

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LARISSA RAPHAELA GONÇALVES DE FARIAS

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO PÃO TIPO FRANCÊS
POR MÉTODOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS

JOÃO PESSOA-PB

2012

LARISSA RAPHAELA GONÇALVES DE FARIAS

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO PÃO TIPO FRANCÊS
POR MÉTODOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS**

JOÃO PESSOA-PB

2012

LARISSA RAPHAELA GONÇALVES DE FARIAS

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO PÃO TIPO FRANCÊS
POR MÉTODOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof(a) Dr^a: Janeeyre Ferreira Maciel

JOÃO PESSOA – PB

2012

F224a Farias, Larissa Raphaela Gonçalves de.

Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais / Larissa Raphaela Gonçalves de Farias.-- João Pessoa, 2012.

67f.

Orientadora: Janeeyre Ferreira Maciel

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT

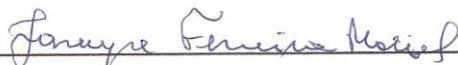
1. Tecnologia de Alimentos. 2. Panificação. 3. Pão francês. 4. Parâmetros de qualidade. 5. Aceitação sensorial.

LARISSA RAPHAELA GONÇALVES DE FARIAS

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO PÃO TIPO FRANCÊS POR MÉTODOS
INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS**

Dissertação Jessica P. Farias em 30/07/2012.

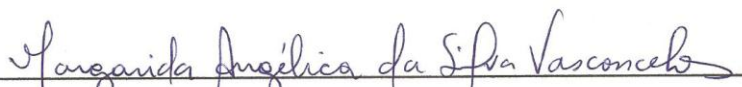
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.^a Janeeyre Ferreira Maciel – PPGCTA/CT/UFPB
Coordenadora da Banca Examinadora



Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira – PPGCTA/CT/UFPB
Examinador interno



Prof(a) Dr.^a Margarida Angélica da Silva Vasconcelos – Departamento de
Nutrição/CCS/UFPE
Examinadora externa

Dedico esta conquista
*Aos meus pais **Severino e Rosa***
*Ao meu marido **Ricelly** e minha filha **Ana Letícia***
*Ao meu irmão **Lucas***
Com muito carinho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus;

À minha família por todo carinho, incentivo e apoio;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade;

A minha orientadora Professora Dr^a Janeeyre Ferreira Maciel pela orientação, amizade e paciência;

Aos professores Dr. Ricardo Targino Moreira e Dr^a Marciane Magnani pelas sugestões e auxílios;

À professora Dr^a Marta Suely Madruga pelo trabalho que vem executando na Coordenação do PPGCTA;

À aluna Tainá Amaral Barreto por toda a dedicação e ajuda na execução dos experimentos;

Ao aluno do PIBIC, Roberto Kelwin pelo auxílio nas análises;

As amigas Cláudia Gouvêia, Vilma Barbosa, Vânia Barbosa e Fernanda Feitosa pela ajuda na execução da análise sensorial;

Aos amigos do CCHSA/UFPB, Quézia Alves, Sinara Fragoso, Jerônimo Galdino, João dos Anjos e professora Dr^a Elisandra Costa Almeida pelo apoio que vocês me deram;

Aos amigos Rosana Sousa e Fabiano Tavares pela determinação durante a permuta;

Aos colegas da Pós-Graduação Alinne Gouveia, Diego Valois, Wagner Wildey, Katiuscia Lôbo, Deborá Amaral, Maristela Alves, Sonnalle Silva, Adriana Lima, Érica Salvino, Rita Garcia, Tatyana Patricio, em especial a Ana Raquel do Carmo e Fátima Azevedo;

Aos técnicos de Laboratório, em especial a Diego, Gilvandro e Claudianor;

À Suênia Felix, pela execução das análises de perfil de textura;

A todos os provadores que participaram da análise sensorial;

A todos que de forma direta e indireta contribuíram com a realização deste trabalho.

RESUMO

O pão francês é o tipo de pão mais consumido no Brasil, sendo bem aceito por consumidores de diferentes classes sociais e econômicas. No entanto, esse produto apresenta bastante variabilidade em suas características, podendo essa falta de uniformidade resultar em problemas de qualidade. Por essa razão, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade do pão tipo francês, comercializado em panificadoras de João Pessoa-PB, por meio de métodos instrumentais e sensoriais. Inicialmente, amostras de pães das doze panificadoras selecionadas nesse estudo foram submetidas às determinações de volume específico, umidade, pH, acidez, cor da casca, cor do miolo e perfil de textura, tendo todas essas análises sido realizadas em triplicata, com 10 repetições. Em seguida, foi aplicado um teste de aceitação sensorial, utilizando-se uma escala hedônica de nove pontos, com 65 provadores, que avaliaram as amostras quanto aos atributos aparência, cor da casca, cor do miolo, crocância da casca, aroma, sabor, textura e aceitação global. Nos testes instrumentais, os principais problemas de qualidade detectados nos pães foram umidade baixa e acidez elevada, enquanto volume específico e luminosidade da casca apresentaram maior adequação. Em relação à aceitação sensorial, 50% das panificadoras tiveram seus pães aceitos em todos os atributos avaliados, sendo a falta de crocância o principal problema de qualidade detectado nos pães rejeitados. As amostras de uma panificadora foram rejeitadas também quanto aos atributos aroma, sabor e aparência, apresentando, portanto, maior necessidade de adequação. Portanto, futuros estudos devem ser realizados, correlacionando especialmente umidade e acidez com atributos sensoriais como textura, aroma e sabor, na tentativa de estabelecer limites mínimos e máximos aceitáveis para essas características.

Palavras-chave: panificação, parâmetros de qualidade, aceitação sensorial.

ABSTRACT

The French bread is the kind of bread most consumed in Brazil, being well accepted in different social and economic classes. However, this product presents very variability in their characteristics, which can result in quality problems due to lack of uniformity. For this reason, the aim of this research was to evaluate the quality of French-type bread sold in bakeries of João Pessoa-PB using sensory and instrumental methods. Initially, bread samples from twelve bakeries selected were submitted to specific volume, moisture, pH, acidity, skin color, crumb color and texture profile determinations, being all these analyses carried out in triplicate, with 10 repetitions. Subsequently, an acceptance test by a nine-point hedonic scale was applied, with 65 panelists, that evaluated the samples according to the appearance, crust color, crumb color, crust crispness, aroma, flavor, texture and overall acceptability attributes. In the instrumental tests, the main quality problems were low moisture and high acidity, as specific volume and crust lightness (L^*) were satisfactory. Regarding to the sensory acceptance, 50% of the bakeries had its breads accepted in all attributes evaluated, being the lack of crispness the main quality problem found in rejected breads. The samples of one bakery were rejected also with respect to aroma, flavor and appearance attributes, presenting more necessity for improvement. Therefore, future researchs need be carried out correlating especially moist and acidity with sensorial attributes such as texture, aroma and flavor to try stablish minimum and maximum limits acceptable to these characteristics.

Key words: bakery, quality parameters, sensory acceptance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- | | | |
|----------|--|----|
| Figura 1 | Demonstração da curva que relaciona a força e o tempo necessários para a TPA do pão francês. | 22 |
| Figura 2 | Ficha de avaliação utilizada no teste sensorial de aceitação. | 28 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados das análises de volume específico, umidade e cor do pão.	35
Tabela 2	Resultados dos parâmetros de cor da casca e do miolo do pão.	37
Tabela 3	Resultados das análises de perfil de textura do pão.	39
Tabela 4	Resultados obtidos no teste de aceitação do pão.	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR DE PANIFICAÇÃO NO BRASIL	11
2.2 PÃO FRANCÊS: PRINCIPAIS INGREDIENTES E FUNÇÕES	13
2.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE PÃO FRANCÊS, AVALIADOS POR MÉTODOS INSTRUMENTAIS	16
2.3.1 Volume específico	16
2.3.2 Cor da casca e miolo do pão	17
2.3.3 pH e acidez	19
2.3.4 Umidade	20
2.3.5 Perfil de textura	21
2.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS POR MEIO DE ANÁLISE SENSORIAL	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 MATERIAL	25
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS PANIFICADORAS SELECIONADAS	25
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS	25
3.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS	25
3.5 ANÁLISES INSTRUMENTAIS	26
3.6 ANÁLISE SENSORIAL	27
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
4 RESULTADOS	30
4.1 ARTIGO	30
5 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O pão francês é o tipo de pão mais consumido no Brasil, sendo considerado uma das principais fontes calóricas da dieta dos brasileiros (IBGE, 2010). É obtido basicamente por mistura de farinha de trigo, cloreto de sódio, fermento e água, podendo ser adicionado de alguns aditivos como enzimas, agentes oxidantes e hidrocolóides, entre outros (BÁRCENAS; OKELLER; ROSELL, 2009; JOYE; LAGRAIN; DELCOUR, 2009) e é caracterizado por apresentar casca crocante, de cor uniforme castanho-dourada e miolo de cor branco-creme, de textura e granulação fina não uniforme (BRASIL, 2000). Entretanto, mudanças na formulação e processo de elaboração podem causar variações nessas características, resultando na obtenção de produtos com qualidade variável.

Algumas das medidas que contribuem para a redução da variabilidade na produção do pão francês são padronização de formulação, uso de câmaras de fermentação e de controle de temperatura do forno, condições que dependem de investimentos em equipamentos, manutenção e capacitação de pessoal.

Com maior uniformidade na produção, é possível iniciar um processo de estabelecimento de padrões de qualidade para o pão francês, que deverão ser monitorados por meio de análises instrumentais e sensoriais. As principais características avaliadas por métodos instrumentais são volume específico, umidade, firmeza, cor e porosidade do miolo e cor da casca (ESTELLER; LANNES, 2005; CURIC et al., 2008). Com relação aos testes sensoriais, os mais aplicados são análise descritiva e teste de aceitação (HAYAKAWA et al., 2009, CALLEJO, 2011).

Considerando a crescente exigência dos consumidores, o controle da variabilidade na produção e a melhoria da qualidade do pão francês passa a ser uma prioridade para panificadoras que têm o intuito de manter e atrair mais clientes.

Nesta pesquisa, propôs-se avaliar a qualidade do pão tipo francês, produzido em pequenas panificadoras de João Pessoa-PB, por meio de análises instrumentais e sensoriais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DO SETOR DE PANIFICAÇÃO NO BRASIL

O setor de panificação possui papel fundamental no desenvolvimento econômico e social de um país. No Brasil, este setor é responsável por 2% do Produto Interno Bruto (PIB), com faturamento anual de aproximadamente R\$ 25 bilhões, e encontra-se entre os seis maiores segmentos industriais. Estima-se que 85% deste mercado seja constituído por pequenos empresários e os 15% restantes por fabricantes de pães industrializados, empregando em torno de 700 mil indivíduos de forma direta e mais de 1,5 milhões de forma indireta (ABIP, 2009). Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Panificação (ABIP), em 2011, as panificadoras brasileiras receberam cerca de 45 milhões de clientes, com faturamento em torno de R\$ 32 bilhões (ABIP, 2005; SINGER, 2006).

O segmento de panificação no Brasil é composto por 63 mil panificadoras, sendo observado que a Região Sudeste possui a maior quantidade (43%), seguida pela Região Nordeste (24%), enquanto a Norte possui o menor número, sendo responsável por somente 5%. Entre os Estados, São Paulo possui a maior concentração (12.764), seguido por Rio de Janeiro, com 7.400, enquanto Roraima apresenta o menor número (91). Segundo o Sindicato das Panificadoras do Estado da Paraíba (SINDIPAN), em 2009, existiam 1.200 panificadoras legalizadas, sendo que 300 estavam localizadas no município de João Pessoa (ABIP, 2009).

Com relação à produção de pães, 83% é de origem artesanal e desse total, 46% é do tipo francês, sendo este o mais bem aceito e amplamente consumido em diferentes classes sociais e faixas etárias; os 17% restantes são pães obtidos de forma industrial (LEVY-COSTA et al., 2005; ABIP; SEBRAE, 2010; SINDIPAN; AIPAN, 2011).

Para enfrentar a concorrência no segmento de varejo de pão, as panificadoras têm tomado medidas a fim de atrair os consumidores, dentre estas se destaca a diversificação dos produtos, maior flexibilidade dos processos produtivos e melhoria da qualidade, higiene e atendimento.

Segundo Chudzikiewicz (2005), as panificadoras podem ser classificadas em quatro categorias, estabelecidas de acordo com a localização, mix de produtos e serviços oferecidos:

- Panificadora tipo boutique: Localizadas em regiões com alto poder aquisitivo e possui produtos próprios e importados;

- Panificadora de serviço: Localizadas em regiões centrais, em ruas com grande circulação e concentração de lojas e escritórios. Além dos serviços de panificação, atuam também como confeitaria, *rotisserie*, bar, lanchonete e *fast food*;

- Panificadora de conveniência: Localizadas em bairros residenciais, possuem a característica de oferecerem produtos de conveniência, chegando a comercializarem cerca de 3 mil itens, além dos próprios produtos;

- Pontos Quentes: A panificadora possui filial para onde envia os pães congelados ou resfriados, para assar no ponto quente. Necessitam de pequenos espaços, por não haver produção e o estoque ser repostado diariamente pela matriz.

A popularidade dos produtos de panificação se deve principalmente ao sabor, preço e disponibilidade de padarias e supermercados no país. Os fatores que mais influenciam o consumidor na escolha de uma panificadora são o atendimento, qualidade dos produtos, localização e higiene (BATTOCHIO et al., 2006).

Chudzikiewicz (2005), ao estudar o comportamento do consumidor no momento da compra, observou que os principais frequentadores de panificadoras são os solteiros e casais mais velhos, que possuem filhos independentes, enquanto os que menos frequentam são os divorciados, com criança menor de seis anos. Ainda, foi verificado que os homens permaneciam nas panificadoras por menos tempo que as mulheres, e que a maioria dos clientes gastavam em torno de R\$ 120,00 a R\$ 140,00 mensalmente com produtos de panificação.

