



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ELAINE BATISTA ALMEIDA

**EFEITO DA SOVA NAS CARACTERÍSTICAS E ACEITABILIDADE
DO PÃO DE FORMA**

FORTALEZA

2015

ELAINE BATISTA ALMEIDA

**EFEITO DA SOVA NAS CARACTERÍSTICAS E ACEITABILIDADE
DO PÃO DE FORMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

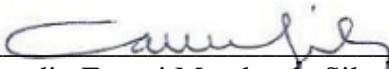
-
- A446e Almeida, Elaine Batista.
Efeito da sova nas características e aceitabilidade do pão de forma / Elaine Batista Almeida. –
2015.
52 f. : il., color.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Orientação: Prof. Dr. Cláudio Ernani Mendes da Silva.
1. Alimentos - Avaliação sensorial. 2. Pão-de-forma. 3. Panificação - Tecnologia de Alimentos.
I. Título.

**EFEITO DA SOVA NAS CARACTERÍSTICAS E ACEITABILIDADE
DO PÃO DE FORMA**

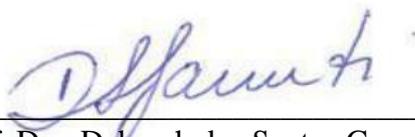
ELAINE BATISTA ALMEIDA

Aprovada em: 25 / 09 / 2015

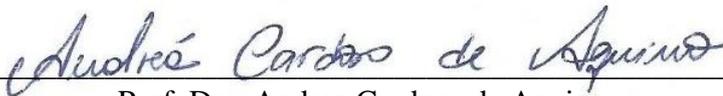
Banca Examinadora



Prof. Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Dra. Deborah dos Santos Garruti
Embrapa Agroindústria Tropical



Prof. Dra. Andrea Cardoso de Aquino
Universidade Federal do Ceará – UFC

À minha família

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me conduzir ao meu destino sempre da melhor forma.

Aos meus pais Anisio e Helizenda pela persistência, pelo exemplo de luta e dedicação, por serem meu porto seguro, pelo amor e carinho incondicionais.

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva pelas orientações e ensinamentos prestados, necessários para a realização deste trabalho.

À Prof. Dra. Deborah dos Santos Garruti – Embrapa Agroindústria Tropical, por sua valorosa contribuição e por sua disponibilidade.

Ao Instituto Federal do Maranhão, pela oportunidade de capacitação profissional e pelo apoio financeiro.

Ao meu esposo Eduardo, pelo amor, companheirismo, compreensão e paciência sempre constantes, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha irmã Érica, à minha sobrinha Sarah, aos meus avós Antônio e Nazaré pelo amor e atenção dedicados em todos os momentos.

Às amigas Afra Nascimento e Áfia Almeida pela amizade verdadeira, cumplicidade, pelos bons momentos, pelos incentivos e pela maravilhosa companhia.

Aos amigos Marcos Leão, Andressa Galvão e Rafaela Miskinis pela ajuda, cumplicidade e por todos os momentos felizes pelos quais vivemos.

À amiga Lívia Santiago pelo apoio e companheirismo proporcionados em todos os momentos.

Ao Hilton e à Idila da Embrapa Agroindústria Tropical, pela ajuda e disponibilidade sempre que precisei.

À equipe do Laboratório de Cereais pela atenção e disponibilidade na realização deste trabalho.

À equipe do Laboratório de Embalagens da Embrapa Agroindústria Tropical por ceder o laboratório e pela disponibilidade na realização das análises.

A todos os meus familiares e amigos, pelo apoio e incentivo fornecidos ao longo dessa jornada.

RESUMO

A sova é uma etapa essencial para o processamento de pães. Seus efeitos permitem que a massa adquira uniformidade, aspecto homogêneo e contínuo, resultando num produto de destacado sabor e aroma. Diante disso, o ato de sovar a massa durante o processamento, pode surgir como alternativa para o aprimoramento da qualidade de pães. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da sova numa massa padrão durante a fermentação em relação às características internas, externas e sensoriais do pão de forma após seu assamento. Os pães obtidos com 0,1,2,3 e 4 sovas foram analisados quanto aos teores de pH, acidez titulável, cor da casca e do miolo, textura, volume específico, compostos voláteis, sabor e aroma. Os resultados demonstraram um aumento do pH e diminuição da acidez com o aumento da quantidade de sovas durante a fermentação, o que provocou redução do volume específico e aumento da firmeza, indicando o enfraquecimento da estrutura proteica da massa com prejuízo para a capacidade de retenção de gases provenientes da fermentação, principalmente, nos pães com aplicação de 3 e 4 sovas respectivamente. Com o aumento do número de sovas, houve clareamento da crosta e escurecimento do miolo. Os principais compostos responsáveis pelo aroma dos pães aumentaram com o número de sovas, sendo os mais altos valores obtidos na primeira e segunda sova. Na análise sensorial, os melhores índices de aceitação foram para os pães sem sova, com uma e duas sovas. Os resultados mostraram que a aplicação de sovas na massa de pão é favorável para se obter um pão com boa qualidade e com características exigidas pelo consumidor.

Palavras-chave: pão de forma, sova, fermentação, compostos voláteis.

ABSTRACT

The punching bread is an essential step for processing bread. Its effects allow the dough get uniform, homogeneous and continuous aspect resulting in a product of outstanding taste and aroma. Because of the benefits it provides, extend the use of dusting during processing, it is an alternative to improve the quality of bread. This work aimed to evaluate the effect of zero to four in a standard mass punching during fermentation in internal, external and sensory characteristics of the form of bread after baking. The breads were analyzed: pH, titratable acidity, skin color and crumb texture, specific volume, volatile compounds, flavor and aroma. The results demonstrated an increased pH and decreased acidity with increasing amount of punching during fermentation, which caused reduction in the specific volume and increased steadily, indicating a weakening of the protein mass structure, leading to reduced holding capacity from the fermentation gases, mainly in the breads with application of punching 3 and 4 respectively. With the increasing number of punching there was lightening and darkening of the crumb crust. The main compounds responsible for the aroma of bread increased with the number of punching, and the highest values obtained in the first and second punching. In the sensorial analysis, the best acceptance rates were for bread without punching, with one and two punching. The results showed that application of punching in the dough is favorable condition to obtain a bread with good quality and characteristics required by the consumer.

Keywords: sliced bread, punching, fermentation, volatile compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração do processo de fabricação do pão.....	13
Figura 2. Interação dos ingredientes antes e depois da fermentação.....	15
Figura 3. Distribuição das células de gás na massa fermentada sem sova através de imagem de ressonância magnética.....	20
Figura 4. Distribuição das células de gás na massa fermentada com sova através de imagem de ressonância magnética.....	21
Figura 5. Parâmetros da área seccional e tamanho das células de gás formadas durante a fermentação.....	22
Figura 6. Pães preparados com microrganismos sensíveis e tolerantes ao congelamento.....	24
Figura 7. Esquema de sovas aplicado na produção do pão de forma.....	26
Figura 8. Texturômetro TA. XT2i utilizado para análise da textura no pão de forma.....	28
Figura 9. Sistema adaptado para captura dos compostos voláteis do pão na fibra.....	28
Figura 10. Cromatógrafo à gás acoplado ao espectrômetro de massa (MS) para identificação e quantificação de compostos voláteis com a fibra de SPME no injetor.....	29
Figura 11. Análise de aparência global, interna e externa dos pães de forma.....	31
Figura 12. Cor dos pães de forma com o aumento do número de sovas.....	33
Figura 13. Variação do volume das fatias dos pães de forma com o aumento do número de sovas.....	35
Figura 14. Pão de forma com baixa coesividade (ruptura)	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Compostos produzidos durante a fermentação e/ou panificação.....	18
Tabela 2. Número e tamanho das células de gás formadas durante o processamento de pães.	22
Tabela 3. Valores de volume específico para massas congeladas com tratamentos de pré-fermentação e sova.....	23
Tabela 4. Ingredientes utilizados na formulação do pão de forma.....	25
Tabela 5. Análise de cor da casca e do miolo dos pães de forma com diferentes quantidades de sova.....	32
Tabela 6. Análise de pH e acidez titulável dos pães de forma com diferentes quantidades de sova.....	34
Tabela 7. Análise de volume específico dos pães de forma com diferentes quantidades de sova.....	35
Tabela 8. Análise de textura dos pães de forma com diferentes quantidades de sova.....	36
Tabela 9. Principais compostos voláteis identificados nos pães de forma com diferentes quantidades de sova.....	38
Tabela 10. Média hedônica e índice de aceitação de sabor das amostras de pães com o aumento do número de sovas.....	41
Tabela 11. Média hedônica e índice de aceitação de textura das amostras de pães com o aumento do número de sovas.....	41
Tabela 12. Média hedônica e índice de aceitação da aparência global das amostras de pães com o aumento do número de sovas.....	42
Tabela 13. Média hedônica e índice de aceitação da aparência externa das amostras de pães com o aumento do número de sovas.....	43
Tabela 14. Média hedônica e índice de aceitação da aparência interna das amostras de pães com o aumento do número de sovas.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específicos.....	12
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1	Processamento do pão.....	13
3.2	Fermentação.....	14
3.3	Sova.....	16
3.4	Compostos voláteis do pão.....	17
3.4.1	Influência da caramelização e da Reação de Maillard na formação de compostos voláteis.....	19
3.5	Estudos realizados em massa com aplicação da sova.....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	Materiais.....	24
4.2	Equipamentos.....	25
4.3	Elaboração dos pães.....	25
4.4	Esquema de sova.....	26
4.5	Avaliação dos pães.....	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1	Cor.....	32
5.2	pH e Acidez Titulável.....	34
5.3	Volume específico.....	34
5.4	Textura.....	36
5.5	Compostos voláteis.....	38
5.6	Aceitação Sensorial.....	41
6	CONCLUSÕES.....	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
	APÊNDICE A.....	52
	APÊNDICE B.....	53

1 INTRODUÇÃO

O pão de forma tornou-se um alimento muito presente na vida dos consumidores e ganhou um mercado bastante significativo. Segundo a ABIMAPI (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados), o consumo de pães industrializados no Brasil cresceu de 2,09 kg/ano em 2010 para 2,30 kg/ano em 2014. Sua popularidade deve-se, além da praticidade e disponibilidade, às excelentes características de textura, sabor e aroma. Tais características dependem da qualidade e quantidade dos ingredientes da massa, bem como, da tecnologia usada no seu processamento (BRANDT et al., 2005).

