Contr
N1	0,090	0,844	0,964	0,140	-0,163	0,036	0,040
N2	0,222	0,787	0,935	0,298	-0,203	0,062	0,154
N3	<b>0,177</b>	<b>0,312</b>	<b>0,518</b>	<b>0,037</b>	<b>0,292</b>	<b>0,454</b>	<b>0,255</b>
N4	<b>0,118</b>	<b>-0,311</b>	<b>0,497</b>	<b>0,025</b>	<b>0,307</b>	<b>0,483</b>	<b>0,188</b>
N5	<b>0,108</b>	<b>-0,152</b>	<b>0,237</b>	<b>0,005</b>	<b>0,141</b>	<b>0,203</b>	<b>0,036</b>
N6	0,098	-0,775	0,918	0,128	0,061	0,006	0,006
N7	0,079	-0,864	0,969	0,127	-0,138	0,025	0,025
N8	0,090	-0,969	0,907	0,184	-0,274	0,072	0,115

Legenda: Prop.: proporção, Coord: coordenada, Contr: contribuição

N1- gostei extremamente, N2- gostei muito, N3- gostei regularmente, N4- gostei ligeiramente, N5- Não desgostei e nem gostei, N6- desgostei ligeiramente, N7- desgostei regularmente, N8- desgostei muito, N9- desgostei extremamente

## ANEXO D

	<b>Página</b>
FIGURA 1 D Representação gráfica dos farinogramas das farinhas mistas 0%, 5%, 10%, 15%, 20% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.....	107



**FIGURA 1 D:** Representação gráfica das farinhas mistas 0%, 5%, 10%, 15%, 20% de adição de farinha de casca de pequi à farinha de trigo.