Berno, Spoto e Canniatti-Brazaca (2007) verificaram que 70% dos clientes entrevistados adquiriam pão francês em função da combinação preço e qualidade, e dentre as características mais observadas no momento da compra estavam aparência e cor.

Segundo a ABIP (2009), o consumo de pão vem aumentando ao longo dos anos (Figura 1). Entretanto, esse ainda é baixo, quando comparado a outros países e as recomendações de algumas instituições internacionais. Em 2010, o consumo *per capita* foi 33,5 kg, inferior ao da Argentina e Chile, que foram em torno de 83 kg e 85 kg, respectivamente. A ingestão de pão no Brasil varia por Região, sendo maior no Sul e Sudeste, com consumo *per capita* em torno de 35 kg, enquanto que no Nordeste este valor fica próximo a 10 kg. A Organização Mundial de Saúde (OMS) sugere a ingestão de 60 kg/pessoa/ano, enquanto a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estabelece como ideal 50 kg/ pessoa/ano.

2.2 PÃO FRANCÊS: PRINCIPAIS INGREDIENTES E FUNÇÕES

O pão francês é composto basicamente por farinha de trigo, água, fermento biológico e cloreto de sódio (BRASIL, 2000) e dentre estes, a farinha de trigo é considerada a principal (LAAKSOMEN; ROSS, 2000). Também é uma prática comum à adição de aditivos à formulação, dentre estas substâncias estão a azodicarbonamida, ácido ascórbico, transglutaminase, glicose oxidase, goma xantana e hidroxipropilmetilcelulose entre outros (LOPES et al. 2007; JOYE; LAGRAIN; DELCOUR, 2009).

As farinhas são 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 produção de alimentos (BRASIL, 2005). A farinha de trigo é um produto obtido da moagem do grão de trigo *Triticum aestivum*, ou de outras espécies do gênero *Triticum* (exceto *Triticum durum*), e é responsável pela estrutura, forma e consistência da massa (SINGER, 2006; COSTA et al., 2008).

A qualidade da farinha de trigo para panificação está associada principalmente com sua proporção de proteínas, amido e lipídeos. Dentre as proteínas, a glutenina e a gliadina são consideradas essenciais, pois são responsáveis pela formação da rede de glúten, quando hidratadas. As gluteninas promovem a coesividade e elasticidade da massa, enquanto as gliadinas contribuem para a viscosidade e extensibilidade. O glúten é responsável pelas propriedades reológicas da massa e atua na retenção dos gases produzidos pelas leveduras durante a fermentação, contribuindo para obtenção de um produto fermentado de baixa densidade, com volume, textura e frescor adequados (VITTI, 2001; DENDY; DOBRASZCZYK, 2004; WIESER, 2007).

O amido tem função fundamental na elaboração do pão, devido à reação de gelatinização do amido, onde cerca de 96% dos grânulos, ficam entumecidos e solúveis, transformando a massa viscosa em miolo elástico, ocorrendo com a presença de água e do aquecimento (entre 60 e 85 °C). Este carboidrato, também auxilia na retenção dos gases produzidos durante a fermentação. No entanto, o amido participa de reações que tendem a reduzir a qualidade do pão, como a cristalização, que provoca o endurecimento do miolo durante a estocagem (ARENDDT; RYAN; BELLO, 2007; MONDAL; DATTA, 2008).

Segundo Gould e Cauvain (2009) depois da farinha de trigo, o ingrediente mais importante na panificação é a água, pois hidrata a farinha, e assegura a união das proteínas que dão origem ao glúten. Ao mesmo tempo, fornece meio propício ao desenvolvimento da atividade enzimática, e conseqüentemente, à fermentação do pão.

A água na panificação possibilita a formação do glúten, controla a temperatura e consistência da massa, dissolve sais, além de suspender e distribuir os ingredientes, umedecer o amido, possibilitar a ação das enzimas, controlar a maciez e palatabilidade do pão. Além disso, a água tem papel fundamental na desnaturação das proteínas e gelatinização do amido, devido a sua difusividade durante o cozimento. E também atua na formação de compostos tóxicos na casca do pão, como a acrilamida, proveniente da reação de Maillard (VITTI, 2001; AHRNÉ et al., 2007).

O fermento normalmente usado na produção de pães é constituído pela espécie de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, no entanto, algumas bactérias podem ser adicionadas, como os *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus sakei* e *Leuconostoc* (PLESSAS et al., 2011), quando se pretende produzir massa ácida. A levedura atua no metabolismo de açúcares, como glicose, frutose, sacarose e maltose, produzindo gás carbônico (CO₂), responsável pela formação dos alvéolos internos, desenvolvimento da elasticidade e extensibilidade do glúten, promovendo o crescimento da massa. Durante a fermentação, além da produção de CO₂, ocorre também à produção de diversos compostos aromáticos, entre estes ácidos orgânicos e álcoois, que contribuem com o sabor e aroma do pão (MATUDA, 2004; ROBERT et al., 2006).

O cloreto de sódio é outro ingrediente que atua na melhoria do desenvolvimento da massa, influenciando no fortalecimento da rede de glúten, diminuição da atividade das leveduras na massa, retarda a produção de gás, afeta as características de conservação do pão, melhora a aparência da casca e o sabor do produto final (MILLER; HOSENEY, 2008; LUCHIAN; CANJA, 2010).

Estima-se que uma unidade de pão francês de 50 g, possui aproximadamente 300 mg de sódio (SILVA; YONAMINE; MITSUIKI, 2003; SOSA et al., 2003), sendo uma unidade deste tipo de pão, responsável por 15% da ingestão diária de sódio, recomendada pela OMS (2003). No entanto, estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de reduzir a concentração de sódio nos alimentos, principalmente nos produtos de panificação, por ser um dos principais responsáveis pela ingestão de sódio em muitos países (DÖTSCH et al., 2009; BOLHUIS et al., 2011). A elevada ingestão de sódio é um problema de saúde pública por está associada com a maioria dos

casos de doenças cardiovasculares, renais e câncer no estômago (BROWN et al. 2009; HE; MACGREGOR 2010).

Bolhuis et al. (2011), ao avaliarem o efeito da redução do teor de NaCl (Cloreto de Sódio) no consumo do pão, verificaram que a diminuição de até 52% no pão adicionado de KCl (Cloreto de Potássio) e extrato de leveduras, não interferiu no consumo de pão. Enquanto, Lynch et al. (2009), ao estudarem a influencia de diferentes concentrações de NaCl no pão, verificaram que a redução do teor desse sal de 1,2% para 0,3% e 0,6%, não interferiu significativamente nas características reológicas da massa e nas características sensoriais do pão.

Outro ingrediente importante na panificação é a gordura, por promover o aumento do volume, a maciez e retardar o processo de endurecimento do pão. No entanto, estudos têm sido realizados, a fim de substituir a gordura saturada e *trans* do pão, por ingredientes funcionais, como a inulina e os ácidos graxos essenciais (ômega 3) (O BRIEN et al., 2003; CALDERELLI; BENASSI; MATIOLI, 2008). A inulina consiste num carboidrato, que possui a propriedade de formar gel, quando combinado com a água. É considerada um prebiótico, por reduzir o valor calórico do pão e estimular o desenvolvimento de bactérias que contribuem para a atividade intestinal, como as *bifidobactérias* e os *lactobacilos* (GUIGOZ et al., 2002; O BRIEN et al. 2003). Já os ácidos graxos essenciais, estão associados com a prevenção de doenças cardíacas e redução da taxa de triglicerídeos (KRIS-ETHERTON; HARRIS; APPEL, 2002).

Alguns aditivos têm sido adicionados à formulação do pão, com a finalidade de melhorar a qualidade panificável da farinha de trigo e proporcionar a elaboração de pães, com melhor estrutura do miolo, vida de prateleira, qualidade sensorial e volume. Os aditivos podem ser agrupados em categorias, como os emulsificantes (monoglicerídeos, estearoil-2-lactilato de sódio ou de cálcio e polisorbato), hidrocolóides (goma xantana, goma guar, hidroxipropilmetilcelulose – HPMC e k-carragena), agentes oxidantes (iodato, ácido ascórbico, azodicarbonamida e peróxido), agentes redutores (ditiotreitól e L-cisteína) e enzimas (transglutaminase, glucose oxidase, hexose oxidase, alfa-amilase, proteases e xilanase) (SELOMULYO; ZHOU, 2006; CABALLERO; GÓMEZ; ROSELL, 2007; JOYE; LAGRAN; DELCOUR, 2009).

Os aditivos atuam de diferentes formas quando incorporados à massa do pão. Os emulsificantes podem atuar na formação de complexos com o amido, favorecendo a maciez do miolo e prevenindo o envelhecimento do pão; e também, pode interagir com as proteínas aumentando a capacidade de retenção de CO₂ pela rede de glúten (GANDRA et al., 2008). Já os

hidrocolóides reduzem os danos provocados por cristais de gelo em pães obtido a partir de massa congelada, acredita-se que a relação, dessas substâncias com as proteínas do glúten, amido e moléculas de água, pode ser responsável pela melhoria da qualidade do pão (BÁRCENAS; OKELLER; ROSELL, 2009). Os agentes oxidantes atuam na funcionalidade das proteínas do glúten, promovendo a redução da extensibilidade e o aumento da capacidade de retenção dos gases, resultando em pães com maior volume e melhor textura, e as enzimas participam da formação de ligações covalente, entre as proteínas do glúten, podendo substituir os melhoradores químicos adicionados na massa do pão (WIESER, 2007, LOPES et al., 2007; JOYE; LAGRAN; DELCOUR, 2009).

2.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE PÃO FRANCÊS AVALIADOS POR MÉTODOS INSTRUMENTAIS

Alguns dos parâmetros de qualidade avaliados em pão francês, por métodos instrumentais são volume específico, cor da casca e miolo, perfil de textura, pH, acidez e umidade.

2.3.1 Volume específico

O volume específico é uma das medidas mais importantes para avaliar a qualidade do trigo (MONDAL; DATTA, 2008). Essa característica pode ser influenciada pela quantidade e qualidade da farinha de trigo, incorporação de aditivos a massa como os oxidantes, redutores, enzimas, hidrocolóides e emulsificantes e pelo tempo de fermentação, entre outros (INDRANI; RAO, 2006; POVLSEN, 2008; MEZAIZE et al., 2009).

A determinação do volume específico do pão, geralmente é realizada pelo método de deslocamento de sementes, depois que o pão é pesado; o resultado é calculado pela relação entre o volume e peso da amostra, sendo o resultado expresso em cm^3/g . Este método possui a desvantagem de não ser preciso, no entanto, devido a sua simples aplicação, pode ser utilizado como um controle de rotina nas indústrias de panificação (CECCHI, 2003; YI; KERR, 2009).

O volume específico do pão francês de boa qualidade deve está situado no intervalo de 5,0 a 8,0 cm^3/g (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001), sendo 6,0 cm^3/g o valor considerado ótimo (EL-DASH; CAMARGO; DIAZ, 1982). Alterações no volume específico estão

relacionadas à quantidade de gás produzido durante a fermentação e à capacidade de retenção de gás pela massa (BONNARDEL; MAITRE, 1987). Pães que usam massa congelada geralmente resultam em produto final com baixo volume específico, o que ocorre devido à perda de resistência à extensão da massa e da atividade do fermento (KENNY et al., 1999). O baixo volume específico também está associado ao alto teor de umidade e de fibras, falhas no batimento e cocção, pouca aeração, difícil mastigação e sabor impróprio (ESTELLER; LANNES, 2005; YI; KERR, 2009). No entanto, o pão com volume específico excessivo está relacionado com o longo tempo de fermentação e incorporação de aditivos a massa (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001).

2.3.2 Cor da casca e do miolo

O pão francês deve apresentar casca de cor castanho-dourada uniforme e miolo branco-creme (BRASIL, 2000). Essas características são influenciadas pelos ingredientes utilizados, raio do pão, atividade de água da massa e condições de processamento, isto é, tempo e temperatura de cozimento, velocidade do ar, umidade relativa no forno e taxa de transferência de calor durante o assamento (AHRNÉ et al., 2007; MONDAL; DATTA, 2008; PURLIS, 2010).

A formação da cor da casca ocorre durante o cozimento do pão, devido às reações de Maillard e caramelização (ZANONI; PERI; BRUNO, 1995; PURLIS; SALVADORI, 2009). Essas reações são responsáveis pela formação de compostos que contribuem com a pigmentação marrom, destacando-se as melanoidinas e os furfurais. Durante esse processo, além dos pigmentos, também se formam substâncias com potencial carcinogênico em humanos, como o hidroximetilfurfural e a acrilamida (BRATHEN; KNUTSEN, 2005; CAPUANO et al., 2009). Essas substâncias são encontradas em maior concentração nos alimentos submetidos a altas temperaturas de assamento, como batata chips, batata frita e na casca do pão (TAUBERT et al., 2004; AMREIN et al. 2004).

A cor do miolo está relacionada aos ingredientes utilizados, principalmente ao tipo de farinha (a de trigo é responsável pela cor creme, a de milho amarelada e a de centeio cinza), pois a temperatura atingida no miolo, durante o cozimento da massa não excede 100 °C, e conseqüentemente, esta condição não contribui para a reação de caramelização, no entanto, a

reação de Maillard ocorre em baixa velocidade, por ter início a 70 °C (GOMEZ et al., 2003; RIBEIRO; SARAVALLI, 2007; CALLEJO, 2011).

A análise instrumental da cor da casca e do miolo do pão pode ser realizada quantificando os compostos químicos formados nas reações de Maillard e caramelização, como a concentração de furfurais, determinado por HPLC-UV, e das melanoidinas, usando o espectrofotômetro (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2003; AIT AMEUR; TRYSTRAM; BIRLOUEZ – ARAGON, 2007; MICHALSKA et al., 2008). Entretanto, o método mais utilizado na área de ciência dos alimentos consiste em medir a quantidade de luz refletida pela superfície do alimento, com o auxílio de um colorímetro utilizando as escalas Hunter Lab ou CIE $L^*a^*b^*$, sendo esta última adotada como padrão internacional pela *Commission Internationale de l'Eclairage*. Os parâmetros usados pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$ são a luminosidade (L^*) que varia de 0 a 100 (preto a branco) e as coordenadas a^* (verde a vermelho) e b^* (azul a amarelo) (PURLIS; SALVADORI, 2007; RAMOS; GOMIDE, 2009).