Atualmente, a tecnologia mais empregada na fabricação do pão de forma é constituída das seguintes etapas: mistura dos ingredientes, corte e divisão da massa formada, boleamento, descanso, fermentação principal, assamento, resfriamento e embalagem. A etapa da fermentação é decisiva na panificação, uma vez que influencia o volume, o sabor e o aroma do pão antes mesmo do assamento (BLOKSMA, 1990). Esse processo ocorre pela ação das leveduras, que transformam os açúcares disponíveis da massa em álcool, gás carbônico e compostos voláteis. A temperatura interfere, por sua vez, no tempo e no resultado da fermentação, sendo que, se ela for muito alta, a produção de gás será muito rápida e o glúten não terá tempo para completar seu desenvolvimento. Desse modo, a estrutura da massa não fica suficientemente elástica para reter o gás, diminuindo o volume do produto final. Se a temperatura usada for muito baixa, a quantidade de gás e de outros produtos da fermentação (ácidos, aminoácidos) será pequena e a massa terá que ser fermentada por longo tempo para que sejam obtidos volume e sabor adequados. Portanto, deve haver um equilíbrio na produção e retenção dos voláteis formados durante a fermentação e um procedimento que pode ajudar a obter esse equilíbrio é a sova. (GUERREIRO, 2006).

Métodos que melhoram as condições de processamento vêm sendo cada vez mais desenvolvidos no intuito de evitar alterações indesejáveis, estender a vida útil do produto e melhorar suas características. A sova aumenta o teor dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma e sabor do pão formados durante a fermentação (SCHIRALDI e FESSAS, 2001), contribui para uma consistência mais macia e uma textura mais fina e leve do pão (VENQUIARUTO et al., 2011).

Nesse contexto, a sova pode ser uma alternativa, devido aos efeitos benéficos que proporciona ao produto. Para tanto, deve ser realizada em condições ideais de processamento,

pois essas características só serão observadas se for estabelecido um limite para o número de sovas a serem aplicadas à massa.

Considerando a importância do pão na nossa alimentação diária e não tendo sido encontrados na literatura dados que estabeleçam quais características ele adquire pela aplicação de sovas na massa fermentada, torna-se importante identificar quais aspectos o produto poderá apresentar quanto às características químicas, físicas e sensoriais do pão de forma quando a massa é submetida a diferentes números de sova.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar a influência do emprego da sova nas características físico-químicas e sensoriais do pão de forma.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a quantidade ideal de sovas para a melhoria e aceitabilidade do pão de forma.
- Avaliar o efeito da sova no pH e acidez da massa, textura, cor, volume específico e compostos voláteis.
- Avaliar a aceitação do efeito da sova em relação aos atributos de sabor, textura e aparência do pão de forma.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Processamento do pão

Dentre os principais métodos de obtenção do pão estão o método direto, que é o mais simples e mais utilizado e o método indireto, também conhecido como massa-esponja. No método direto ou massa direta, os ingredientes são misturados em uma única etapa para desenvolver a massa, seguida de fermentação. A ordem de incorporação de cada ingrediente depende do equipamento e do produto. Depois da fermentação, é dividida em pedaços do tamanho do pão, arredondada, modelada na forma do pão e colocada em assadeira. A massa é levada para fermentação adicional (prova) até o aumento de tamanho. Depois de atingido o tamanho desejado, é colocada no forno e assada (HOSENEY, 1994). Esse processo é o mais simples e, atualmente, o mais utilizado na maioria dos processos de fabricação de pães.

No método indireto a mistura dos ingredientes se dá em duas etapas. Na primeira, é feita a mistura do fermento, parte da farinha e água. Após o descanso, por algumas horas, os outros ingredientes são incorporados à mistura e a massa resultante é dividida, modelada e levada à fermentação antes de assar (GIANNOU et al., 2003).

Independente dos métodos de obtenção do pão, o processamento envolve três operações básicas: formação da massa, fermentação e forneamento. A primeira etapa consiste na mistura dos ingredientes até o desenvolvimento do glúten. A segunda etapa diz respeito à fermentação, período em que a massa apresenta uma textura macia e elástica. A terceira ocorre durante a cocção, onde o calor penetra na massa aquecendo o ar e o CO₂ dentro das bolhas, promovendo dilatação e aumento de volume da massa. Ocorre ainda desnaturação das proteínas, gelatinização do amido e desenvolvimento da cor e do aroma devido, principalmente, à reação de Maillard e a caramelização superficial (ORDÓÑEZ, 2005, HOSENEY, 1991, BOBBIO, 2001). Outras etapas também são realizadas durante o processamento como divisão, boleamento, modelagem e resfriamento, conforme demonstrado na Figura 01.

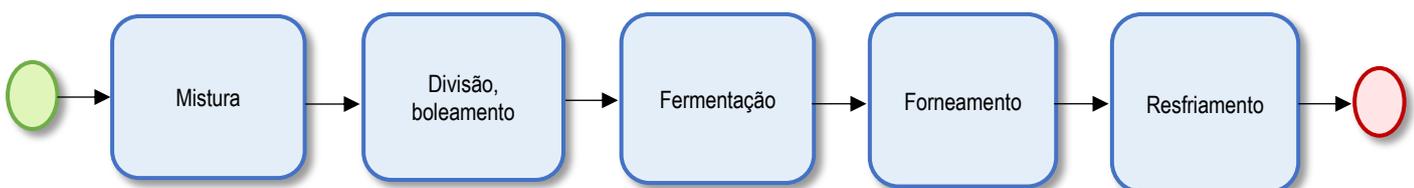


Figura 01. Ilustração do processo de fabricação do pão
 FONTE: ROCHA, 2010.

3.2. Fermentação

A fermentação da massa constitui uma etapa de grande importância no processo de panificação. Ela é responsável pela textura, aroma, expansão dos alvéolos internos (microbolhas) e crescimento da massa (El DASH et al., 1982). Ocorre pela ação do fermento biológico (leveduras do gênero *Sacharomyces cerevisiae*) sobre os açúcares presentes na massa em meio anaeróbico com produção de CO₂ e muitos compostos responsáveis pelo aroma do pão.

As leveduras mostram, primeiramente, uma preferência por açúcares mais simples, como glucose e frutose. Portanto, os primeiros estágios da fermentação ocorrem através da utilização da glucose livre, presente na farinha, provocando decréscimo rápido de glucose e sacarose no início da fermentação, enquanto o conteúdo de maltose continua a aumentar (El DASH et al., 1982).

Logo após a quebra dos açúcares simples, as enzimas iniciam a quebra de outros componentes da farinha. As alfa-amilases são grupos de enzimas que facilitam a quebra dos grânulos de amido hidratados em moléculas curtas não-ramificadas, como as dextrinas. Este fato propicia a ação da beta-amilase presente para converter o amido em maltose. As amilases aumentam os açúcares fermentescíveis presentes na massa. A maltose é fermentada pelas leveduras para fornecer dióxido de carbono à massa, portanto, é papel chave para as alfa-amilases suportarem a produção de gás, isso resulta em melhoria da qualidade do pão como volume, cor, estrutura do miolo e flavour (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

A levedura necessita de cerca de 45,0 minutos, sob condições favoráveis, para adaptar-se totalmente à fermentação, quando ainda inicia a produção de dióxido de carbono e álcool num tempo reduzido. A velocidade máxima de produção de gás é obtida após 120,0 minutos da adição do fermento. A temperatura da fermentação, entretanto, exerce um efeito maior na velocidade de produção de gás pela levedura. Por exemplo, numa temperatura de 30,0°C, a velocidade de fermentação será três vezes mais rápida que a 20,0°C. À medida que a temperatura aumenta, entretanto, ocorre uma inativação das enzimas da levedura e a velocidade de fermentação irá declinar. O pH do meio de fermentação varia entre 4,0 a 6,0 durante toda a fermentação. As leveduras metabolizam os açúcares, preferencialmente a glucose, por meio da fermentação alcoólica sob condições anaeróbicas dentro das células de levedura, produzindo dióxido de carbono (CO₂) e etanol, além de outros constituintes voláteis (El DASH et al., 1982).

O CO₂ é produzido na fase aquosa e satura a água. Uma vez saturada, o excesso desse gás entra nas cavidades de ar já existentes por difusão e aumenta a pressão do sistema. Como a massa tem propriedades de um fluido viscoso, permite que a bolha se expanda para equilibrar a pressão, fazendo a massa crescer (HOSENEY, 1994).

Durante a fermentação os ácidos orgânicos formados reduzem o pH e aumentam a acidez da massa. O pH da massa, logo após a mistura, é de aproximadamente 5,3, mas pode ser reduzido a valores mais baixos como 4,5 no final na fermentação. Essa redução no pH tem um efeito marcante na hidratação e intumescimento do glúten, na velocidade de ação da enzima e sobre várias reações químicas que envolvem o processo de oxidação-redução (El DASH et al., 1982).

Outros compostos como álcoois, ésteres, cetonas e aldeídos compõem o sabor e aroma do produto final. Os ácidos formados, juntamente com enzimas proteolíticas, alteram as características coloidais do glúten, que se torna capaz de formar paredes em torno de cada célula de gás (Figura 02), ao mesmo tempo em que conserva sua extensibilidade e elasticidade, podendo então reagir, sem ruptura, às pressões desenvolvidas na massa (AQUINO, 2012).