Ao analisar a luminosidade da casca do pão tipo francês Purlis (2012) verificou que valores próximos a 70 são considerados aceitáveis sensorialmente, o que pode ser alcançado quando são aplicadas algumas condições de cozimento, como 220 °C por 10 minutos ou 200 °C durante 20 minutos. Temperaturas acima destes valores podem favorecer a formação dos compostos tóxicos. Para os parâmetros a^* e b^* da casca do pão, não foi verificado recomendações na literatura.

Em relação à luminosidade do miolo, Nabeshima et al. (2005) verificaram que valores no intervalo de 70 a 77 resultam em boa aceitação sensorial. No entanto, não foram encontradas recomendações na literatura, para os parâmetros a^* e b^* do miolo.

Altamirano-Fortoul e Rosell (2011), ao avaliarem a cor do pão tipo baguete comercializado em supermercados da Espanha, observaram que os resultados para L^* , a^* e b^* foram respectivamente, 52,6, 14,8 e 34,7. De Conto et al. (2012) estudando a influencia da adição de ômega-3 microencapsulado e extrato de alecrim no pão observaram que a luminosidade do pão variou de 77,23 a 80,84, tendendo a cor amarela.

Borges et al. (2011) verificaram que a adição da farinha de linhaça ao pão tipo francês teve redução na luminosidade (L^*) e maior tendência ao vermelho. Já Lannes e Esteller (2005), ao analisarem o pão tipo francês comercializado no município de São Paulo-SP verificaram médias para L^* , a^* e b^* , respectivamente, de 65,3, 8,6 e 25,2 na casca e 63,2, 0,4 e 6,4 no miolo.

2.3.3 pH e acidez

O pH e acidez do pão estão relacionados com os tipos e concentrações das culturas de microrganismos responsáveis pela fermentação, com o teor de Resíduo Mineral Fixo (RMF) da farinha, tempo e temperatura de fermentação, além da concentração de sal na massa (MARTINEZ-ANAYA; BARBER; ESTEVE, 1994; ROBERT et al., 2006). Oura, Soumalainen e Viskari. (1982) consideram pH de 5,3 a 6,2 como adequados para pães e Quaglia (1991) estabelece como ótimo para pão tipo francês pH igual a 5,6.

A adição de bactérias lácticas influencia no pH e acidez titulável do pão. Plessas et al. (2011) ao estudarem a incorporação de bactérias lácticas à massa do pão, encontraram resultados de pH variando de 3,9 a 4,7. Com relação à acidez, foram verificados na literatura, valores entre 1,53 e 3,17 mL NaOH 0,1N/10g pão para pães adicionados somente de levedura de padaria (*Saccharomyce cerevisiae*) (QUÍLEZ; RUIZ; ROMERO, 2006). Entretanto, quando foram adicionadas bactérias lácticas e leveduras à massa, foi verificado que o pH e a acidez variaram de 4,92 a 5,33 e 3,38 a 5,13 mL de NaOH 0,1N/10 g de pão, respectivamente (BARBER et al., 1990).

A acidificação da massa do pão pode ser provocada pelas bactérias lácticas endógenas da farinha de trigo, adição de bactérias lácticas e/ou leveduras à massa e tempo excessivo de fermentação (VUYST; NEYSENS, 2005). Robert et al. (2006) verificaram que o processo de acidificação da massa teve início com a mistura da farinha, água e sal, com pH inicial próximo a 6,1 e que após cinco horas de fermentação, a quantidade de bactérias lácticas endógenas da farinha aumentou de <math><100\text{ UFC/g}</math> para Lactobacillus, *Saccharomyces*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* e *Cândida*. Estes microrganismos fermentam a glicose, auxiliam no crescimento da massa e produção dos ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, além dos alcoóis (QUÍLEZ; RUIZ; ROMERO, 2006; CODA et al., 2010; PLESSAS et al., 2011). Robert et al. (2007) não verificaram mudanças nas propriedades físicas (volume e densidade) de pães elaborados com massa ácida, mas observaram melhor aceitação sensorial, principalmente em relação, ao sabor e aroma.

2.3.4 Umidade

O teor de umidade do pão exerce influência sobre o volume, textura, retrogradação do amido e desnaturação das proteínas (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2003). É geralmente determinado por métodos que consistem na remoção de água do produto por meio do aquecimento, e é calculado pela diferença de peso da amostra no início e ao final do processo. A secagem da amostra em estufa, à temperatura de 105 °C até a obtenção de peso constante é o método utilizado com maior frequência (VALENTINI; DE CASTRO; DE ALMEIDA, 1998; PRIMO-MARTÍN et al., 2010). No entanto, outros métodos também são utilizados na determinação do teor de umidade do pão; um deles é realizado com o auxílio do forno a vácuo, a 75 °C durante 16 horas (WANG; SUN, 2002).

De 1978 a 2000, a umidade máxima estabelecida para pães era de 30% (BRASIL, 1978), sendo esta modificada para 38% (BRASIL, 2000), valor que se manteve até o ano 2005, momento em que esse padrão foi extinto da legislação brasileira (BRASIL, 2005), passando a serem priorizados parâmetros sanitários, que permitam prevenir e avaliar riscos a saúde da população, ao invés de requisitos de qualidade.

Segundo Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), o teor elevado de umidade em pães aumenta a atividade microbiana, deixa o produto grudento e borrachudo, alterando sua textura. Já Stokes e Donald (2000) e Vanin, Lucas e Trystram (2009) verificaram que os pães com baixo teor de umidade podem ser provenientes de massa com baixa quantidade de água, o que pode ser provocado devido à gelatinização incompleta do amido e desnaturação de proteínas ou estarem associados com tempo excessivo de assamento, resultando em pães com casca crocante e sensível a fratura, e miolo com aspecto quebradiço e poros de tamanho maior.

Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), ao analisar o teor de umidade do pão francês comercializado em cinco panificadoras do município de Curitiba (Brasil), observaram médias variando de 28,5% a 36,0%, enquanto, Castro et al. (2009) verificaram que os pães tipo francês, comercializados no município de Marabá (Brasil), tiveram resultados na faixa de 18,2% a 40,1%. Nas tabelas de composição de alimentos, foram observados valores de 20,8% e 27,8% (USP, 2008 e USDA, 2012, respectivamente). Apesar da variabilidade no teor de umidade do pão tipo francês, Oliveira, Pirozi e Borges (2007) e Borges et al. (2011), observaram que valores próximos a 30%, tiveram boa aceitação sensorial.

2.3.5 Perfil de textura

As propriedades de textura dos alimentos têm sido descritas como um grupo de características físicas, detectadas pela sensação de toque, estando relacionadas com a deformação, desintegração e fluxo do alimento sob a aplicação de uma força (BOURNE, 1989). Quando a textura do pão é analisada, verificam-se as propriedades mecânicas, que muitas vezes, podem ser relacionadas com a qualidade sensorial (CAUVAIN, 2009). Algumas características de textura do pão como crocância da casca e maciez do miolo são desejáveis, enquanto dureza e murchamento são rejeitadas (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

A determinação dos parâmetros de textura do pão (mastigabilidade, firmeza, coesividade e elasticidade) consiste em submeter às amostras a compressão e analisar a curva que relaciona força e tempo (Figura 2) (SZCZESNIAK, 1998). Essas características possuem definições físicas e sensoriais diferentes. Fisicamente, a firmeza consiste na força necessária para realizar deformação, a elasticidade é a razão com que um material deformado volta ao seu estado não deformado após ser aplicado uma força, a coesividade é denominada como a força das ligações internas e a mastigabilidade é definida pela força necessária para desintegrar um alimento sólido até ficar pronto para ser engolido. No pão, a firmeza é o parâmetro analisado com maior frequência, por está fortemente relacionado com a firmeza do miolo e percepção de frescor do pão (SZCZESNIAK, 1998; CARR et al., 2006).

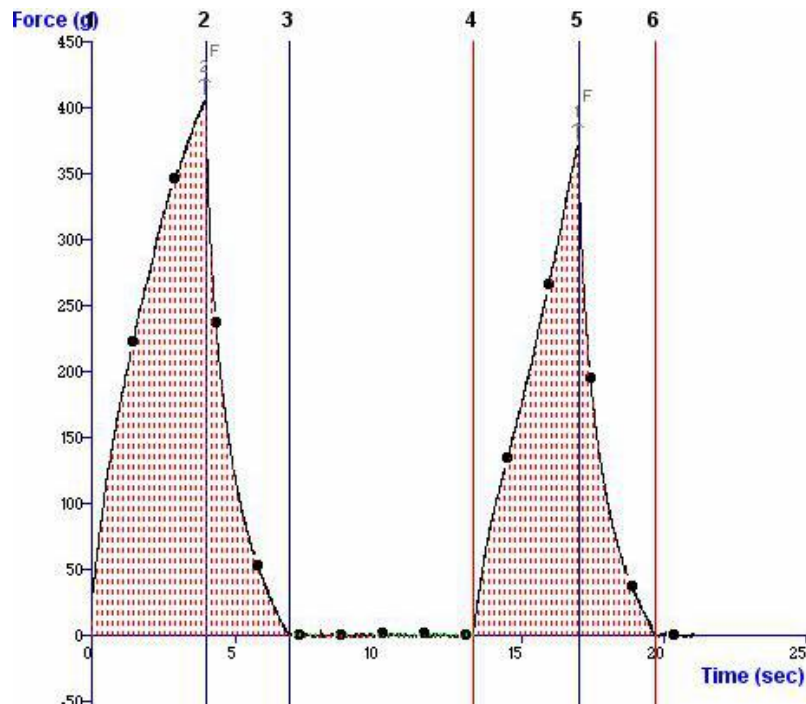


Figura 1 – Demonstração da curva que relaciona a força e o tempo necessários para a TPA do pão francês.

Fonte: Autor (2011)

De Conto et al. (2012), ao avaliarem a firmeza do pão de forma, verificaram que valores na faixa de 1,94 N e 20,96 N tiveram boa aceitação sensorial. Oliveira, Pirozi e Borges (2007) observaram que o pão tipo francês elaborado com 10% de farinha de linhaça teve maior firmeza que a amostra controle, no entanto, esta diferença não foi detectada pelos provadores na avaliação sensorial.

Carr et al. (2006), ao avaliarem o perfil de textura do pão francês obtido de massa congelada e adicionado da enzima alfa-amilase e emulsificantes, verificaram valores médios de firmeza variando de 5,38 N a 7,54 N, mastigabilidade de 46,4 mJ a 90,0 mJ, e elasticidade e coesividade próximos a 18,5 mm e 0,65, respectivamente. Esses autores ainda verificaram que 97% dos provadores comprariam este pão, e que foram classificados quanto à crocância da casca e firmeza do miolo entre os termos hedônicos gostei muito e gostei moderadamente.

2.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS POR MEIO DE ANÁLISE SENSORIAL

A qualidade sensorial dos pães é comumente avaliada por meio de Análise Descritiva e teste de aceitação, sendo este último considerado o mais importante por fornecer dados sobre a percepção do produto pelo consumidor, permitindo observar variações devidas à idade, gênero, classe social e cultura, entre outros. Em ambos os testes, o pão é avaliado principalmente quanto à aparência, textura, aroma e sabor (AHRNÉ et al., 2007; ABDULLAH, 2008; HAYAKAWA et al., 2009; PURLIS, 2012).

Dos testes de aceitação, o mais aplicado utiliza escala hedônica de nove pontos, com escores variando de 1 “desgostei muitíssimo” a 9 “gostei muitíssimo”, tendo o 5,0 como indiferente. Em geral, o produto é aceito nesse teste quando alcança escore médio acima de 5,0, (BÁRCENAS; ROSELL, 2006), no entanto, alguns autores consideram as amostras aceitas somente quando alcançam escore igual ou superior a 6,0 (ROCHA; SANTIAGO, 2009; GIMÉNEZ et al., 2005) ou acima de 7,0 (CAPRILES; ÁREAS, 2005).

Os testes de aceitação são muito utilizados quando se pretende avaliar os efeitos de mudanças na formulação e/ou condições de processamento, sendo o produto convencional analisado como controle, para fins de comparação com as demais formulações testadas, entretanto, não foi verificado na literatura pesquisada nenhum estudo que avaliasse aceitação sensorial somente do pão francês comercial.

Carr et al. (2006) verificaram que firmeza do miolo, sabor, brilho e rugosidade da casca foram as características que mais influenciaram na aceitação do pão francês obtido a partir de massa congelada e adicionado de ácido ascórbico e enzima alfa amilase, tendo estes obtido maior aceitação que o pão controle.

Silva, Yonamine e Mitsuiki (2003) verificaram que os pães tipo francês, elaborados sem adição de sal, tiveram boa aceitação sensorial, com escores médios acima de 6 nos quatro atributos avaliados.

Borges et al. (2011), ao avaliarem a aceitação sensorial do pão tipo francês elaborado com 10% e 15% de farinha de linhaça, verificaram que os atributos aroma, sabor e impressão global,

foram os que mais influenciaram na aceitação destes pães, com escores médios situados entre os termos hedônicos gostei muito (8) e gostei extremamente (9).

Já os testes descritivos são aplicados quando se pretende obter informações detalhadas sobre os atributos sensoriais do produto em análise, permitindo, no caso dos pães, a discriminação e caracterização dos seus diferentes tipos. Para a realização deste teste, é necessário que ocorra a seleção e treinamento dos provadores, onde são definidos os atributos e seus significados, para cada tipo de pão (CALLEJO, 2011). Estudos aplicando esta ferramenta foram realizados em alguns países como Japão e Brasil, para o pão tipo francês, entretanto, os termos adotados nesses estudos não são padronizados, o que dificulta a comparação entre resultados obtidos nas pesquisas.