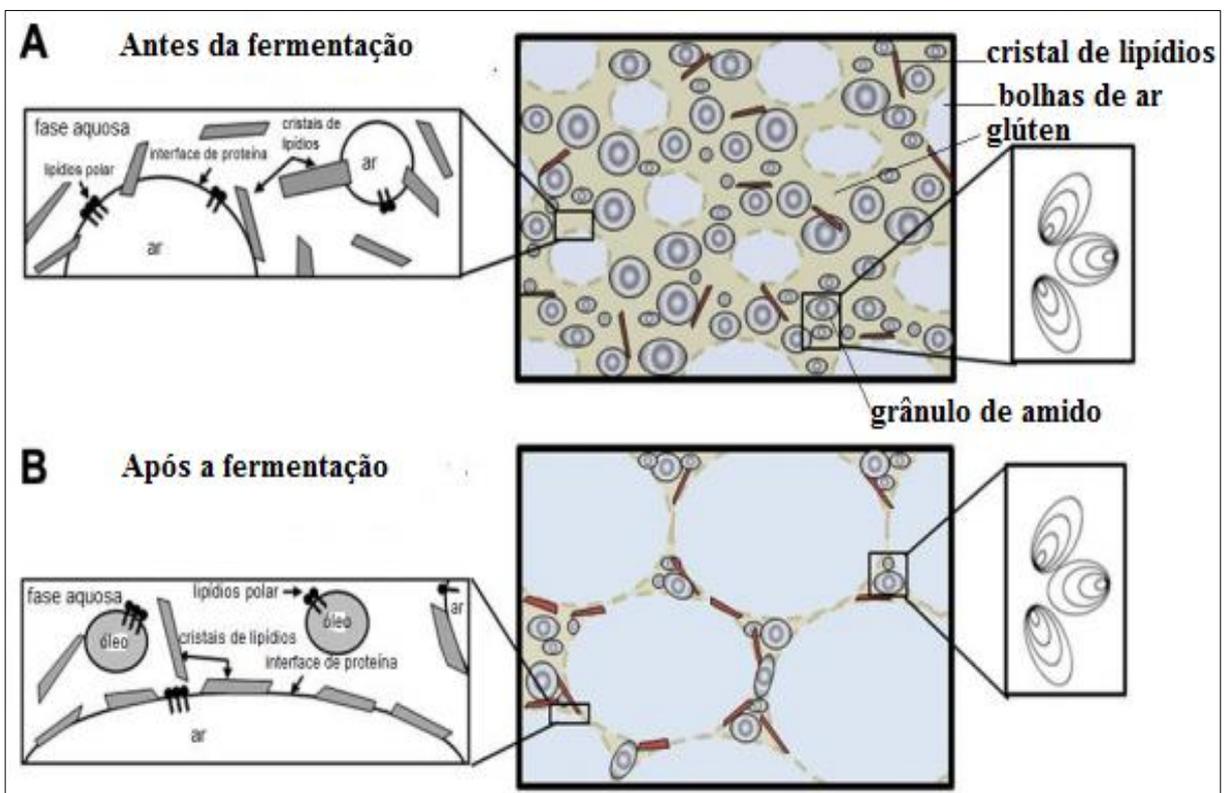


Figura 02 – Interação dos ingredientes antes e depois da fermentação
 FONTE: PAREYT et al., 2011

3.3. Sova

O termo *sova* não significa “espancar” a massa, mas revolvê-la sobre si mesma, espalhando o calor e sua conseqüente concentração de atividade fermentadora. O processo é realizado logo após a primeira fase de fermentação da massa, que é interrompida para a aplicação da sova. Uma nova mistura com conseqüente redistribuição da massa durante essa fase serve a dois propósitos, primeiro, subdividir as células de gás em numerosas pequenas bolhas para tornar mais uniforme as células do miolo após o forneamento, segundo, redistribuir os componentes dispersos da massa, reunindo moléculas adicionais de açúcar e células de fermento (CANELLA-RAWLS, 2005).

A sova não deve ser muito severa e só será benéfica se a farinha utilizada for forte o suficiente para suportar essa operação, permitindo um melhor desenvolvimento da massa e um pão com características de qualidade mais acentuadas (GUERREIRO, 2006).

Entretanto, ao mesmo tempo que a sova pode ser benéfica à qualidade do pão, também pode trazer conseqüências indesejáveis ao produto se for realizada de forma inadequada. Quando aplicada de forma excessiva, os ácidos formados durante processo, acumulam-se na massa, tornando-a azeda.

Durante a fermentação, dois grupos de forças começam a operar: as forças de produção e as de retenção do gás. Os seguintes fatores aumentam a produção de gás: concentração da levedura, adição de açúcar ou malte diastático às farinhas deficientes do mesmo e, ainda, temperaturas altas (FONSECA, 2006).

Entretanto, a mistura em alta velocidade e intervalos normais de absorção não tem efeito. Os elementos que governam a retenção do gás envolvem enzimas proteolíticas, fatores químicos e físicos, tais como, minerais, umidade, pH, agentes branqueadores e oxidantes, e fatores mecânicos, tais como, mistura, expansão da massa, sova, divisão, boleamento e moldagem. O objetivo do controle da fermentação é obter o máximo da produção de gás e da capacidade de retenção ao mesmo tempo, o que irá resultar em um pão com volume desejável e com melhor granulidade, textura e cor da crosta (ROCHA, 2010).

A temperatura interfere no tempo e no resultado da fermentação. O tempo de fermentação ótimo é a soma dos efeitos inter-relacionados produzidos pela farinha, quantidade de levedura, temperatura, ingredientes, entre outros. Isso é muito importante para a formação dos gases, obtenção do volume correto do pão e para permitir que a estrutura da

massa tenha tempo para relaxar e, assim, regular a textura do miolo e o volume (FONSECA, 2006).

Se a temperatura utilizada for muito alta, a produção de gás será muito rápida e o glúten não tem tempo para se desenvolver adequadamente, assim, a estrutura da massa não fica suficientemente elástica para reter o gás, diminuindo o volume do produto final. Se a temperatura usada for muito baixa, o glúten terá tempo de se desenvolver, mas a quantidade de gás e de outros produtos da fermentação (ácidos, aminoácidos) será pequena e a massa terá que ser fermentada por muito tempo para obter volume e sabor. A definição do binômio tempo/temperatura da fermentação, portanto, deve ser adequada para equilibrar essas duas forças: produção e retenção de gás. Um procedimento que pode ajudar a obter um melhor equilíbrio é a sova.

3.4. Compostos voláteis do pão

A qualidade do pão geralmente é avaliada através do volume, textura, cor e sabor. No entanto, o aroma do pão é, sem dúvida, uma característica fundamental para aceitação pelos consumidores e reconhecimento do produto (POINOT et al., 2008; JENSEN et al., 2011; BIRCH et al., 2013).

O aroma dos pães, qualitativamente descrito como discreto e sutil, é composto por um grande número de componentes, muitos deles com odores bem distintos. Segundo Cho e Peterson (2010), mais de 540 compostos voláteis já foram identificados no pão, mas somente uma pequena quantidade realmente contribuem com seu aroma. Os compostos que contribuem para o seu sabor incluem os ácidos, álcoois, aldeídos, ésteres, éteres, furanos, hidrocarbonetos, cetonas, lactonas, pirazinas, pirróis e compostos de enxofre (MAGA, 1974).

Os compostos voláteis obtidos na fermentação são provenientes da levedura utilizada para realizar o processo. De acordo com Richard-Molard (1994), a *Saccharomyces cerevisiae* pode transformar até 95 % dos açúcares fermentáveis da farinha em etanol e dióxido de carbono, os 5 % restante, podem participar de fermentação secundária, onde o ácido pirúvico é obtido pela glicólise e levam à formação de álcoois superiores, ácidos graxos de cadeia curta e compostos com grupos carbonila.

Tabela 1 - Compostos produzidos durante a fermentação do pão.

Ácidos Orgânicos	Álcoois	Aldeídos e cetonas	Compostos carbonílicos
butanóico	etanol	acetaldeído	furfural
succínico	1-pentanol	formaldeído	metional
propiónico	3-metil-1-butanol	isovaleraldeído	glioxal
isovalérico	2-metil-1-butanol	n-valeraldeído	3-metilbutanal
heptanóico	2,3-butanodiol	2-metilbutanol	2-metilbutanal
pelargônico	<i>álcool feniletílico</i>	n-hexaldeído	hidroximetilfurfural
pirúvico		acetona	
palmítico		propionaldeído	
crotônico		isobutiraldeído	
itacônico		butanona	
levulínico		3-butanona	
acético		diacetil	
lático		acetoína	
fórmico			
valérico			
capróico			
caprílico			
láurico			
hidroxicinâmico			
benzilico			

FONTE: PYLER; GORTON, 2008.

Os compostos voláteis podem ser identificados tanto no miolo quanto na casca do pão. No miolo do pão, esses compostos são provenientes principalmente do processo de fermentação (isoálcoois, 3-metilbutanal, fenilacetaldeído, 2,3-butanodiona (diacetil), 3-hidroxi-2-butanona, ésteres e ácidos) e da oxidação lipídica (aldeídos, cetonas e 2-pentilfurano) da farinha (SCHIEBERLE; GROSCH, 1991; FRASSE et al., 1992; BIRCH et al., 2013), enquanto que os compostos da casca originam-se a partir da reação de Maillard, que ocorre em altas temperaturas e baixa atividade de água entre açúcares redutores e aminoácidos (PURLIS, 2010).

Cho e Peterson (2010) observaram que os principais compostos do aroma presentes na casca do pão são 2-acetil-1-pirrolina, (E)-2-nonenal, 3-metilbutanal, butano-2,3-diona e (Z)-2-nonenal, enquanto que no miolo do pão estão presentes o (E)-2-nonenal, de (E, Z)-2,6-nonadienal, (E, E)-2,4-decadienal, 2,3-butanodiona, 1-octen-3-ol, e (E, E) -2,4 - nonadienal. O composto *2-acetil-1-pirrolina* foi considerado o principal responsável pelo aroma acentuado da crosta do pão. Todos esses compostos são formados durante a fermentação e forneamento do pão. Diversos estudos têm sido realizados sobre compostos do aroma e sabor do pão, provenientes das matérias-primas utilizadas e dos processos de fermentação e cozimento (Baltes et al., 1994; Chang et al., 1995; Collyer, 1964; Grosch et al., 1997; Heidelberg et al., 1996; Henry et al., 1996; Hwang et al., 1994; Maga, 1974; Mulders, 1973; Rothe et al., 1983; Schieberle et al., 1989; Schieberle et al, 1991; Seits et al., 1998). Outros estudos revelaram que os álcoois, ésteres e aminoácidos produzidos durante o processo

de fermentação atuam diretamente no sabor do pão (Frasse et al., 1992, Hironaka, 1985; Parnell, 1998; Schieberle et al., 1991; Tanaka, 1987; Watanabe, 1997).

Quílez et al. (2006) avaliaram o perfil sensorial do sabor em pães tipo baquete, ao mesmo tempo que identificaram os componentes voláteis do miolo de pão com o intuito de relacionar a preferência do consumidor de acordo com a presença dos compostos responsáveis pelo sabor e concluíram que, com base na análise dos componentes voláteis, foi possível discernir o processo de produção que permitiu obter um pão mais adaptado às preferências dos consumidores. Os resultados mostraram maior tendência em direção a uma preferência por produtos com um maior grau de fermentação por leveduras, com elevado nível de álcoois e cetonas.

Baardseth et al. (1995) demonstraram que uma mudança no processo de fabricação (processamento tradicional *versus* processo modificado industrialmente) produziram variações na aceitação sensorial de baguetes franceses. Zehentbauer e Grosch (1998) estudaram os compostos voláteis presentes na casca de baguetes francesas utilizando duas variáveis: quantidades de fermento e processamento da massa. Eles mostraram que uma modificação no processamento e na formulação contribuíram para o resultado dos compostos voláteis encontrados, o que levou a diferentes percepções no cheiro da casca dos pães.

As modificações do processamento do pão através da aplicação da sova na massa também contribuem para a formação de compostos voláteis de maior ou menor intensidade, o que poderia favorecer a preferência dos consumidores por estes tipos de pães.

3.4.1 Influência da caramelização e da reação de Maillard na formação de compostos voláteis.

A produção de compostos voláteis também é verificada durante a etapa de forneamento dos pães (HANSEN et al., 1989; KAMIN'SKI et al., 1981). Nessa fase, ocorre uma série de mudanças físico-químicas e bioquímicas como expansão do volume, evaporação de água, formação de poros, desnaturação de proteínas, gelatinização do amido, formação da crosta, e principalmente, o desenvolvimento de aroma e sabor dos pães, decorrentes da caramelização e reação de Maillard (GIANNOU et al., 2003).

Os principais compostos responsáveis por essas reações são aminoácidos e as aldoses e cetoses de açúcares simples (ROTHER; RUTTLOFF, 1983). Estes aminoácidos são precursores de isoálcoois (GOBBETTI et al., 1995; HANSEN; SCHIEBERLE, 2005), que contribuem diretamente para o sabor de pães durante a fermentação (BREDIE et al., 2002;

DAMIANI et al., 1996). Os principais compostos produzidos pela reação de Maillard durante as altas temperaturas do forneamento incluem pirazinas, pirróis, furanos e compostos contendo enxofre e produtos da degradação dos lipídios, tais como, alcanos, 2-alcenos e 2,4-alcadienos (PARKER et al., 2000). Além disso, em temperaturas mais altas, compostos como pirrol, tiofenos, tiofenonas, tiopiranos e tiazolinas aumentam, enquanto furanos e aldeídos diminuem (BREDIE et al., 2002). As pirazinas são compostos aromáticos que contribuem significativamente para o sabor e aroma de pães (JI; BERHARD, 1992). Assim, a produção destes compostos é essencial e tem um efeito marcante sobre tais atributos sensoriais.

Todos os compostos responsáveis pelo aroma, formados durante o forneamento na região da crosta, e que depois penetram no miolo, ficam nele solubilizados e podem ser liberados pelo reaquecimento dos pães (GERMANI, 2014).

3.5. Estudos realizados em massas com aplicação de sova

Estudos realizados em massas de pães revelam que a sova melhora seu desenvolvimento, o que reflete na obtenção de pães de melhor sabor e textura.

Takano et al. (2002) investigaram a formação das células de gás durante a fermentação com sova e sem sova. Os pães sem sova foram submetidos à fermentação, sem interrupção por 90 min e os pães com sova fermentaram por 135 min, com intervalo para aplicação da sova. Na Figura 03, nota-se que nos primeiros 10 min as células de gás eram pequenas e bem redondas. Logo a quantidade de gás aumentou rapidamente após 55 min da fermentação, sugerindo produção ativa de CO₂. Os poros (pontos escuros) formados eram circulares e se mantiveram distantes uns dos outros. As redes de glúten mostravam-se contínuas no final da primeira fermentação.

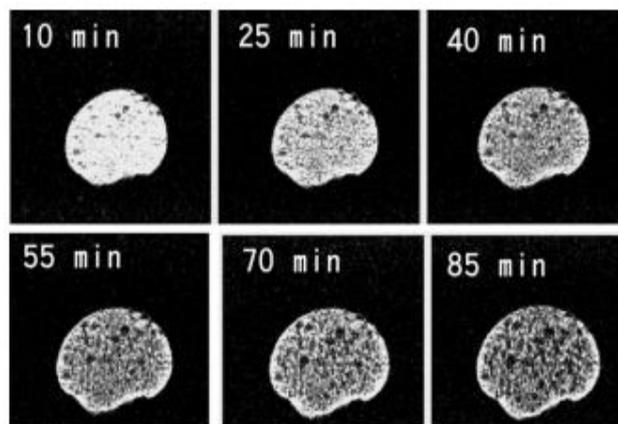


Figura 03– Distribuição das células de gás na massa fermentada sem sova através de imagem de ressonância magnética.

FONTE: TAKANO et al. (2002).

A Figura 04 mostra a distribuição das células de gás na massa com sova. Nota-se diferenças nas estruturas internas da massa com sova e sem sova.

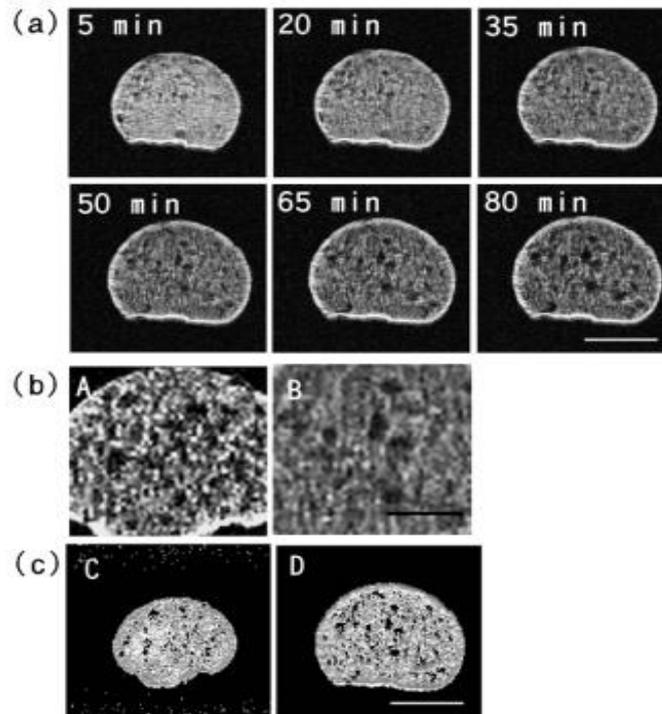


Figura 04 – Distribuição das células de gás na massa fermentada com sova através de imagem de ressonância magnética.

FONTE: TAKANO et al. (2002).

A camada superficial da massa com sova ficou mais evidente do que na massa sem sova, sugerindo que a sova promove a formação de mais células de gás e a formação de uma fina camada de glúten através da destruição e reforma de glúten (ELIASSON e LARSSON, 1993; BUSHUK et.al, 1997). As células de gás ficaram circulares na massa sem sova, já na massa com sova as redes de glúten foram desfeitas durante a sova (Figura 3 e 4b A) e os poros foram verticalmente alongados e constituído por redes glúten contínuas (Figura 4a e 4b B). Uma fina camada superficial foi desenvolvida, sugerindo que a sova promove melhor elasticidade e extensibilidade da massa.

Shimya e Nakamura (1997) revelaram que a quantidade de células de gás formadas durante o processamento dos pães varia de acordo com a etapa de produção. Na pesquisa, utilizou-se um microscópio para comparar o número e o tamanho das células de gás formadas na massa sem sova em 3, 30, 60, 100 e 160 min de fermentação e na massa com sova, onde foram realizadas três sovas entre 60, 80 e 100 min de fermentação.

Os resultados mostraram que o número de células de gás formadas com a sova foi maior do que o processo sem sova (Tabela 02).