Na Espanha, um estudo realizado por Elía (2011), desenvolveu uma metodologia para análise sensorial descritiva de diferentes tipos de pães, baseada em 46 termos, do qual 17 referentes à aparência, 9 ao aroma, 12 ao sabor e 8 para textura, analisando separadamente a casca e miolo dos pães. Os termos foram gerados por um painel de 10 provadores treinados durante o período de um ano. Esse estudo propôs uma metodologia padrão para análise sensorial de pão, visando facilitar a comunicação entre os grupos de pesquisa, contribuindo com a melhoria de qualidade desse produto.

Ferreira, Oliveira e Pretto (2001) utilizaram a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para avaliarem a qualidade do pão francês comercializado em cinco panificadoras do município de Curitiba. O estudo foi realizado com 12 provadores treinados, empregando uma escala estruturada de cinco pontos, onde a nota 5 foi atribuída ao pão muito bom, 3 regular e 0 muito ruim. Foram selecionados 11 atributos, entre eles volume específico, cor da casca e do miolo, forma e simetria, crocância da casca, aspecto da pestana e de quebra da casca, além de porosidade, textura, aroma e sabor. Em seguida, as notas atribuídas a cada característica foram relacionadas com um fator relativo à sua importância na qualidade do pão. Com os resultados obtidos, esses autores puderam classificar os pães de duas panificadoras como de boa qualidade, duas regulares e uma ruim.

No Japão, Hayakawa et al. (2009), ao estudarem as características sensoriais do pão francês, utilizando a ADQ, com uma equipe de 9 provadores treinados, obtiveram 23 termos descritores, sendo onze destes referentes à aparência, seis a textura, cinco ao aroma e apenas um

ao sabor. Esses autores desenvolveram um vocabulário com termos que podem ser utilizados para descrever a qualidade sensorial do pão francês.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Amostras de pão francês, produzidas em doze panificadoras de João Pessoa-PB, foram obtidas mediante compra, no período de março a agosto de 2011. As panificadoras foram selecionadas mediante sorteio, a partir de 120 estabelecimentos cadastrados no Sindicato dos Panificadores do Estado da Paraíba (SINDIPAN/PB), sendo codificadas por letras, variando de A a M.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS PANIFICADORAS SELECIONADAS

Para a caracterização, fez-se um levantamento, em cada panificadora, referente aos itens localização, tipo de serviço, adequação da forma de exposição à venda e preço cobrado por quilo do pão tipo francês, aparência e higiene do local e dos funcionários.

3.3 COLETA DAS AMOSTRAS

Para as análises instrumentais, foram utilizadas no total 360 unidades de pão francês; coletadas em triplicata, com 10 repetições, totalizando 30 pães, por panificadora. Para a avaliação sensorial, 780 amostras de pão francês foram analisadas, sendo realizada somente uma coleta para obtenção de 65 unidades, por panificadora. Os pães foram acondicionados e transportados até o laboratório em sacos de papel. As amostras foram analisadas 2 – 4 horas após a coleta.

3.4 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS

Amostras de pão francês das doze panificadoras selecionadas tiveram sua qualidade avaliada por meio de análises instrumentais e sensoriais.

3.5 ANÁLISES INSTRUMENTAIS

Foram determinados volume específico, umidade, cor da casca e do miolo, pH, acidez e perfil de textura.

O volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço, calculando-se o resultado pela razão entre o volume (cm³) e massa do pão (g), sendo expresso em cm³/g (AACC 10-11, 2000). O teor de umidade foi analisado em estufa a 105°C até peso constante (AOAC, 1997). Para pH e acidez, homogeneizou-se 10 gramas de cada amostra com 90 mL de água destilada, e o pH da suspensão resultante foi determinado utilizando potenciômetro modelo 0400 (Quimis, São Paulo, Brasil), previamente calibrado e operado de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, a suspensão foi titulada com solução de NaOH 0,1N até pH 8,5. A acidez titulável foi expressa em mL de NaOH 0,1N consumido por 10g de pão (ROBERT et al., 2006).

A análise de cor do pão francês foi realizada em três diferentes pontos na crosta e três no miolo, sendo os resultados de cada parte expressos pela média, utilizando o colorímetro digital modelo CR 300 (Minolta, New Jersey, USA), após sua calibração em uma placa branca ($L^*=97,47$, $a^* = -0,16$, $b^* = 2,23$). A cor foi determinada de acordo com o Sistema CIE- $L^* a^* b^*$ (*Commission Internationale L'Eclairage*) em que os parâmetros L^* (luminosidade variando de 0 a 100), a^* ($-a^*$ a a^* indicando verde a vermelho) e b^* ($-b^*$ a b^* indicando azul a amarelo) foram analisados (ALTAMIRANO-FORTOUL; ROSELL, 2011). A diferença de cor (dE^*_{ab}) foi calculada pela equação (1):

$$\Delta E^*_{ab} = [(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]^{1/2} \quad (1)$$

Onde L^*_{ref} , a^*_{ref} e b^*_{ref} são valores referentes à cerâmica branca utilizada na calibração do colorímetro digital ($L^*_{ref} = 97,47$, $a^*_{ref} = -0,16$, $b^*_{ref} = 2,23$) (AHRNÉ et al., 2007).

O perfil de textura dos pães foi realizado com o auxílio do texturômetro modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), equipado com probe cilíndrico de compressão, com 35 mm de diâmetro. Os parâmetros de textura determinados foram firmeza, mastigabilidade, elasticidade e coesividade. A análise instrumental de textura foi realizada sob as seguintes condições: velocidade pré-teste, do teste e pós-teste de 2,0 mm/s, 5,0 mm/s e 5,0 mm/s, respectivamente; com distância de 20 mm, tipo de gatilho 20 g e tempo entre as duas compressões de 5 s. Para análise desses parâmetros, as extremidades do pão francês foram removidas, resultando em um cilindro com aproximadamente 6,0 cm de comprimento (CARR; TADINI, 2003).

3.6 ANÁLISE SENSORIAL

Amostras de pão francês de cada panificadora foram submetidas ao teste de aceitação por escala hedônica, com a participação de 65 provadores voluntários em cada uma das sessões realizadas, por panificadora. Os provadores eram estudantes e funcionários da Universidade Federal da Paraíba (Brasil), sendo 66% do gênero masculino e 34% do gênero feminino, no qual 96,4% estavam compreendidos na faixa etária de 18 a 29 anos e 3,9% acima de 29 anos. Esse teste foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (Brasil), em cabines individuais.

Os atributos avaliados foram aparência, cor da casca, cor do miolo, crocância da casca, textura, aroma, sabor e aceitação global e a escala hedônica usada foi a de nove pontos (Figura 2), que variou de gostei muitíssimo (9) a desgostei muitíssimo (1) (STONE; SIDEL, 1985). Os pães foram considerados aceitos quando tiveram médias \geq a 6,0, equivalente ao termo hedônico “gostei ligeiramente” (GIMÉNEZ et al., 2007).

Para avaliação da aparência, amostras do produto inteiro foram apresentadas, enquanto para os demais atributos os pães foram divididos ao meio, sendo estes servidos de forma monádica, em pratos brancos descartáveis codificados com três dígitos aleatórios e à temperatura ambiente.

Os testes de aceitação foram realizados após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências e Saúde da UFPB, com a referência 070/11.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

Nome: _____

Escolaridade: _____

TESTE DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO PÃO FRANCÊS

Por favor, avalie a amostra de pão francês de acordo com as características citadas, usando a escala abaixo, indicando o quanto você **gostou** ou **desgostou** das amostras:

Características	Avaliação
Aparência	
Cor da casca	
Cor do miolo	
Crocância da casca	
Aroma	
Sabor	
Maciez do miolo	
Aceitação global	

- (9) gostei extremamente
- (8) gostei muito
- (7) gostei moderadamente
- (6) gostei ligeiramente
- (5) nem gostei / nem desgostei
- (4) desgostei ligeiramente
- (3) desgostei moderadamente
- (2) desgostei muito
- (1) desgostei extremamente

OBRIGADA!

Figura 2 – Ficha de avaliação utilizada no teste sensorial de aceitação.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises instrumentais e do teste de aceitação do pão tipo francês das doze panificadoras foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey, a um nível de significância de 5%. Todos os resultados foram expressos pela média \pm desvio padrão.

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO

AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DO PÃO TIPO FRANCÊS POR MÉTODOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS

Resumo

O pão francês é o tipo de pão mais consumido no Brasil, sendo bem aceito por consumidores de diferentes classes sociais e econômicas. No entanto, esse produto apresenta bastante variabilidade em suas características, podendo essa falta de uniformidade resultar em problemas de qualidade. Por essa razão, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade do pão tipo francês, comercializado em panificadoras de João Pessoa-PB, por meio de métodos instrumentais e sensoriais. Inicialmente, amostras de pães das doze panificadoras selecionadas nesse estudo foram submetidas às determinações de volume específico, umidade, pH, acidez, cor da casca, cor do miolo e perfil de textura, tendo todas essas análises sido realizadas em triplicata, com 10 repetições. Em seguida, foi aplicado um teste de aceitação sensorial, utilizando-se uma escala hedônica de nove pontos, com 65 provadores, que avaliaram as amostras quanto aos atributos aparência, cor da casca, cor do miolo, crocância da casca, aroma, sabor, textura e aceitação global. Nos testes instrumentais, os principais problemas de qualidade detectados nos pães foram umidade baixa e acidez elevada, enquanto volume específico e luminosidade da casca apresentaram maior adequação. Em relação à aceitação sensorial, 50% das panificadoras tiveram seus pães aceitos em todos os atributos avaliados, sendo a falta de crocância o principal problema de qualidade detectado nos pães rejeitados. As amostras de uma panificadora foram rejeitadas também quanto aos atributos aroma, sabor e aparência, apresentando, portanto, maior necessidade de adequação. Portanto, futuros estudos devem ser realizados, correlacionando especialmente

umidade e acidez com atributos sensoriais como textura, aroma e sabor, na tentativa de estabelecer limites mínimos e máximos aceitáveis para essas características.

Palavras-chave: panificação, parâmetros de qualidade, aceitação sensorial.

Abstract

The French bread is the kind of bread most consumed in Brazil, being well accepted in different social and economic classes. However, this product presents very variability in their characteristics, which can result in quality problems due to lack of uniformity. For this reason, the aim of this research was to evaluate the quality of French-type bread sold in bakeries of João Pessoa-PB using sensory and instrumental methods. Initially, bread samples from twelve bakeries selected were submitted to specific volume, moisture, pH, acidity, skin color, crumb color and texture profile determinations, being all these analyses carried out in triplicate, with 10 repetitions. Subsequently, an acceptance test by a nine-point hedonic scale was applied, with 65 panelists, that evaluated the samples according to the appearance, crust color, crumb color, crust crispness, aroma, flavor, texture and overall acceptability attributes. In the instrumental tests, the main quality problems were low moisture and high acidity, as specific volume and crust lightness (L^*) were satisfactory. Regarding to the sensory acceptance, 50% of the bakeries had its breads accepted in all attributes evaluated, being the lack of crispness the main quality problem found in rejected breads. The samples of one bakery were rejected also with respect to aroma, flavor and appearance attributes, presenting more necessity for improvement. Therefore, future researchs need be carried out correlating especially moist and acidity with sensorial attributes such as texture, aroma and flavor to try stablish minimum and maximum limits acceptable to these characteristics.

Key words: bakery, quality parameters, sensory acceptance.

1 Introdução

O pão francês é o tipo de pão mais consumido no Brasil, sendo considerado uma das principais fontes calóricas da dieta dos brasileiros (IBGE, 2010). É obtido basicamente por

mistura de farinha de trigo, cloreto de sódio, fermento e água, podendo ser adicionado de alguns aditivos como enzimas, agentes oxidantes e hidrocolóides, entre outros (BÁRCENAS; OKELLER; ROSELL, 2009; JOYE; LAGRAN; DELCOUR, 2009) e é caracterizado por apresentar casca crocante, de cor uniforme castanho-dourada e miolo de cor branco-creme, de textura e granulação fina não uniforme (BRASIL, 2000). Entretanto, mudanças na formulação e processo de elaboração podem causar variações nessas características, resultando na obtenção de produtos com qualidade variável.

Algumas das medidas que contribuem para a redução da variabilidade na produção do pão francês são padronização de formulação, uso de câmaras de fermentação e de controle de temperatura do forno, condições que dependem de investimentos em equipamentos, manutenção e capacitação de pessoal.

Com maior uniformidade na produção, é possível iniciar um processo de estabelecimento de padrões de qualidade para o pão francês, que deverão ser monitorados por meio de análises instrumentais e sensoriais. As principais características avaliadas por métodos instrumentais são volume específico, umidade, firmeza, cor e porosidade do miolo e cor da casca (ESTELLER; LANNES, 2005; CURIC et al., 2008). Com relação aos testes sensoriais, os mais aplicados são análise descritiva e teste de aceitação (HAYAKAWA et al., 2009, CALLEJO, 2011).

Considerando a crescente exigência dos consumidores, o controle da variabilidade na produção e a melhoria da qualidade do pão francês passa a ser uma prioridade para panificadoras que têm o intuito de manter e atrair mais clientes.

Nesta pesquisa, propôs-se avaliar a qualidade do pão tipo francês, produzido em pequenas panificadoras de João Pessoa-PB, por meio de análises instrumentais e sensoriais.

2 Material e Métodos

2.1 Material

Amostras de pão francês, produzidas em doze panificadoras de João Pessoa-PB, foram obtidas mediante compra, no período de março a agosto de 2011. As panificadoras foram selecionadas mediante sorteio, a partir de 120 estabelecimentos cadastrados no Sindicato dos

Panificadores do Estado da Paraíba – SINDIPAN/PB, sendo codificadas por letras, variando de A a M.

2.2 Caracterização das panificadoras selecionadas

Para a caracterização, fez-se um levantamento, em cada panificadora, referente aos itens localização, tipo de serviço, adequação da forma de exposição à venda e preço cobrado por quilo do pão tipo francês, aparência e higiene do local e dos funcionários.

2.3 Coleta das amostras

Para as análises instrumentais, foram utilizadas no total 360 unidades de pão francês; coletadas em triplicata, com 10 repetições, totalizando 30 pães, por panificadora. Para a avaliação sensorial, 780 amostras de pão francês foram analisadas, sendo realizada somente uma coleta para obtenção de 65 unidades, por panificadora. Os pães foram acondicionados e transportados até o laboratório em sacos de papel. As amostras foram analisadas 2 - 4 horas após a coleta.

2.4 Avaliação dos parâmetros de qualidade do pão francês

Amostras de pão francês das doze panificadoras selecionadas tiveram sua qualidade avaliada por meio de análises instrumentais e sensoriais.

2.5 Análises instrumentais

Foram determinados volume específico, umidade, cor da casca e do miolo, pH, acidez e perfil de textura.

O volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço, calculando-se o resultado pela razão entre o volume (cm^3) e massa do pão (g), sendo expresso em cm^3/g (AACC 10-11, 2000). O teor de umidade foi analisado em estufa a 105°C até peso constante (AOAC, 1997). Para pH e acidez, homogeneizou-se 10 gramas de cada amostra com 90 mL de água destilada, e o pH da suspensão resultante foi determinado utilizando

potenciômetro modelo 0400 (Quimis, São Paulo, Brasil), previamente calibrado e operado de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, a suspensão foi titulada com solução de NaOH 0,1N até pH 8,5. A acidez titulável foi expressa em mL de NaOH 0,1N consumido por 10g de pão (ROBERT et al., 2006).

A análise de cor do pão francês foi realizada em três diferentes pontos na crosta e três no miolo, sendo os resultados de cada parte expressos pela média, utilizando o colorímetro digital modelo CR 300 (Minolta, New Jersey, USA), após sua calibração em uma cerâmica branca. A cor foi determinada de acordo com o Sistema CIE-L* a* b* (*Commission Internationale L'Eclairage*) em que os parâmetros L* (luminosidade variando de 0 a 100), a* (-a* a a* indicando verde a vermelho) e b* (-b* a b* indicando azul a amarelo) foram analisados (ALTAMIRANO-FORTOUL; ROSELL, 2011). A mudança total de cor (ΔE^*_{ab}) foi calculada pela equação (1):

$$\Delta E^*_{ab} = [(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]^{1/2} \quad (1)$$

Onde L^*_{ref} , a^*_{ref} e b^*_{ref} são valores referentes à cerâmica branca utilizada na calibração do colorímetro digital ($L^*_{ref} = 97,47$, $a^*_{ref} = -0,16$, $b^*_{ref} = 2,23$) (AHRNÉ et al., 2007).

O perfil de textura dos pães foi realizado com o auxílio do texturômetro modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), equipado com probe cilíndrico de compressão, com 35 mm de diâmetro. Os parâmetros de textura determinados foram firmeza, mastigabilidade, elasticidade e coesividade. A análise instrumental de textura foi realizada sob as seguintes condições: velocidade pré-teste, do teste e pós-teste de 2,0 mm/s, 5,0 mm/s e 5,0 mm/s, respectivamente; com distância de 20 mm, tipo de gatilho 20 g e tempo entre as duas compressões de 5 s. Para análise desses parâmetros, as extremidades do pão francês foram removidas, resultando em um cilindro com aproximadamente 6,0 cm de comprimento (CARR; TADINI, 2003).

2.6 Análise sensorial

Amostras de pão francês de cada panificadora foram submetidas ao teste de aceitação por escala hedônica, com a participação de 65 provadores voluntários em cada uma das sessões

realizadas, por panificadora. Os provadores eram estudantes e funcionários da Universidade Federal da Paraíba (Brasil), sendo 66% do gênero masculino e 34% do gênero feminino, no qual 96,4% estavam compreendidos na faixa etária de 18 a 29 anos e 3,9% acima de 29 anos. Esse teste foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (Brasil), em cabines individuais.

Os atributos avaliados foram aparência, cor da casca, cor do miolo, crocância da casca, textura, aroma, sabor e aceitação global e a escala hedônica usada foi a de nove pontos, que variou de gostei muitíssimo (9) a desgostei muitíssimo (1) (STONE; SIDEL, 1985). Os pães foram considerados aceitos quando tiveram médias \geq a 6,0, equivalente ao termo hedônico “gostei ligeiramente” (GIMÉNEZ et al., 2007).

Para avaliação da aparência, amostras do produto inteiro foram apresentadas, enquanto para os demais atributos os pães foram divididos ao meio, sendo estes servidos de forma monádica, em pratos brancos descartáveis codificados com três dígitos aleatórios e à temperatura ambiente.

Os testes de aceitação foram realizados após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências e Saúde da UFPB, com a referência 070/11.

2.7 Análise estatística

Os resultados das análises instrumentais e do teste de aceitação do pão tipo francês das doze panificadoras foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey, a um nível de significância de 5%. Todos os resultados foram expressos pela média \pm desvio padrão.

3 Resultados e Discussão

3.1 Características das panificadoras selecionadas

Todas as panificadoras avaliadas estavam situadas em áreas centrais, possuíam estacionamento próprio e ofereciam serviço tipo conveniência, segundo esquema de classificação proposto por Chudzikiewicz (2005). Nesses estabelecimentos, o preço cobrado por quilo de pão francês variou de R\$ 4,99 a R\$ 6,99.

Com relação à aparência do local e dos funcionários, nenhuma panificadora apresentou condições ótimas, sendo observado que quando o local apresentava boa aparência, os atendentes também possuíam. Mais de 66 % das panificadoras selecionadas nesse estudo apresentavam condições precárias de higiene do local e dos funcionários, condição que comprometeu a aparência, o que era facilmente evidenciado por observação visual.

3.2 Avaliação dos parâmetros de qualidade do pão francês por métodos instrumentais

Os resultados das análises de volume específico, umidade, pH e acidez estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados das análises de volume específico, umidade, pH e acidez do pão.

Panificadoras	Volume Específico (cm ³ /g)	Umidade (%)	pH	Acidez (mL de NaOH 0,1N/10 g pão)
A	7,28 ^{bc} ± 0,46	25,29 ^{de} ± 1,60	5,74 ^{ab} ± 0,08	4,67 ^{cd} ± 0,36
B	6,46 ^e ± 0,50	26,75 ^{bc} ± 2,25	5,86 ^a ± 0,22	4,28 ^e ± 0,45
C	7,49 ^b ± 0,79	22,21 ^h ± 1,68	5,58 ^b ± 0,12	5,44 ^b ± 0,26
D	8,08 ^a ± 0,80	24,93 ^{defh} ± 2,09	5,69 ^e ± 0,28	6,11 ^a ± 0,36
E	6,64 ^{de} ± 0,76	23,48 ^{gh} ± 1,92	4,69 ^e ± 0,18	5,72 ^b ± 0,73
F	7,47 ^b ± 0,55	24,09 ^{efg} ± 2,07	4,70 ^e ± 0,21	5,72 ^b ± 0,64
G	7,42 ^b ± 0,82	26,25 ^{bcd} ± 1,61	4,84 ^{cde} ± 0,16	6,40 ^b ± 0,74
H	7,05 ^{bcd} ± 0,57	27,22 ^{ab} ± 1,81	4,78 ^{de} ± 0,21	5,60 ^b ± 0,74
I	6,52 ^{de} ± 0,54	23,80 ^{fgh} ± 1,94	4,86 ^{de} ± 0,17	5,55 ^b ± 0,31
J	6,71 ^{cde} ± 0,75	25,20 ^{def} ± 2,17	5,05 ^c ± 0,27	4,85 ^c ± 0,46
L	5,72 ^f ± 0,65	28,76 ^a ± 1,67	5,74 ^a ± 0,28	4,43 ^{de} ± 0,37
M	6,66 ^{de} ± 0,33	25,53 ^{cde} ± 1,12	4,90 ^{cd} ± 0,27	5,45 ^b ± 0,38

Média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata com 10 repetições para cada panificadora.

*Médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

As médias de volume específico das amostras variaram de 5,72 a 8,08 cm³/g estando todas situadas no intervalo entre 5,0 e 8,0 cm³/g, considerado satisfatório (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001). Geralmente, volume específico acima de 5,0 é observado em pão francês adicionado de melhorador (KAJISHIMA; PUMAR; GERMANI, 2003; LOPES et al., 2007; CARR et al., 2006), enquanto a falta deste aditivo, o uso de massa congelada, fibra

alimentar e farinha mista promovem efeito contrário, resultando em pães com baixo volume específico ($<5,0 \text{ cm}^3/\text{g}$) (CARR; TADINI, 2003; PEREIRA et al., 2009; BORGES et al., 2011).

Para umidade, foram verificadas médias entre 22,21% e 28,76%, com predominância de valores abaixo de 26%, indicativos de baixa umidade. Geralmente, a umidade observada no pão francês situa-se em torno de 30% (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001; OLIVEIRA; PIROZI; BORGES, 2007; BORGES et al., 2011), entretanto, valores mais baixos têm sido citados por outros autores. Esteller e Lannes (2005), ao avaliarem a umidade do pão francês comercializado no município de São Paulo (Brasil), obtiveram média de 26%. Já Castro et al. (2009) verificaram neste tipo de pão, elaborado em panificadoras do município de Marabá (Brasil), umidade variando de 18,2% a 40,1%. Nas tabelas de composição de alimentos da Universidade de São Paulo - USP (2008) e do *Agricultural Research Service* – USDA (2012) são citados os valores 20,8% e 27,8%, respectivamente.

Em relação ao pH, as médias variaram de 4,69 a 5,86, tendo 41,7% das panificadoras produzido pães com pH na faixa de 5,4 a 6,1, intervalo considerado adequado para este tipo de pão (OURA; SOUMALAINEN; VISKARI 1982). Nas amostras dessas panificadoras, a acidez média dos pães variou de 4,28 a 6,11 mL de NaOH 0,1N/10 g pão, estando acima do observado (1,5-3,3 mL de NaOH 0,1N/10 g pão) em pão francês adicionado somente da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (QUÍLEZ; RUIZ; ROMERO, 2006; BELZ et al., 2012). Nas oito panificadoras que produziram pães com pH médio abaixo de 5,4, os valores médios de acidez variaram de 4,85 a 6,4 mL de NaOH 0,1N/10 g pão. Portanto, mesmo os pães com pH satisfatório, apresentaram acidez elevada.

Alguns fatores como a presença de bactérias lácticas endógenas na farinha de trigo, quantidade de levedura, tipo de bactérias adicionadas à formulação, tempo e temperatura de fermentação, além do(s) tipo(s) de ácido(s) orgânico(s) presente(s), podem influenciar o pH e acidez dos pães (PLESSAS et al., 2011; ROBERT et al., 2006).

Os resultados das análises de cor da casca e do miolo estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das análises de cor da casca e do miolo do pão.

Panificadoras	Cor da casca				Cor do miolo		
	L*	a*	b*	ΔE^*_{ab}	L*	a*	b*
A	71,45 ^{ab} ± 4,27	5,86 ^{bcdef} ± 3,00	39,23 ^{abc} ± 4,78	45,83 ^{bcd} ± 4,67	81,34 ^{bcd} ± 1,82	-1,86 ^b ± 0,14	14,09 ^{abc} ± 0,82
B	70,71 ^{ab} ± 3,69	3,03 ^g ± 2,84	32,04 ^{bcde} ± 3,26	40,49 ^d ± 5,87	82,17 ^{bc} ± 2,91	-1,66 ^{bcd} ± 0,12	14,64 ^{abc} ± 1,64
C	72,35 ^a ± 4,35	4,55 ^{defg} ± 3,44	35,06 ^{de} ± 6,78	45,37 ^{bcd} ± 7,78	80,61 ^{cde} ± 3,22	-1,81 ^{ab} ± 1,68	15,74 ^a ± 6,23
D	71,57 ^{ab} ± 2,95	4,05 ^{fg} ± 2,61	32,92 ^{de} ± 3,26	50,40 ^{ab} ± 6,67	81,00 ^{bcde} ± 4,35	-1,77 ^{bc} ± 0,29	13,57 ^c ± 0,72
E	70,42 ^{ab} ± 2,54	3,49 ^{fg} ± 1,77	33,02 ^{de} ± 2,65	49,42 ^{ab} ± 4,03	78,92 ^e ± 2,22	-1,71 ^{bc} ± 0,26	15,50 ^{ab} ± 0,92
F	66,48 ^c ± 3,43	7,33 ^{abc} ± 2,72	39,68 ^{abc} ± 2,76	41,59 ^{abc} ± 5,40	80,53 ^{cde} ± 3,64	-1,28 ^{ef} ± 0,48	13,57 ^c ± 1,37
G	67,94 ^{bc} ± 4,14	6,52 ^{abcde} ± 2,93	37,48 ^{bcd} ± 3,55	44,87 ^{bcd} ± 8,60	81,28 ^{bcde} ± 2,24	-1,23 ^{ef} ± 0,13	14,32 ^{abc} ± 1,50
H	66,43 ^c ± 5,68	8,52 ^a ± 5,65	40,60 ^{ab} ± 4,17	41,47 ^{ab} ± 5,60	81,57 ^{bcd} ± 2,56	-1,40 ^{def} ± 0,38	13,52 ^c ± 1,29
I	68,30 ^{bc} ± 6,48	5,46 ^{cdefg} ± 4,54	35,47 ^{cde} ± 6,20	49,84 ^{ab} ± 5,73	84,52 ^a ± 1,28	-2,17 ^a ± 0,33	13,25 ^c ± 0,73
J	68,07 ^{bc} ± 4,85	5,31 ^{cdefg} ± 2,38	43,37 ^a ± 14,19	41,77 ^a ± 12,21	81,21 ^{bcde} ± 2,04	-1,80 ^b ± 0,28	15,37 ^{ab} ± 0,72
L	65,72 ^c ± 5,57	7,06 ^{abcd} ± 4,18	36,09 ^{bcde} ± 4,13	40,66 ^d ± 4,20	79,19 ^{de} ± 4,32	-1,13 ^f ± 0,30	13,97 ^{bc} ± 1,66
M	65,74 ^c ± 4,80	8,02 ^{ab} ± 3,43	39,38 ^{abc} ± 3,49	41,38 ^{cd} ± 2,84	83,40 ^{ab} ± 1,42	-1,59 ^{cde} ± 0,11	14,12 ^{abc} ± 0,97

Média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata com 10 repetições para cada panificadora.

*Médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

A média da luminosidade da casca do pão francês variou de 65,72 a 72,35, estando todas situadas na faixa de 60 a 78, intervalo considerado satisfatório (PURLIS; SALVADORI, 2009). Segundo Purlis (2011), pães com luminosidade em torno de 70 apresentam boa aceitação sensorial. Entretanto, valores abaixo de 60 resultam em escurecimento excessivo e acima de 78, em coloração muito clara, indicativa de cozimento insuficiente. O melhor controle do tempo e temperatura de cozimento pode contribuir para minimizar a variabilidade da cor do pão, sendo recomendadas algumas condições de cozimento, como 220 °C por 10 minutos ou 200 °C durante 20 minutos, para que a luminosidade da casca do pão tipo francês fique próximo a 70 (PURLIS; SALVADORI, 2009).

Borges et al. (2011) obtiveram pães tipo francês com luminosidade da casca acima dos resultados encontrados nesta pesquisa (82,57 ± 6,48), enquanto Esteller e Lannes (2005) verificaram valor médio de 65,31 em pães obtidos em diferentes panificadoras.

Outra forma de avaliar a cor da casca dos pães é por meio da análise da variação de cor (ΔE^*_{ab}). Segundo Ahrné et al. (2007), pães com ΔE^*_{ab} acima de 60, não apresentam boa

aceitação sensorial, situação não observada em todas as panificadoras avaliadas, tendo estas apresentado médias variando de 40,49 a 50,40.

Em relação às médias dos parâmetros de cromaticidade da casca do pão, foi verificado que a^* variou de 3,03 a 8,52 e b^* de 32,04 a 43,37. Esteller e Lannes (2005), ao avaliarem pão tipo francês comercial, obtiveram para esses parâmetros médias 8,6 e 34,7, respectivamente. Altamirano-Fortoul e Rosell (2011) verificaram médias para a^* e b^* , no pão tipo baguete comercializado na Espanha, de 14,8 e 34,7, respectivamente. Com relação a essas características, não foi verificado na literatura nenhum relato sobre valores recomendados em pão francês ou estudos que correlacionem valores desses parâmetros com análise sensorial.

O valor médio da luminosidade do miolo do pão variou de 78,92 a 84,52, estando todas as panificadoras com médias acima de 77. Nabeshima et al. (2005) verificaram que pães com valores de luminosidade entre 70 e 77, tiveram boa aceitação sensorial (NABESHIMA et al., 2005). Esteller e Lannes (2005) obtiveram valor médio abaixo do observado nessa pesquisa ($63,25 \pm 3,23$) no miolo do pão francês. Alguns fatores como tipo de farinha e proporção dos ingredientes utilizados, podem influenciar na cor do miolo (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2003; SALGADO et al., 2011).

Para os parâmetros de cromaticidade do miolo foi observado que a média de a^* variou de -1,13 a -2,17 e a de b^* de 13,25 a 15,74. Esteller e Lannes (2005) verificaram média de a^* e b^* , no miolo do pão francês comercializado em diferentes panificadoras, valores inferiores aos verificados nesta pesquisa (-0,40 e 6,36, respectivamente).

Os resultados do perfil de textura das amostras das doze panificadoras estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das análises de perfil de textura do pão tipo francês nas doze panificadoras avaliadas.

Panificadoras	TPA			
	Firmeza (N)	Elasticidade (mm)	Coabilidade	Mastigabilidade (J)
A	4,94 ^{bcd} ± 2,18	0,92 ^b ± 0,02	0,72 ^a ± 0,04	3,18 ^{bcd} ± 1,14
B	3,35 ^{fg} ± 0,96	0,94 ^b ± 0,02	0,86 ^a ± 0,03	2,29 ^{cd} ± 0,52
C	7,02 ^a ± 3,57	0,91 ^b ± 0,02	0,78 ^a ± 0,16	4,07 ^b ± 1,80
D	2,87 ^g ± 0,78	0,93 ^b ± 0,01	0,74 ^a ± 0,02	1,91 ^d ± 0,46
E	6,32 ^{ab} ± 2,57	0,92 ^b ± 0,01	0,72 ^a ± 0,03	4,14 ^{ab} ± 1,40
F	6,13 ^{abc} ± 2,88	0,93 ^b ± 0,02	0,75 ^a ± 0,05	3,80 ^{bc} ± 1,58
G	4,62 ^{cdef} ± 1,36	0,91 ^b ± 0,02	0,75 ^a ± 0,03	3,11 ^{bcd} ± 0,80
H	4,55 ^{def} ± 1,69	0,93 ^b ± 0,02	0,75 ^a ± 0,02	3,01 ^{bcd} ± 0,94
I	5,65 ^{abcd} ± 1,99	0,91 ^b ± 0,03	0,73 ^a ± 0,04	3,70 ^{bc} ± 1,11
J	4,13 ^{defg} ± 1,10	1,93 ^a ± 0,03	0,75 ^a ± 0,02	5,71 ^a ± 5,44
L	3,87 ^{cefg} ± 1,35	0,92 ^b ± 0,02	0,75 ^a ± 0,03	2,63 ^{bcd} ± 0,76
M	4,68 ^{cdef} ± 1,51	0,92 ^b ± 0,01	0,73 ^a ± 0,04	3,04 ^{bcd} ± 0,90

Média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata com 10 repetições para cada panificadora.
*Médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

As médias da firmeza do pão francês variaram de 2,87 N a 7,02 N, abaixo do relatado por Borges et al. (2011), ao adicionarem 10% de farinha de linhaça à formulação do pão francês, tendo a firmeza aumentado de 1,40 N para 7,32 N, após adição desse ingrediente. Carr et al. (2006) verificaram em pão francês, adicionado da enzima alfa-amilase e emulsificantes, firmeza média de 6,24 N, e quando o mesmo produto foi submetido ao congelamento por cinco dias, a média aumentou para 7,54 N.

Alguns fatores como incorporação adicional de glúten, utilização de massa ácida, retrogradação das amilopectinas, elaboração de pães com massa congelada, adição de inulina e sal tendem a aumentar a firmeza do pão, no entanto, o uso de alguns tipos de aditivos, como o ácido ascórbico e enzima alfa amilase, retarda o endurecimento (CARR; TADINI, 2003; SILVA; YONAMINE; MITSUIKI, 2003; MANDALA, 2005; ALTAMIRANO-FOURTOUL; ROSELL, 2011).

Com relação às demais características de textura, os resultados encontrados foram muito diferentes dos verificados por Carr e Tadini (2003), em pão francês obtido a partir de massa

congelada. Esses autores verificaram para elasticidade valores em torno de 18 mm, enquanto para coesividade e mastigabilidade, as médias variaram de 0,65 - 0,72 e de 0,067 J – 0,099 J, respectivamente.

3.3 Avaliação sensorial

Das doze panificadoras avaliadas, seis tiveram suas amostras aceitas em todos os atributos (Tabela 4), destacando-se duas destas, que não obtiveram nenhum escore médio abaixo de 7,0 (C e M).

Tabela 4 – Resultados obtidos no teste de aceitação do pão tipo francês comercializado nas doze panificadoras.

Panificadoras	Atributos							Aceitação global
	Aparência	Cor da casca	Cor do miolo	Crocância da casca	Aroma	Sabor	Textura	
A	8,0 ^a ±1,2	8,0 ^a ±1,1	7,7 ^a ±1,0	6,0 ^{bcd} ±1,7	7,3 ^a ±1,5	7,4 ^{abc} ±1,3	7,9 ^a ±1,0	7,3 ^{abc} ±1,1
B	7,2 ^{abc} ±1,3	7,7 ^{ab} ±1,8	7,2 ^{ab} ±1,4	5,3 ^c ±2,1	7,0 ^{ab} ±1,6	7,5 ^{ab} ±1,2	7,6 ^{ab} ±1,4	7,1 ^{abc} ±1,2
C	7,3 ^{ab} ±1,5	7,4 ^{abc} ±1,4	7,6 ^{abc} ±1,7	7,0 ^{ab} ±1,7	7,0 ^{ab} ±1,7	7,4 ^{abc} ±1,7	7,4 ^{ab} ±1,5	7,3 ^{abc} ±1,3
D	7,0 ^{bc} ±1,6	7,3 ^{bc} ±1,4	7,3 ^{ab} ±1,3	6,8 ^{abc} ±1,7	6,8 ^{ab} ±1,4	6,9 ^{abcd} ±1,5	6,8 ^{bc} ±1,5	7,0 ^{abc} ±1,1
E	6,4 ^{cd} ±1,5	7,2 ^{bc} ±1,4	6,8 ^{bc} ±1,3	5,6 ^{de} ±1,0	6,4 ^{abc} ±1,6	6,6 ^{cd} ±1,9	7,4 ^{ab} ±1,2	6,6 ^{cd} ±1,3
F	7,4 ^{ab} ±1,3	7,5 ^{abc} ±1,0	7,6 ^{abc} ±1,1	5,2 ^e ±1,7	6,3 ^{bc} ±1,4	6,4 ^{de} ±1,7	7,0 ^{bc} ±1,8	6,9 ^{bc} ±1,2
G	7,2 ^{ab} ±1,3	7,5 ^{abc} ±1,3	7,3 ^{abc} ±1,1	5,9 ^{bcd} ±1,7	6,6 ^{abc} ±1,4	6,8 ^{bcd} ±1,4	7,0 ^{bc} ±1,7	6,8 ^{bc} ±1,2
H	7,6 ^{ab} ±1,2	7,8 ^{ab} ±1,3	7,6 ^{ab} ±1,0	5,9 ^{cde} ±1,9	6,9 ^{ab} ±1,6	6,8 ^{bcd} ±1,6	7,1 ^{abc} ±1,4	7,0 ^{abc} ±1,4
I	7,1 ^{bc} ±1,7	7,6 ^{ab} ±1,2	6,0 ^{ab} ±1,2	6,7 ^{abc} ±1,8	7,0 ^{ab} ±1,6	7,3 ^{abc} ±1,6	7,1 ^{abc} ±1,7	7,2 ^{abc} ±1,4
J	5,7 ^d ±2,4	6,9 ^c ±2,2	7,7 ^c ±1,9	4,5 ^{de} ±2,4	5,9 ^c ±2,4	5,8 ^e ±2,3	6,2 ^c ±2,4	6,0 ^d ±2,0
L	7,7 ^{ab} ±1,1	7,9 ^a ±1,1	7,9 ^a ±1,1	6,4 ^{abcd} ±2,0	7,3 ^a ±1,5	7,7 ^a ±1,4	7,9 ^a ±1,7	7,7 ^a ±1,3
M	8,0 ^a ±1,2	7,8 ^{ab} ±1,3	7,9 ^{ab} ±1,1	7,2 ^a ±1,7	7,1 ^{ab} ±1,5	7,2 ^{abcd} ±1,4	7,1 ^{abc} ±1,7	7,5 ^{ab} ±1,3

Média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata com 65 provadores por panificadora.

*Médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância.

As seis panificadoras com amostras rejeitadas apresentaram escore médio abaixo de 6,0 no atributo crocância, tendo somente uma (J) sido rejeitada também nos atributos aparência, aroma e sabor, estando com maior necessidade de adequação. Esses resultados indicam que a falta de crocância foi o principal problema de qualidade detectado nos pães.

Carr et al. (2006), ao avaliarem o pão tipo francês comercial e o obtido a partir de massa congelada, quanto aos atributos brilho, rugosidade e crocância da casca, aspecto da pestana,

firmeza do miolo e sabor, verificaram que os pães não diferiram somente quanto a crocância da casca, obtendo escores médio de 6,8 e 6,5, respectivamente. Para os demais atributos, o pão de massa congelada teve maior aceitação, com médias acima de 6,7.

Oliveira, Pirozi e Borges (2007) e Borges et al. (2011) verificaram que o pão francês incrementado com farinha de linhaça (10% e 15%) teve maior firmeza na análise instrumental do que a amostra controle, no entanto, essa diferença não foi percebida pelos consumidores durante a análise sensorial da textura. Os pães com linhaça tiveram boa aceitação quanto aos atributos aparência, aroma, cor, sabor e aceitação global, obtendo escores médios acima de 7,8.

A cor da casca, aparência, textura e sabor são os atributos mais utilizados para avaliar a aceitação do pão (AHRNÉ et al., 2007; ABDULLAH, 2008). Dentre estes, Hersleth, Berggren e Westad (2005) verificaram que a textura do pão é a característica considerada mais importante pelos consumidores, por indicar o grau de frescor, no entanto, a aparência não foi enfatizada como determinante na aceitabilidade desse produto. Já Berno, Spoto e Canniatti-Brazaca (2007) observaram que os atributos aparência física e cor são determinantes na escolha do pão no momento da compra.

4 Conclusão

Os resultados das análises instrumentais indicaram que os principais problemas de qualidade do pão tipo francês foram umidade baixa e acidez elevada, tendo o volume específico e luminosidade da casca apresentado maior adequação. No teste de aceitação sensorial, a falta de crocância foi responsável pela rejeição das amostras de 50% das panificadoras, tendo somente uma destas sido rejeitada também quanto a aparência, aroma e sabor, apresentando maior necessidade de adequação.

Portanto, futuros estudos devem ser realizados, correlacionando especialmente umidade e acidez com atributos sensoriais como textura, aroma e sabor, na tentativa de estabelecer limites mínimos e máximos aceitáveis para essas características.

Referências

AACC (2000). Approved methods of the AACC (8th ed). St. Paul, MN: American Association of cereal chemists. Method n° 10-11.

ABDULLAH, M. Z. **Quality evaluation of bakery products – Computer vision technology for food quality evaluation**. Editora: D.-W. Sun, Burlington, EUA, 2008.