Tabela 02 – Número e tamanho das células de gás formadas durante o processamento dos

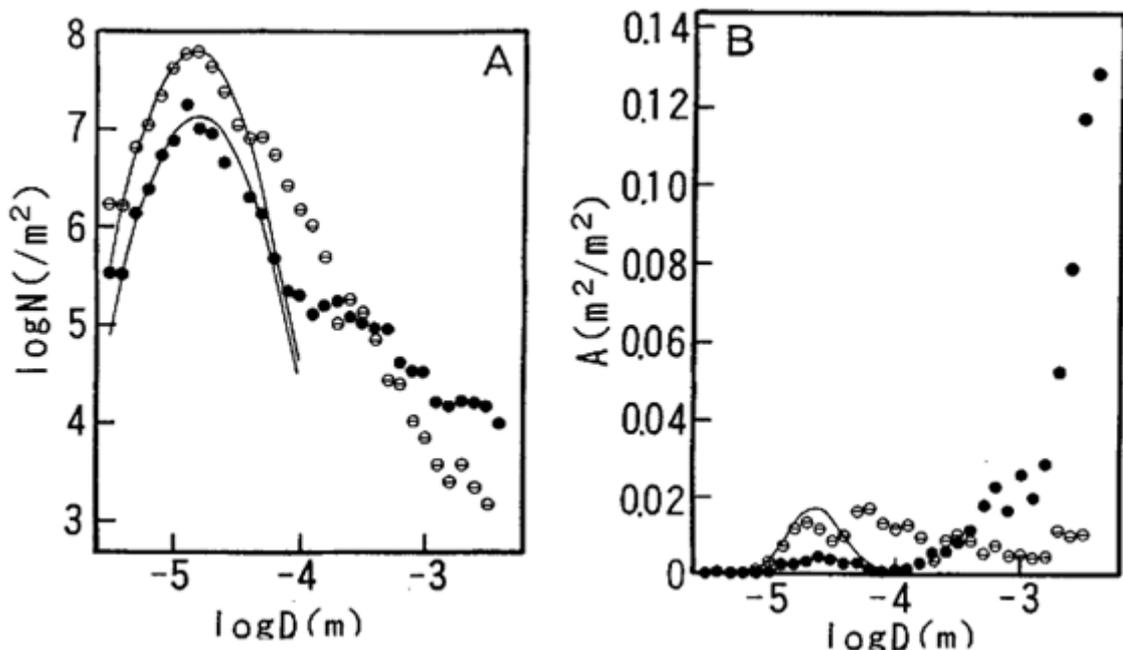
Tempo (min)	Número total ($\times 10^8$ / m^2)	Diâmetro ($\times 10^{-5}$ m)	Desvio padrão (σ)	Área seccional total (m^2/m^2)
fermentação				
3	3.18	1.5	0.21	0.13
30	1.95	1.8	0.21	0.30
60	1.12	1.7	0.22	0.51
100	0.79	1.6	0.22	0.58
100*	3.13*	1.5*	0.21*	0.25*
160	0.84	1.6	0.22	0.56
160*	1.05*	1.7*	0.20*	0.53*

* fermentação com sovas

pães.

FONTE: SHIMYA e NAKAMURA (1997)

A Figura 05 mostra a distribuição das células de gás em 100 minutos de



fermentação com e sem sova.

Figura 05 – Parâmetros da área seccional e tamanho das células de gás formadas durante a fermentação. A: distribuição do tamanho da célula. B: Distribuição da área seccional. As linhas são calculadas por uma função de distribuição normal. Os símbolos representam as amostras fermentada em 100 min com sova (θ) e massa sem sova (\bullet).

FONTE: SHIMYA e NAKAMURA (1997)

Na Figura 5a, observa-se que o número de células de gás no pão com sova foi maior do que no pão sem sova. Na Figura 5b, nota-se que a área nos 100 min de fermentação do pão com sova foi reduzida para cerca de 40 % comparada ao pão sem sova (Ver Tabela 02). Isto é, mais da metade do gás formado é “expulso” da massa, devido ao processo de sova (SHIMYA e NAKAMURA, 1997).

Takano et.al (2002) investigaram como o processo de pré-fermentação e sova poderia reparar as camadas do glúten danificadas durante a congelamento de massas de pães.

Nos pães foram utilizadas leveduras tolerantes e sensíveis ao congelamento e testados três diferentes tratamentos (sem pré-fermentação, com pré-fermentação e com pré-fermentação e sova) para avaliar qual o mais eficaz para características da massa.

A pré-fermentação e sova aumentaram o volume específico de pães assados produzidos com leveduras tolerantes ao congelamento, enquanto que, para as leveduras sensíveis, estes tratamentos diminuíram o volume do pão (Tabela 03). A primeira fermentação, antes de congelamento e a segunda fermentação com sova após o descongelamento são úteis para a obtenção de pães de boa qualidade a partir de massa congelada, utilizando levedura tolerantes ao congelamento.

Tabela 03 – Valores de volume específico para massas congeladas com tratamentos de pré-fermentação e sova.

	Volume específico
Pães doce com leveduras sensíveis ao congelamento	
sem fermentação	4,5 ± 0,08
com 1h de pré-fermentação	3,3 ± 0,07
com 1h de pré-fermentação e sova	3,2 ± 0,08
Pães doce com leveduras tolerantes ao congelamento	
sem fermentação	4,2± 0,10
com 1h de pré-fermentação	4,5± 0,07
com 1h de pré-fermentação e sova	5,6± 0,08
Pão branco com leveduras sensíveis ao congelamento	
sem fermentação	2,3± 0,08
com 1h de pré-fermentação	3,5± 0,08
com 1h de pré-fermentação e sova	4,8± 0,09

FONTE: Takano et al. (2002)

Estes resultados indicaram que as leveduras tolerantes ao congelamento não foram danificadas pelo congelamento após ativação por pré-fermentação ou pelas forças mecânicas da sova (Figura 06).

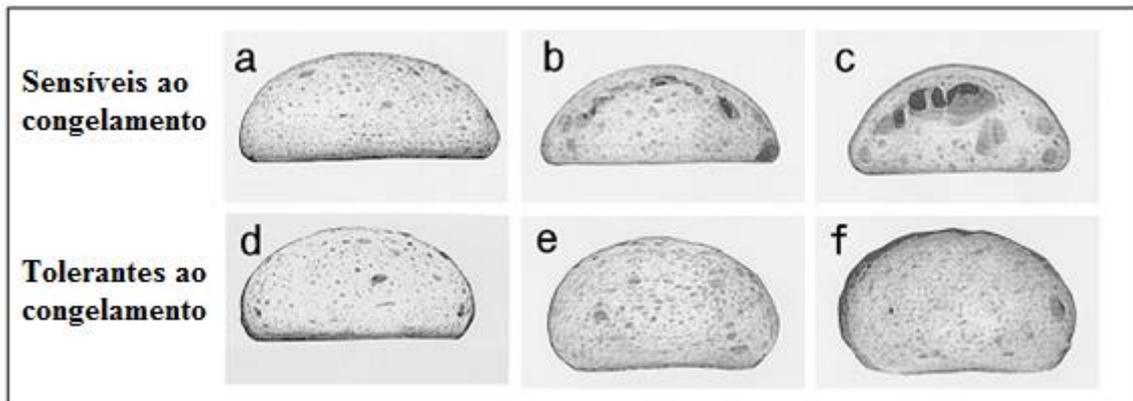


Figura 06 - Pães preparados com microrganismos sensíveis e tolerantes ao congelamento. Sensíveis ao congelamento: pão de massa congelada sem fermentação (a), pão de massa com 1h de pré-fermentação (b) e pão de massa com 1h de pré-fermentação e sovada (c). Tolerantes ao congelamento: pão de massa congelada sem fermentação (d), pão de massa com 1h de pré-fermentação (e) e pão de massa com 1h de pré-fermentação e sovada (f). FONTE: Takano et al. (2002).

A primeira fermentação (Figura 6e), antes da congelação, e a segunda fermentação (Figura 6f) com a sova, após descongelamento, são úteis para a obtenção de pães de boa qualidade a partir de massa congelada.

4.MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratórios de Cereais do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, com a colaboração dos Laboratórios de Análise Instrumental, Laboratório de Análise Sensorial e Embalagens da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-Ceará.

4.1.Materiais

A matéria-prima utilizada para a produção dos pães de forma foram obtidos no comércio local, respeitando o mesmo lote para todas as repetições. Os ingredientes utilizados nesse estudo foram:

- Farinha de trigo (Dona Benta, Ceará, Brasil)
- Fermento biológico (Fermix - Dona Benta, Ceará, Brasil)

- Açúcar (União, Cia União, São Paulo, Brasil)
- Sal (Lebre – Norsal, Rio Grande do Norte, Brasil)
- Gordura Vegetal (Primor – Bunge, São Paulo, Brasil)

4.2. Equipamentos

Os principais equipamentos utilizados na realização da pesquisa foram:

- Batedeira planetária (Arno Essential SX70, São Paulo, Brasil);
- Câmara de fermentação (Estufa comum com controle de temperatura 0-100°C, Fanem 315, São Paulo, Brasil);
- Forno (Continental, Munique, Alemanha);
- GCMS - Cromatógrafo à gás – espectrômetro de massa (QP2010 Ultra, Shimadzu, Quioto, Japão);
- Colorímetro (Konica Minolta, CR400, Tóquio, Japão);
- Potenciômetro (modelo pH 300M, *QUIMIS* - São Paulo, Brasil);
- Formas retangulares.

4.3. Elaboração dos pães

Os pães foram elaborados no Laboratórios de Cereais do Departamento de Tecnologia de Alimentos. Os ingredientes indicados na Tabela 04, foram pesados, colocados em batedeira planetária, misturados por aproximadamente 6 minutos até a massa se tornar lisa e homogênea e finalmente dividida em seis porções iguais. Cada porção foi boleada, moldada manualmente, colocada em forma retangular (16 cm x 7 cm x 5 cm), fermentada à 38 °C de acordo com o esquema de sova, assada à 200 °C durante 20 minutos e resfriada por uma hora antes das avaliações serem realizadas.

Tabela 04. Ingredientes utilizados na formulação do pão de forma.