AHRNÉ, A.; ANDERSSON, C. G.; FLOBERG, P.; ROSÉN, J.; LINGNERT. Effect of crust temperature and water content on acrylamide formation during baking of white bread: Steam and falling temperature baking. **Swiss Society of Food Science and Technology**, Göteborg, v. 40, p. 1708-1715, 2007.

ALTAMIRANO-FORTOUL, R.; ROSELL, C. M. Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. **Food Science and Technology**, Valência, v. 44, p. 631-636, 2011.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC, 1997.

BÁRCENAS, M. E.; O-KELLER, J. D.; ROSELL, C. M. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). **Journal of Food Engineering**, Valencia, v. 94, p. 241–247, 2009.

BELZ, M. C. E.; MAIRINGER, R.; ZANNINI, E.; RYAN, L. A. M.; CASHMAN, K. D.; ARENDT E. K. The effect of sourdough and calcium propionate on the microbial shelf-life of salt reduced bread. **Applied microbial and cell physiology**, 2012.

BERNO, L. I.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e aceitabilidade de pão enriquecido com proteína concentrada do soro de leite bovino (whey protein). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.1, p.41-49, jan./mar. 2007.

BORGES, J. T. DA S.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D. DE; RAMOS, D. L.; CHAVES, J. B. P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, jan./jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico para a fixação de identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, out. 2000.

CALLEJO, M. J. Present situation in the descriptive sensory analysis of bread. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 255-268, 2011.

CARR, L. G.; TADINI, C. C. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and texture parameters of frozen part baked French bread. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 36, n. 6, 2003.

CARR, L. G, RODAS; M. A. B.; DELLA TORRE, J.C.M.; TADINI, C. C. Physical, textural and sensory characteristics of 7-day frozen part-baked French bread. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v.39, p. 540–547, 2006.

CASTRO, E. M.; DANTAS, A. A. S.; DA CUNHA, M. A. E.; SANTOS, E. R. Avaliação da qualidade do pão francês fabricado no município de Marabá-PA, **Higiene Alimentar**, v. 23, n. 168/169, jan./fev., 2009.

CURIC, D.; NOVOTNI, D.; SKEVIN, D.; ROSELL, C. M.; COLLAR, C.; LE BAIL, COLIC-BARIC, I.; GABRIC, D. Design of a quality index for the objective evaluation of bread quality: Application of wheat breads using selected bake off technology for bread making. **Food Research Internacional**. v. 41, p. 714-719, 2008.

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, out./ dez. 2005.

FERREIRA, S.M.R.; OLIVEIRA, P.V.; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, jul/dez. 2001.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 153–161, 2003.

GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S.; GARITTA, L. Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 196–204, 2007.

HAYAKAWA, E.; UKAI, N.; NISHIDA, J.; KAZAMI, Y.; KOHYAMA, K. Lexicon for the sensory quality description of French bread in Japan. **Journal Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 76-93, 2010.

HERSLETH, M.; BERGGREN, R.; WESTAD, F.; MARTENS, M. Perception of bread: a comparison of consumers and trained assessors. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 2, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasileiro come menos arroz com feijão e mais comida industrializada em casa** (2010). Disponível em: http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1788&id_pagina=1. Acesso em: mai. 2012.

JOYE, I. J.; LAGRAN, B.; DELCOUR, J. A. Use of chemical redox agents and exogenous enzymes to modify the protein network during breadmaking – A review. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p. 11–21, 2009.

KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Efeito da adição de diferentes sais de cálcio nas características da massa e na elaboração de pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, mai./ago., 2003.

LOPES, A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; FERREIRA JÚNIOR, P. G. Influência do uso simultâneo de ácido ascórbico e azodicarbonamida na qualidade do pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, 2007.

- MANDALA, I. G. Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. **Journal of Food Engineering**, v. 66, n. 3, p. 291–300, 2005.
- NABESHIMA, E. H.; ORMENESE, R. de C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; TODA, E.; SADAHIRA, M. S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. jul./set. 2005.
- OLIVEIRA, T.M.; PIROZI, M.R.; BORGES, J.T.S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.2, p.141-150, abr.-jun. 2007.
- OURA, E.; SOUMALAINEN, H.; VISKARI, R. **Economic Microbiology**, ed. A. H. Rose), Academic Press, London, v. 7, p. 87-146. 1982.
- PEREIRA, E. P. R.; AMORIM, E. O. C.; AMBIEL H. C. I.; CHANG, Y. K. Influência de agentes oxidantes sobre as propriedades reológicas de massas de farinha de trigo branca e de grão inteiro e sobre o volume específico de pão francês. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, n. 3, p. 161-171, jul./set. 2009.
- PLESSAS, S.; ALEXOPOULOS, A.; MANTZOURANI, I.; KOUTINAS, A.; VOIDAROU, C.; STAVROPOULOU, E.; BEZIRTZOGLU, E. Application of novel starter cultures for sourdough bread production. **Anaerobe**. v. 17, n. 6, p. 486-489, 2011.
- PURLIS, E.; SALVADORI, V. O. Modelling the browning of bread during baking. **Food Research International**, v. 42, p. 865–870, 2009.
- PURLIS, E. Bread baking: technological considerations based on process modeling and simulation. **Journal of Food Engineering**, v.103, n. 1, p. 92-102, 2011.
- QUÍLEZ, J.; RUIZ, J. A.; ROMERO, M. P. Relationships between sensory flavor evaluation and volatile and nonvolatile compounds in commercial wheat bread type baguette. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 6, 2006.
- ROBERT, H.; GABRIEL, V.; LEFEBVRE, D.; RABIER, P.; VAYSSIER, Y.; FONTAGNÉ-FAUCHER, C. Study of the *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 39, p. 256-265, 2006.
- SALGADO, J. M.; RODRIGUES, B. S.; DONADO-PESTANA, C. M.; DIAS, C. T. DOS S.; MORZELLE M. C. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) peel as potential source of dietary fiber and phytochemicals in whole-bread preparations. **Plant Foods Human Nutrition**. v. 66, p. 384–390, 2011.
- SILVA, M. E. M. P.; YONAMINE, G. E.; MITSUIKI, L. Desenvolvimento e Avaliação de Pão Francês Caseiro sem Sal. **Brazilian Journal Food Technology**, v.6, n.2, p. 229-236, 2003.
- STONE, H., SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press Inc., Orlando, 1985.

USDA – Agricultural Research Service. **National Nutrient Database for Standard Reference** (2012) Disponível em: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/5423> . Acesso em: mai. 2012.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCAUSP** 5.0. (2008). Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/resultado.asp?IDLetter=A&IDNumber=212>. Acesso em: nov. 2011.

5 CONCLUSÃO

Os resultados das análises instrumentais indicaram que os principais problemas de qualidade do pão tipo francês foram umidade baixa e acidez elevada, tendo o volume específico apresentado maior adequação. No teste de aceitação sensorial, a falta de crocância foi responsável pela rejeição das amostras de 50% das panificadoras, tendo somente uma destas (J) sido rejeitada também quanto à aparência, aroma e sabor, apresentando maior necessidade de adequação.

Portanto, futuros estudos devem ser realizados, correlacionando especialmente umidade e acidez com atributos sensoriais como textura, aroma e sabor, na tentativa de estabelecer limites mínimos e máximos aceitáveis para essas características.

REFERÊNCIAS

- AACC (2000). Approved methods of the AACC(8th ed). St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists. Method n° 10-11.
- ABDULLAH, M. Z. Quality evaluation of bakery products – Computer vision technology for food quality evaluation. Editora: D.-W. Sun, Burlington, EUA, 2008.
- ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação. São Paulo. 2005. **Perfil de mercado**. Disponível em: www.abip.com.br. Acesso em: nov. 2010
- ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação. São Paulo. 2009. **Perfil do Setor de Panificação no Brasil**. Disponível em: http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=35 Acesso em: jun. 2012.
- ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria e SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Indústrias. Encarte Técnico. **A importância do Pão do Dia (Tipo Francês) para o segmento da Panificação no Brasil**. Disponível em: <http://www.propan.com.br/adm/imagens/File/VEncarteTecnicoPaodoDia.pdf>. Acesso em: nov. 2010.
- AHRNÉ, A.; ANDERSSON, C. G.; FLOBERG, P.; ROSÉN, J.; LINGNERT. Effect of crust temperature and water content on acrylamide formation during baking of white bread: Steam and falling temperature baking. **Swiss Society of Food Science and Technology**, v. 40, p. 1708-1715, 2007.
- AIT AMEUR, L.; TRYSTRAM, G.; BIRLOUEZ – ARAGON, I. Accumulation of 5-hydroxymethyl -2-furfural in cookies during the baking process: validation of an extraction method. **Food Chemistry**, v. 98, n. 4, 790-796, 2006.
- ALTAMIRANO-FORTOUL, R.; ROSELL, C. M. Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 631-636, 2011.
- AMREIN, T. M.; SCHÖNBÄCHLER, B., ESCHER, F.; AMADO, R. Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v.52, p. 4282-4288, 2004.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed. Gaithersburg: AOAC, 1997.
- ARENDDT, E. K.; RYAN, L.A.M.; BELLO F. D. Impact of sourdough on the texture of bread. **Food Microbiology**, v. 24, p.165–174, 2007.
- BARBER, C. B; MARTINEZ-ANAYA, M. A.; PITARCH, B.; BAYARRI, P. Microflora of the sourdoughs of wheat flour Bread. X. Interactions between yeasts and lactic acid bacteria in wheat doughs and their effects on Bread quality. **Cereal Chemist**, v. 67, n. 1, 1990.

BÁRCENAS, M. E.; O-KELLER, J. D.; ROSELL, C. M. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and starch). **Journal of Food Engineering**, v. 94, p. 241–247, 2009.

BATTOCHIO, J. R.; CARDOSO, J. M. P.; KIKUCHI, M.; MACCHIONE, M.; MODOLO, J. S.; PAIXÃO, A. L.; PINCHELLI, A. M.; DA SILVA, A. R.; DE SOUSA, V. C.; WADA, J. K. A.; WADA, J. K. A.; BOLINI, H. M. A. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.2, 2006.

BELZ, M. C. E.; MAIRINGER, R.; ZANNINI, E.; RYAN, L. A. M.; CASHMAN, K. D.; ARENDT E. K. The effect of sourdough and calcium propionate on the microbial shelf-life of salt reduced bread. **Applied microbial and cell physiology**, 2012.

BERNO, L. I.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e aceitabilidade de pão enriquecido com proteína concentrada do soro de leite bovino (whey protein). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.1, p.41-49, jan./mar. 2007.

BOLHUIS, D. P.; TEMME, E. H. M.; KOEMAN, F. T.; NOORT, N. H. M.; KREMER, S.; JANSSEN, A. M. A salt reduction of 50% in bread does not decrease bread consumption or increase sodium intake by the choice of sandwich fillings. **The Journal of Nutrition**, 141, p. 2249-2255.

BONNARDEL, P., MAITRE, H. La technologie boulangère du pain français précuit. **Industries des Céréales**, v. 5, p. 31-37, 1987.

BORGES, J. T. DA S.; PIROZI, M. R.; PAULA, C. D. DE; RAMOS, D. L.; CHAVES, J. B. P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, jan./jun. 2011.

BOURNE, M. C. Practical texture measurement of cereal foods, Dough rheology and baked products texture, New York, 1989.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA n. 12, de 24 de julho de 1978. **Aprovar as seguintes normas técnicas especiais, do Estado de São Paulo**, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, 24 jul. 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. **Aprova o regulamento técnico para a fixação de identidade e qualidade de pão**. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, out. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, set. 2005.

BRATHEN, E.; KNUTSEN, S. H. Effect of temperature and time on the formation of acrylamide in starch based and cereal model system, flat breads and bread. **Food Chemistry**, v. 92, n. 4, p. 693-700, 2005.

- BROWN, I. J.; TZOULAKI, I.; CANDEIAS, V.; ELLIOTT, P. Salt intakes around the world: implications for public health. **International Journal of Epidemiology**, v. 38, p. 791–813, 2009.
- CABALLERO, P.A.; GÓMEZ, M.; ROSELL, C.M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p. 42–53, 2007.
- CALDERELLI, V. A. S.; BENASSI, M. de T.; MATIOLI, G. Substituição da gordura hidrogenada por óleo de soja na elaboração de pães de linhaça e avaliação da aceitabilidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 668-674, 2008.
- CALLEJO, M. J. Present situation in the descriptive sensory analysis of bread. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 255-268, 2011.
- CAPRILES, V.D.; ARÊAS, J.A.G. Desenvolvimento de salgadinhos com teores reduzidos de gordura saturada e de ácidos graxos *trans*. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p.363-369, 2005.
- CAPUANO, E.; FERRIGNO, A.; ACAMPA, I.; SERPEN, A.; ACAR, O. C.; GOKMEN, V.; FOGLIANO, V. Effect of flour type on Maillard reaction and acrylamide formation during toasting of bread crisp model systems and mitigation strategies. **Food Research International**, v. 42, p.1295–1302, 2009.
- CARR, L. G.; TADINI, C. C. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and texture parameters of frozen part baked French bread. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 36, n. 6, 2003.
- CARR, L. G, RODAS; M. A. B.; DELLA TORRE, J.C.M.; TADINI, C. C. Physical, textural and sensory characteristics of 7-day frozen part-baked French bread. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v.39, p. 540–547, 2006.
- CASTRO, E. M.; DANTAS, A. A. S.; DA CUNHA, M. A. E.; SANTOS, E. R. Avaliação da qualidade do pão francês fabricado no município de Marabá-PA, **Higiene Alimentar**, v. 23, n. 168/169, jan/fev, 2009.
- CAUVAIN, S. P. Tecnologia da Panificação. In:___ **Pão: O produto**. ed. 2. Barueri, SP. Editora Manole, p. 418, 2009.
- CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Ed. 2^a, Campinas, Editora Unicamp, 2003.
- CHUDZIKIEWICZ , F. F. **Análise do comportamento de compra e da satisfação do cliente no mercado de panificadoras e confeitarias em Curitiba**. 2005. 241f. Dissertação (Mestrado em Administração). Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba.
- CODA, R.; DI CAGNO, R.; EDEMA, M. O.; NIONELLI, L.; GOBBETTI, M. Exploitation of Acha (*Digitaria exiliis*) and Iburu (*Digitaria iburua*) flours: Chemical characterization and their use for sourdough fermentation. **Food Microbiology**, v. 27, n. 8, p. 1043–1050, 2010.