Ingredientes	Partes
Farinha de trigo	100
Fermento	5
Açúcar	5
Sal	2
Gordura	10
Água	58

4.4. Esquema de sova

Após a fermentação principal, foram aplicadas 4 sovas com intervalos de tempo de 1 hora de acordo com a Figura 07. As amostras obtidas receberam as seguintes codificações:

- Padrão: pão de forma produzido sem aplicação de sova.
- 1 sova: pão de forma produzido com aplicação de 1 sova.
- 2 sovas: pão de forma produzido com aplicação de 2 sovas.
- 3 sovas: pão de forma produzido com aplicação de 3 sovas.
- 4 sovas: pão de forma produzido com aplicação de 4 sovas.

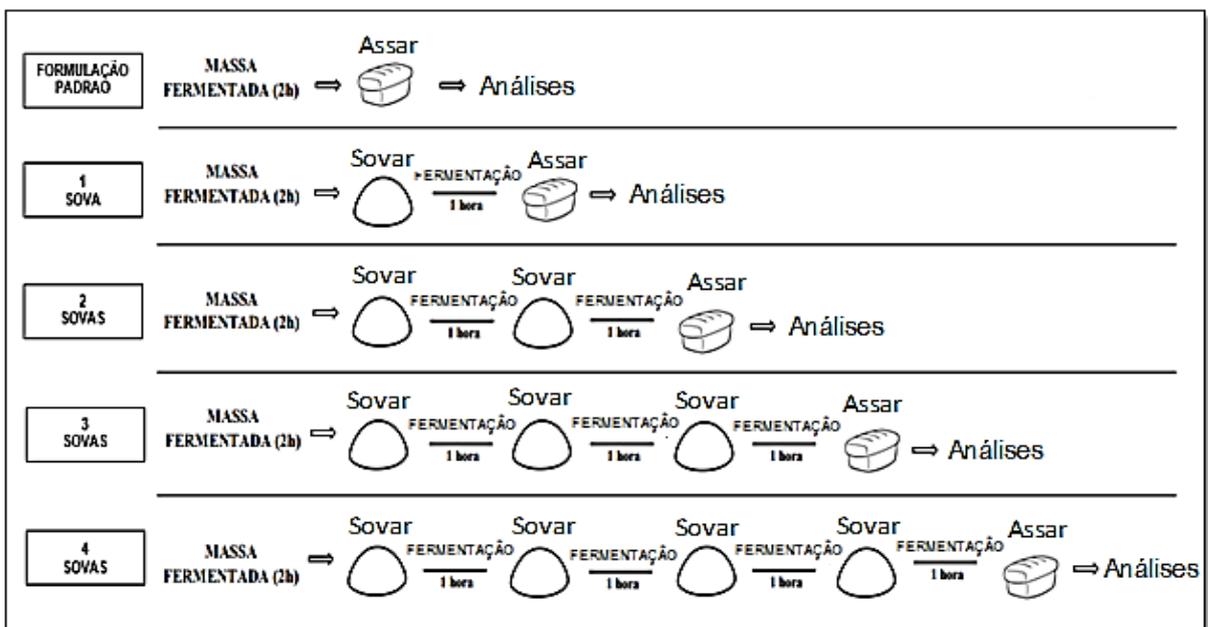


Figura 07. Esquema de sovas aplicado na produção do pão de forma.

4.5. Avaliação dos pães

4.5.1. Cor

A análise de cor do pão de forma foi realizada utilizando o colorímetro digital modelo CR 410 (Konica Minolta, Tóquio- Japão) após calibração em uma cerâmica branca. A

cor foi determinada de acordo com o Sistema CIE L a* b*(*Commision Internationale L'Eclairage*) por meio dos 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). As medidas foram feitas em três diferentes pontos na crosta e três no miolo, sendo os resultados de cada parte expressos pela média.

4.5.2. pH

O pH foi determinado em potenciômetro previamente calibrado e operado de acordo com as instruções do fabricante. A amostra foi diluída em 50 mL de água destilada e, após agitação, foi determinado o pH no líquido sobrenadante.

4.5.3. Acidez Titulável

A acidez total titulável foi realizada de acordo com o método descrito em Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos (IAL, 2008).

4.5.4. Volume específico

O volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço, método 72-10 da AACC (2000).

4.5.5. Textura

As características de textura firmeza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade foram determinadas em texturômetro (Figura 08) TA. XT2i (Stable Micro Systems) conforme metodologia proposta pelo *American Institute of Baking* (AMERICAN INSTITUTE OF BAKING, 2005) após 1 hora da fabricação dos pães. Fatias de 25 mm de espessura foram colocadas na base do texturômetro, utilizando-se os seguintes parâmetros: probe cilíndrico 25 mm perspex P/25P, força de dupla compressão, velocidade do cilindro de compressão: 2,0 mm/s, força de compressão: 10g, post-test speed 5 mm/s, compressão: 10,0 mm. Foram realizadas 5 leituras de cada amostra.

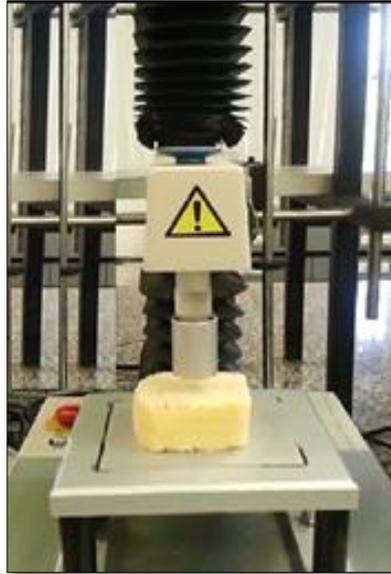


Figura 08. Texturômetro TA. XT2i utilizado para análise da textura do pão de forma.

4.5.6. Compostos voláteis

4.5.6.1. Extração dos compostos voláteis do pão

A extração dos compostos voláteis do pão foi realizada por microextração em fase sólida do headspace (HS-SPME) trinta minutos após o assamento em amostras de aproximadamente 1 g de pão (crosta e miolo), trituradas em processador. As amostras foram colocadas em frascos especiais (vials) de 40 mL, hermeticamente fechados, e imersos em banho-maria a 35 °C durante 5 minutos (Figura 09) para o equilíbrio do headspace (espaço vazio do frasco). A captura dos voláteis foi feita pela introdução da fibra do SPME (85µm carboxen/polidimetilsiloxano) no headspace do frasco, durante 60 minutos.

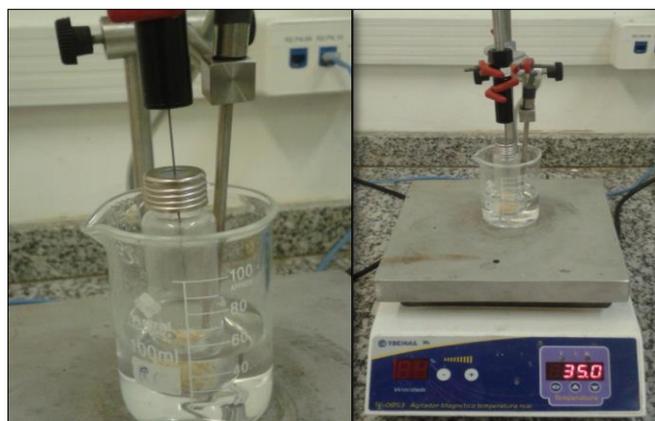


Figura 09. Sistema HS-SPME de captura dos compostos voláteis do pão na fibra por SPME.

Após os 60 minutos, as fibras foram inseridas na porta do injetor do Cromatógrafo a gás para dessorção térmica (15 min) e análise.

4.5.6.2 Análise de cromatografia gasosa e espectrometria de massa (MS)

A identificação e quantificação dos compostos voláteis foi efetuada em cromatógrafo a gás marca GCMS QP2010 Ultra acoplado a um espectrômetro de massa (Figura 10). Os compostos voláteis foram separados numa coluna capilar polar DB-WAX 30 m \times 0,32 milímetros de 0,5 μ m de espessura (J & W Scientific, Folsom, EUA), utilizando hélio como gás de arraste com fluxo de 1,5 mL / min. Os experimentos tiveram a seguinte programação de temperatura: temperatura inicial do forno 45 °C / 2 min, aumentada a 5 °C / min até 50 °C, depois a 0,5 °C / min até 51 °C, a 8 °C / min até 170 °C, e finalmente a 18 °C / min até 230 °C. A temperatura foi então mantida a 230 °C durante 15 min (tempo total de operação = 39 min).

O detector de massas foi operado em modo de varredura a 250 °C, com ionização por impacto de elétrons (70 eV de energia de ionização), num intervalo de massas de 33-300 u e velocidade de 2,72 varreduras/s.



Figura 10. Cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa (MS) para identificação e quantificação de compostos voláteis com a fibra de SPME no injetor.

A identificação dos compostos foi baseada na forma de fragmentação através da comparação do espectro de massas do composto desconhecido com os espectros de massas da biblioteca NIST (2005). Para auxiliar na identificação do composto, foram calculados os Índices de Retenção e comparados àqueles descritos na literatura ou obtidos em bases de dados para auxiliar a identificação do composto.

O método para calcular o Índice de Retenção Linear consistiu na introdução de uma série de n-alcenos (de C8 a C21) conjuntamente com a amostra analisada através da adição de 1,0 µL da mistura de alcenos a 1,0 µL da amostra em uma microseringa e posterior injeção em cromatógrafo gasoso. Os cálculos foram feitos segundo a equação de Kovats, mas sem descontar o tempo morto. O índice de retenção linear de cada componente foi calculado conforme a Equação 1.

$$I = 100n + 100n \left(\frac{t_{Rx} - t_{Rz}}{t_{R(z+1)} - t_{Rz}} \right) \quad (1)$$

onde: I - índice de retenção linear; n é o número de carbonos do n-alceno com o tempo de retenção (t_{Rz}) imediatamente anterior ao padrão, e $t_{R(z+1)}$ o tempo de retenção do n-alceno localizado imediatamente após o padrão avaliado.