- COSTA, M. DAS G.; DE SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 2, n.81, jan./mar. 2008.
- CURIC, D.; NOVOTNI, D.; SKEVIN, D.; ROSELL, C. M.; COLLAR, C.; LE BAIL, COLIC-BARIC, I.; GABRIC, D. Design of a quality index for the objective evaluation of bread quality: Application of wheat breads using selected bake off technology for bread making. **Food Research Internacional**. v. 41, p. 714-719, 2008.
- DE CONTO, L. C.; OLIVEIRA, R. S. P.; MARTIN, L. G. P.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Effects of the addition of microencapsulated omega-3 and rosemary extract on the technological and sensory quality of white pan bread. **Food Science and Technology**, v. 45, p. 103-109, 2012.
- DENDY, D. A. V.; DOBRASZCZYK, B. J. **Cereals and products derivados: Chemistry and Technology**. Editora: Klumer Academic/ Plenum Publishers – Acribia S. A. Zaragoza – Espanha, Cap. 8, p.537, 2004.
- DÖTSCH, M., BUSCH, J.; BATENBURG, M.; LIEM, G.; TAREILUS, E.; MUELLER, R.; MEIJER, G. Strategies to Reduce Sodium Consumption: A Food Industry Perspective. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 49, n. 10, p. 841-851, 2009.
- ELÍA, M. A procedure for sensory evaluation of bread: protocol developed by a trained panel. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 269-277, 2011.
- EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M. Fundamentos da tecnologia de panificação - **Série Tecnologia Agroindustrial**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia Agroindustrial, p. 349, 1982.
- 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, out./ dez. 2005.
- FERREIRA, S.M.R.; OLIVEIRA, P.V.; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, jul/dez. 2001.
- GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 153–161, 2003.
- GANDRA, K. M.; DEL BIANCHI, M.; GODOY, V. P.; QUEIROZ, F. P. C.; STEEL, C. J. **Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 1,p. 182-192, jan./mar. 2008.
- GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S.; GARITTA, L. Shelf life estimation of brown pan bread: A consumer approach. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 196–204, 2007.

GÓMEZ, M.; RONDA, F.; BLANCO, C. A.; CABALLERO, P. A.; APESTEGUIA A. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. **Europe Food Research and Technology**, v. 216, p.51–56, 2003.

GOULD, J. T. CAUVAIN, S. P. Tecnologia da Panificação. In:___ **Panificação ao redor do mundo**, ed. 2. Barueri, SP. Editora Manole, p. 418, 2009.

GUIGOZ, Y.; ROCHAT, F.; PERRUSSEAU-CARRIER, G.; ROCHAT, J.; SCHIFFRIN, E.J. Effects of oligosaccharides on the faecal flora and non-specific immune system in elderly people. **Nutrition of Research**, v. 22, p. 13-25, 2002.

HAYAKAWA, E.; UKAI, N.; NISHIDA, J.; KAZAMI, Y.; KOHYAMA, K. Lexicon for the sensory quality description of French bread in Japan. **Journal Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 76-93, 2010.

HE, F. J.; G. A. MACGREGOR. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. **Progress in Cardiovascular**, v. 52, n. 5, p. 363-382, 2010.

HERSLETH, M.; BERGGREN, R.; WESTAD, F.; MARTENS, M. Perception of bread: a comparison of consumers and trained assessors. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 2, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasileiro come menos arroz com feijão e mais comida industrializada em casa** (2010). Disponível em: http://www.ibge.com.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1788&id_pagina=1. Acesso em: mai. 2012.

INDRANI, D.; RAO, V. Effect of additives on rheological characteristics and quality of wheat flour parotta. **Journal of Texture Studies**, Oxon, v. 37, n. 3, p. 315-338, 2006.

JOYE, I. J.; LAGRAN, B.; DELCOUR, J. A. Use of chemical redox agents and exogenous enzymes to modify the protein network during breadmaking – A review. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p. 11–21, 2009.

KAJISHIMA, S.; PUMAR, M.; GERMANI, R. Efeito da adição de diferentes sais de cálcio nas características da massa e na elaboração de pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, Campinas, Mai./Ago., 2003.

KENNY, S.; WEHRLE, K.; DENNEHY, T.; ARENDT, E. K. Correlations between empirical and fundamental rheology measurements and baking performance of frozen bread dough. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 3, p. 421-425, 1999.

KRIS-ETHERTON, P.; HARRIS, W. S.; APPEL, L. J. Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. **Circulation**, v. 106, n. 21, p. 2747-2757, 2002.

LAAKSONEN, T. J.; ROSS, Y. H. Thermal, dynamic-mechanical, and dielectric analysis of phase and state transitions of frozen wheat doughs. **Journal of Cereal Science**, v.32, p. 281-292, 2000.

LAWLESS, H. T., HEYMANN, H. Sensory evaluation of food. **Principles and practices**. Chapman & Hall, New York. USA. 1998.

LEVY-COSTA, R. B., SICHIERI, R.; PONTES, N. DOS S.; MONTEIRO, C. A. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista Saúde Pública**, v. 39, n. 4, 2005.

LOPES, A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; FERREIRA JÚNIOR, P. G. Influência do uso simultâneo de ácido ascórbico e azodicarbonamida na qualidade do pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, 2007.

LUCHIAN, M. I.; CANJA, C. M. Effect of salt on gas production in bread dough. Bulletin of the Transilvania University of Brasov , v. 3, n. 52, 2010.

LYNCH, E. J.; DAL BELLO, F.; SHEERAN, E. M.; CASHMAN, K. D.; ARENT E. K. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. **Food Research Internacional**, v. 49, p. 885-891, 2009.

MANDALA, I. G. Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. **Journal of Food Engineering**, v. 66, n. 3, p. 291–300, 2005.

MARTINEZ-ANAYA, M.A., BARBER, C. B. DE; ESTEVE C.C. Effects of processing conditions on acidification properties of wheat sour doughs. **International Journal of Food Microbiology**, v. 22, p. 249–255, 1994.

MATUDA, T. G. **Análise Térmica da Massa de Pão Francês Durante os Processos de Congelamento e Descongelamento: Otimização do Uso de Aditivos**. 2004. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MEZAÍZE, S.; CHEVALLIER, S.; LE BAIL, A.; LAMBALLERIE, M. de. Optimization of gluten-free formulations for french-style breads. **Food Engineering and Physical Properties**, v. 74, n. 3, 2009.

MICHALSKA, A.; AMIGO-BENAVENT, M.; ZIELINSKI, H.; DEL CASTILLO, M. D. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 123-132, 2008.

MILLER, R. A.; HOSENEY, R. C. Role of salt in baking, **Cereal Foods World** , v. 53, p. 4-6, 2008.

MONDAL, A.; DATTA, A. K. Bread baking – A review. **Journal Food Engineering**. v. 86, p. 465-474, 2008.

NABESHIMA, E. H.; ORMENESE, R. de C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; TODA, E.; SADAHIRA, M. S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. jul./set. 2005.

O BRIEN, C.M.; MUELLER, A.; SCANNELL, A.G.M.; ARENDT, E.K. Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p.265–267, 2003.

OLIVEIRA, T.M.; PIROZI, M.R.; BORGES, J.T.S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.2, p.141-150, abr.-jun. 2007.

OURA, E.; SOUMALAINEN, H.; VISKARI, R. **Economyc Microbiology**, ed. A. H. Rose), Academic Press, London, v. 7, p. 87-146. 1982.

PEREIRA, E. P. R.; AMORIM, E. O. C.; AMBIEL H. C. I.; CHANG, Y. K. Influência de agentes oxidantes sobre as propriedades reológicas de massas de farinha de trigo branca e de grão inteiro e sobre o volume específico de pão francês. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 12, n. 3, p. 161-171, jul./set. 2009.

PLESSAS, S.; ALEXOPOULOS, A.; MANTZOURANI, I.; KOUTINAS, A.; VOIDAROU, C.; STAVROPOULOU, E.; BEZIRTZOGLU, E. Application of novel starter cultures for sourdough bread production. **Anaerobe**. v. 17, n. 6, p. 486-489, 2011.

POVLSSEN, I. L. Enzymatic modification, isolation and analysis of flour lipids. **AACC Annual Meeting**, Honolulu, 2008.

PRIMO-MARTÍN, C.; VAN DALEN, G.; MEINDERS, M.B.J.; DON, A.; HAMER R.H.; VAN VLIET, T. Bread crispness and morphology can be controlled by proving conditions. **Food Research International**, v. 43, p. 207–217, 2010.

PURLIS, E.; SALVADORI, V. O. Bread browning kinetics during baking. **Journal of Food Engineering**. v. 80, p. 1107–1115, 2007.

PURLIS, E.; SALVADORI, V. O. Modelling the browning of bread during baking. **Food Research International**, v. 42, p. 865–870, 2009.

PURLIS, E. Browning development in bakery products – A review. **Journal Food Engineering**, v. 99, p. 239-249, 2010.

PURLIS, E. Baking process design based on modeling and simulation: Towards optimization of bread baking. **Food Control**, v. 27, p. 45-52, 2012.

QUAGLIA, G. **Ciência e tecnologia de la panificación**. Zaragoza: Acríbia, p.485, 1991.

QUÍLEZ, J.; RUIZ, J. A.; ROMERO, M. P. Relationships between sensory flavor evaluation and volatile and nonvolatile compounds in commercial wheat bread type baguette. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 6, 2006.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. de M. Avaliação da Qualidade de Carnes – Fundamentos e Metodologias. Editora UFV, Viçosa, 2007.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de Alimentos. In: **Carboidratos**, 2ª ed., Editora Blucher, São Paulo, p.184, 2007.

ROBERT, H.; GABRIEL, V.; LEFEBVRE, D.; RABIER, P.; VAYSSIER, Y.; FONTAGNÉ-FAUCHER, C. Study of the *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. **Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie**, v. 39, p. 256-265, 2006.

ROCHA, L. S.; SANTIAGO, R. A. C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata vog.*) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n.4, p. 820-825, 2009.

SALGADO, J. M.; RODRIGUES, B. S.; DONADO-PESTANA, C. M.; DIAS, C. T. DOS S.; MORZELLE M. C. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) peel as potential source of dietary fiber and phytochemicals in whole-bread preparations. **Plant Foods Human Nutrition**. v. 66, p. 384–390, 2011.

SELOMULYO, V. O.; ZHOU, W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. **Journal of Cereal Science**, v. 45, p. 1–17, 2007.

SINDIPAN - Sindicato da Indústria de Panificação e Confeitaria de São Paulo e AIPAN – Associação das Indústrias de Panificação e Confeitaria de São Paulo. **Panorama Setorial**. Disponível em: <http://www.sindipan.org.br/asp/consumoDePao.asp>. Acesso em: fev. 2011.

SILVA, M. E. M. P.; YONAMINE, G. E.; MITSUIKI, L. Desenvolvimento e Avaliação de Pão Francês Caseiro sem Sal. **Brazilian Journal Food Technology**, v.6, n.2, p. 229-236, 2003.

SINGER, C. S. **Propriedades Físico-químicas, reológicas, entálpicas e de panificação de farinha obtida de trigo irradiado**. 2006. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOSA, M.; FLORES, A.; HOUGH, G.; APRO, N.; FERREYRA, V.; ORBEA, M.M. Optimum level of salt in french-type bread. Influence of income status, salt level in daily bread consumption, and test location. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 8, 2008.

STOKES, D. J.; DONALD, A. M. In situ mechanical testing of dry and hydrated breadcrumb in the environmental scanning electron microscope (ESEM). **Journal of Materials Science**, v. 35, n. 3, p. 599 – 607, 2000.

STONE, H., SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press Inc., Orlando, 1985.

SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling – Historical and scientific perspectives. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 54-57, 1998.

TAUBERT, D.; HARLFINGER, S.; HENKES, L.; BERKELS, R.; SCHÖMIG, E. Influence of Processing Parameters on Acrylamide Formation during Frying of Potatoes. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, p. 2735-2739, 2004.

USDA – Agricultural Research Service. **National Nutrient Database for Standard Reference** (2012) Disponível em: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/5423> . Acesso em: mai. 2012.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCAUSP** 5.0. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/resultado.asp?IDLetter=A&IDNumber=212>. Acesso em: 09 nov. 2011.

VALENTINI, S. R. DE T.; DE CASTRO M. F. P. M.; DE ALMEIDA, F. H. Determinação do teor de umidade de milho utilizando aparelho de microondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, Mai./Jul., 1998.

VANIN, F. M.; LUCAS, T.; TRYSTRAM, G. Crust formation and its role during bread baking. **Trends in Food Science e Technology**, v. 20, p. 333-343, 2009.

VITTI, P. Biotecnologia Industrial. In: **Pão**. Volume 4. Editora Edgard Blücher. São Paulo, p. 523, 2001.

VUYST, L. D.; NEYSENS, P. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. **Trends in Food Science e Technology**, v. 16, p. 43-56, 2005.

WANG, F. C.; SUN, X. S. Frequency dependence of viscoelastic properties of bread crumb and relation to bread staling. **Cereal Chemistry**, 79, p.108–114, 2002.

WHO. 2003. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. WHO Technical Report Series 916. Geneva, Switzerland:WHO. Disponível em: whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916.pdf. Acesso em: mar. 2012.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, p. 115–119, 2007.

YI, J.; KERR, W. L. Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p. 495-501, 2009.

ZANONI, B.; PERI, C.; BRUNO, D. Modelling of browning kinetics of bread crust during baking. **Lebensmittel-Wissenschaftund -Technologie**, v. 28, n.6, p. 604–609, 1995.