4.6. Análise estatística dos resultados

Os resultados das análises foram apresentados por meio de médias e desvios padrão, além de comparação entre médias por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$) (Statistica® versão 8.0).

4.7. Análise sensorial

Os consumidores de pão foram recrutados, entre funcionários e colaboradores da Embrapa Agroindústria Tropical, de acordo com metodologia descrita em Meilgaard et al. (1999) e Stone e Sidel (1993). A equipe, constituída de 55 indivíduos, foi caracterizada quanto ao gênero e idade e solicitada a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1). Os protocolos dos testes sensoriais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará, sob Parecer número 147.279 de 22/10/2012.

Foram realizados dois testes afetivos de forma simultânea: um relativo à aparência interna e externa dos pães (aparência global e cor) e outro relativo à sua palatabilidade (aceitação global e aceitação dos atributos sabor e textura), com utilização de escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, variando de “Desgostei muitíssimo” = 1 a “Gostei muitíssimo” = 9 (PERYAM; PILGRIM, 1957).

4.7.1 Aceitação dos atributos sensoriais

As fatias de pães foram cortadas ao meio de forma longitudinal, servidos em copos descartáveis de 30,0 mL e colocadas em pratos codificados com número de três dígitos (WALKELING; MACFIE, 1995). As amostras foram apresentadas de forma monádica e balanceada (MACFIE et al.,1989) para minimizar os efeitos de posição das amostras. Para eliminar o sabor residual entre as amostras, foi servido um copo com água mineral à temperatura ambiente.

O teste foi aplicado em cabines equipadas com terminais de computadores para registro/coleta de dados de maneira automática por meio do software FIZZ.

4.7.2 Aceitação da aparência global e da cor

Para avaliar a aceitação da aparência, os pães expostos em bandejas de plástico, inteiros (para avaliação da aparência externa) e cortados longitudinalmente (aparência interna) (Figura 11). As bandejas, uma para cada tratamento, foram dispostas em bancada e codificadas com números aleatórios de três dígitos (WALKELING; MACFIE, 1995). A aceitação da aparência foi avaliada utilizando-se uma ficha (APÊNDICE 2) com escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, variando de 9 = gostei muitíssimo a 1 = desgostei muitíssimo (PERYAM; PILGRIM, 1957).

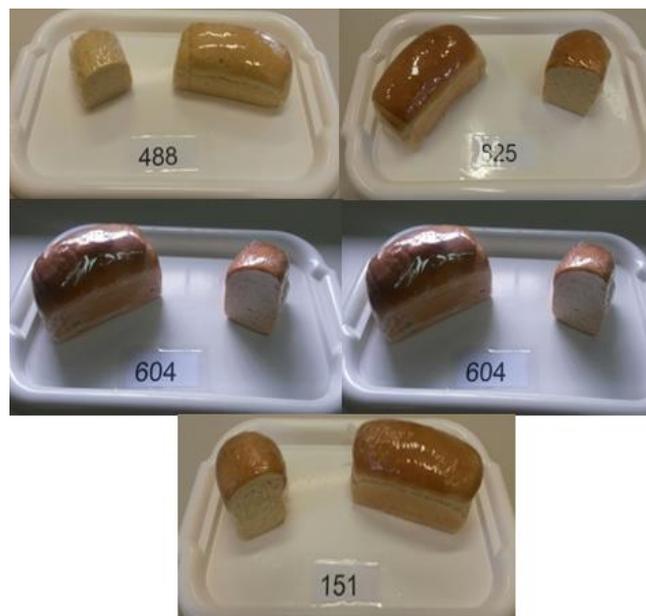


Figura 11 – Análise de aparência global, interna e externa dos pães de forma.

Para efeito de análise estatística, os conceitos da escala hedônica foram associados a valores numéricos, sendo 9 = “gostei muitíssimo”, 5 = “nem gostei/nem desgostei” e 1 = “desgostei muitíssimo”. Os dados de aceitação da aparência (aparência global e cor) e da palatabilidade (aceitação global e dos atributos sabor e textura) dos pães foram submetidos à análise de variância (ANOVA), tendo como fontes de variação Variedade (V) e Provedor (P), utilizando-se o programa estatístico *Statistical Analytical Systems – SAS Use's Guide: Version 6.11* (SAS, 1996). O teste de Tukey foi aplicado com nível de 5 % de significância para comparação das médias. O percentual do Índice de Aceitabilidade foi calculado a partir da expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde: (A) representa o somatório da frequência hedônica acumulada na região de aceitação (valores de 6 a 9) obtida para um determinado atributo e (B): o número de provedores participantes dos testes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cor

As análises da cor da casca e do miolo estão apresentadas na Tabela 05.

Tabela 05 – Análise da cor da casca e do miolo dos pães de forma elaborados com diferentes números de sovas.

Parâmetro	Padrão	1 sova	2 sovas	3 sovas	4 sovas
L (casca)	53,33±1,84 ^d	60,41±1,19 ^c	61,45±2,21 ^c	65,99±1,55 ^b	71,38±0,74 ^a
a* (casca)	13,00±0,79 ^a	11,00±0,46 ^b	12,94±1,07 ^a	13,61±1,21 ^a	6,07±0,34 ^c
b* (casca)	34,02±0,91 ^{ab}	34,95±1,66 ^a	31,88±1,08 ^b	32,34±1,71 ^b	35,95±0,69 ^a
L (miolo)	80,21±0,96 ^a	73,09±1,12 ^b	71,77±1,22 ^{bc}	69,47±1,73 ^{cd}	68,67±1,58 ^d
a* (miolo)	-2,49±0,09 ^{ab}	-2,43±0,20 ^{ab}	-2,29±0,05 ^b	-2,60±0,09 ^a	-2,37±0,04 ^b
b* (miolo)	17,92±0,34 ^c	18,20±0,94 ^{bc}	19,02±0,61 ^b	18,89±0,45 ^{bc}	20,31±0,28 ^a

Média ± desvio padrão das análises realizadas com 5 repetições para que $\alpha = 0,95$.

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

A luminosidade média da casca do pão aumentou gradualmente de 53,33 a 71,38, indicando que o aumento do número de sovas e do tempo de fermentação, contribuíram para o clareamento da cor da casca dos pães, conforme mostrado na Figura 12. Valores de L mais altos indicam maior refletância da luz traduzindo-se em pães com coloração clara, pobres em açúcares (ESTELLER et al., 2004).

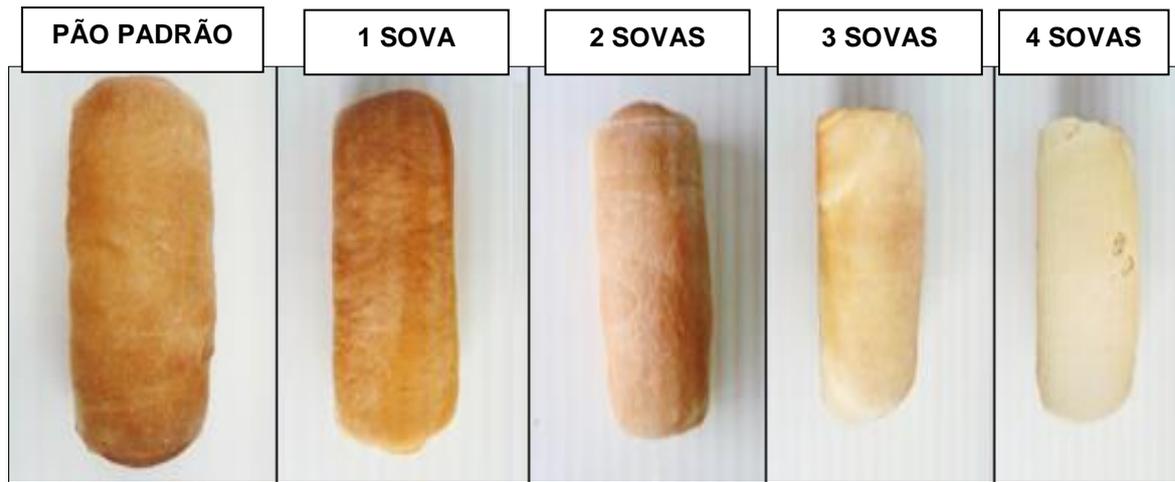


Figura 12. Cor dos pães de forma com o aumento do número de sovas.

O aumento prolongado da fermentação, produz em paralelo, um aumento na acidez da massa, incorrendo na produção de ácidos, com abaixamento do pH e produção de significativa de aminoácidos livres (Tabela 6). Por outro lado, a fermentação prolongada, aumentou o consumo dos açúcares presentes pelo fermento, restando concentrações cada vez menores para as reações de escurecimento não enzimático (Reações de Maillard), gerando o clareamento da crosta (ESTELLER et al., 2004).

Em todas as formulações, com exceção do pão padrão, a luminosidade encontrou-se situada na faixa de 60 a 78. Segundo Purlis e Salvadori (2009), pães com luminosidade em torno de 70 apresentam boa aceitação sensorial. Entretanto, valores abaixo de 60 resultam em escurecimento excessivo e, acima de 78, uma coloração muito clara.

Para os parâmetros de cromaticidade, elevados valores de a^* indicam maior coloração escura da crosta, o que normalmente ocorre para o pão de forma. Valores elevados para b^* refletem amostras com forte coloração amarelada ou dourada. Para a casca do pão, a^* variou de 13,00 a 6,07 e b^* de 34,02 a 35,95. Os valores de a^* , com exceção do pão com 4 sovas, mostraram-se todos semelhantes. Os valores de b^* apresentaram diferença significativa para $p = 0,05$.

Para o miolo, o pão sem sova apresentou o maior valor de luminosidade (L) e o pão com 4 sovas, o menor. As demais, não diferiram entre si, como também do pão padrão, nem do pão com 4 sovas. Notou-se que houve um decréscimo nos valores de L, com o aumento de sovas. Segundo Esteller (2007), o baixo pH da massa é causado pela ação das leveduras, causando a quebra das proteínas, fato que contribuiu para acelerar as reações de escurecimento do miolo.

Na cromaticidade do miolo, maiores valores de a^* (tendência para o vermelho) também indicam coloração mais escura. Os valores de a^* para o miolo apresentaram resultados foram negativos, o que indica uma coloração mais clara para o miolo de todos os pães analisados. Valores elevados para b^* indicam amostras com forte coloração amarelada ou dourada. Em relação ao valor de b^* , para o miolo, o pão padrão apresentou o menor valor e o pão com 4 sovas, o maior valor (17,92 e 20,31, respectivamente). Algumas variações nos valores de a^* e b^* podem estar também, relacionadas com o grau de aeração (porosidade da massa) e mudanças na luz que incide na superfície do material (ESTELLER, 2007).

5.2. pH e Acidez Titulável

O pH médio dos pães variou de 5,73 a 5,35, sendo verificada a diminuição do mesmo com o aumento da quantidade de sovas. A diminuição gradativa no pH foi acompanhada do aumento na acidez (Tabela 06), tendo em vista o aumento da formação de ácidos com o aumento do tempo de fermentação. Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados com pães obtidos com tempos fermentação prolongados. (APLEVICZ,2013; ROBERT et al., 2006; PLESSAS et al., 2011).

Tabela 06 – Análise de pH e acidez titulável dos pães de forma obtidos com o aumento do número de sova.

Parâmetro	Padrão	1 sova	2 sovas	3 sovas	4 sovas
pH	5,73±0,02 ^a	5,60±0,01 ^b	5,54±0,02 ^c	5,42±0,01 ^d	5,35±0,01 ^e
Acidez titulável (mL)	3,78±0,17 ^d	4,42±0,14 ^c	4,78±0,17 ^b	5,15±0,11 ^a	5,43±0,44 ^a

Média ± desvio padrão das análises realizadas com 5 repetições para $\alpha= 0,95$.

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

Essa relação entre pH baixo e acidez elevada em pães com tempos prolongados de fermentação favorece a atividade das leveduras, tendo em vista que esses microrganismos preferem condições ácidas para o seu desenvolvimento (GURGEL et al., 2010), o que reforça os resultados encontrados. Como a sova tem a propriedade de redistribuir o fermento para futuro crescimento, pode ter influenciado na atividade das leveduras e, conseqüentemente, nos resultados encontrados. Todos os valores de pH apresentaram diferenças significativas entre si.

5.3. Volume específico

Os resultados das análises de volume específico estão expressos na Tabela 07.

Tabela 07 – Análise dos volumes específicos dos pães de forma com o aumento do número de sova.

Parâmetro	Padrão	1 sova	2 sovas	3 sovas	4 sovas
Volume específico (cm ³ /g)	3,64±0,11 ^a	2,97±0,11 ^b	2,50±0,05 ^c	2,49±0,06 ^{cd}	2,32±0,11 ^d

Média ± desvio padrão das análises realizadas com 5 repetições para $\alpha = 0,95$.

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

À medida que o número de sovas aumentou, ocorreu uma diminuição no volume dos pães de forma obtidos (Figura 13) e, conseqüentemente, no volume específico. Segundo Marques e Albuquerque (1999), o pH influencia decisivamente na formação do glúten, interferindo negativamente no desenvolvimento da massa e posterior volume específico do produto.



Figura 13. Variação do volume das fatias dos pães de forma com o aumento do número de sovas.

Pães com volume específico elevados pode ser devido fermentação excessiva (FERREIRA et al., 2005). Nesse caso, a diminuição dos valores do volume específico pode ser justificada pelas sovas realizadas. O fato de abrir e esticar a massa após a fermentação pode tanto permitir que o ar “escape” como reduzir a força das redes de glúten, resultando num menor aprisionamento de gás e uma massa mais densa com menor volume.

Experimentos realizados por Aplevicz (2013) também mostraram que os volumes específicos dos pães obtidos seguiram essa mesma tendência, diminuíram à medida que a fermentação se prolongava, revelando valores entre 2,18 e 2,09 mL/g.

O volume dos pães de forma está também diretamente associado à diluição do glúten e enfraquecimento de sua estrutura (BORGES et al., 2013). O comprometimento dessa estrutura proteica implica em alterações das propriedades viscoelásticas da massa que, por sua vez, não consegue formar uma rede capaz de se expandir, dar forma adequada ao pão e reter

com eficiência os gases formados pela fermentação da massa, resultando, portanto, em pães de menor volume (SVEC et al.,2010).

5.4 Textura

Os resultados das análises de textura (firmeza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade) estão apresentados na Tabela 08.

Tabela 08 – Análise de textura dos pães de forma com o aumento no número de sova.

Amostras	Firmeza (g)	Coesividade	Elasticidade	Mastigabilidade
Padrão	180,34±33,19 ^d	0,79±0,01 ^a	0,95±0,02 ^a	129,46±24,89 ^d
1 sova	259,56±23,66 ^c	0,72±0,01 ^c	0,87±0,02 ^c	186,63±8,17 ^c
2 sovas	459,96±30,88 ^b	0,76±0,01 ^b	0,96±0,01 ^a	347,61±27,52 ^b
3 sovas	638,59±55,60 ^a	0,63±0,01 ^e	0,95±0,01 ^a	325,60±11,83 ^b
4 sovas	704,74±52,24 ^a	0,68±0,01 ^d	0,92±0,01 ^b	442,97±27,61 ^a

Média ± desvio padrão das análises realizadas com 5 repetições para $\alpha = 0,95$.

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

Observa-se que o aumento da quantidade de sovas na formulação dos pães de forma promoveu um aumento na dureza, que é a força necessária para produzir deformação. O pão padrão apresentou o menor valor (180,34), ou seja, consistência mais macia e o pão com 4 sovas apresentou o maior valor (704,74), representando o pão mais duro. A firmeza de pães de forma é a mais evidente característica de textura observada pelos consumidores, influenciando grandemente no julgamento da aceitabilidade do produto (KOWASLKI et al., 2002; CAUVAIN; YOUNG, 2009). Segundo SILVA et al. (2009), muitos fatores contribuem para as alterações na textura dos pães, como a quantidade de água na massa e a redução no conteúdo de proteínas do trigo na formulação do pão. Também afirmam que este fato pode estar relacionado com o aumento da densidade do miolo e a redução do volume dos pães. O que pode ter sido provocado pelas sovas, que pode ter reduzido a força das redes de glúten, resultando em uma massa muito densa.

Para Moore et al. (2006) e Mezaize et al. (2009), há forte correlação positiva entre o volume específico e a firmeza dos pães, justificada pela maior compactação das células de gás existente nos pães com menor volume específico, que causa aumento na resistência à deformação destes pães, resultando em maior firmeza do miolo. O que de fato ocorreu nos valores de volume específico e firmeza. À medida que o volume foi diminuindo, a firmeza foi

umentando. Segundo Giannou et al. (2003), com aumento da firmeza e rigidez do miolo, a qualidade do pão diminui gradualmente ao perder frescor e crocância. O aroma agradável desaparece e o gosto revela sensação de pão amanhecido.

Em estudos realizados com a microestrutura do miolo do pão, Renzetti et al. (2008) constaram que o aumento da firmeza é um resultado da ligação cruzada da proteína. A comparação entre as médias, pelo teste de Tukey, mostrou que a coesividade das amostras foi significativamente influenciada pela sova. A manutenção da coesividade em derivados de trigo está relacionada, principalmente, às interações moleculares dos componentes, especialmente, pontes de hidrogênio, dissulfeto e ligações cruzadas com participação de íons metálicos e a mobilidade da água na massa (ESTELLER, 2007). Nota-se que, apesar das formulações não apresentarem diferença expressiva, os pães com 3 e 4 sovas registraram uma pequena diminuição em seus valores, provavelmente pelo fato dessas amostras possuírem componentes internos fracamente ligados em relação aos demais. Isso é um indicativo de que o pão não apresenta resistência e tem fácil ruptura, sendo confirmado durante o assamento, pois verificou-se que a massa dessas amostras rompeu devido à baixa coesividade (Figura 14).



Figura 14 – Pão de forma com baixa coesividade (ruptura).

Os valores de elasticidade também não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) com a aplicação das sovas. A elasticidade é a razão com que um material deformado volta ao seu estado não deformado após ser aplicado uma força (SZCZESNIAK, 1998; CARR et al., 2006). Os resultados mostraram-se coerentes com diversos estudos realizados para textura em pães. Farias (2012) e Botelho (2006) encontraram valores na faixa de 0,91 a 0,94 e 0,93 a 0,98, respectivamente.

Para mastigabilidade, notou-se que o aumento da quantidade de sovas na formulação dos pães de forma promoveu um aumento na mastigabilidade. A mastigabilidade é definida pela força necessária para desintegrar um alimento sólido até ficar pronto para ser

engolido (SZCZESNIAK, 1998; CARR et al., 2006). Resultados maiores de mastigabilidade denota uma força maior no processo de glutificação, o que pode acarretar em um produto com uma baixa aceitação (PAZ, 2013).

5.5 Compostos Voláteis

Na Tabela 09 são apresentados os compostos voláteis identificados nas amostras de pão pela técnica do *headspace* dinâmico com seus respectivos índices de Kovats e áreas do pico de acordo com a sova. O Índice de Kovats de cada composto foi utilizado como um dado complementar para a confirmação da identidade dos compostos.

Foi detectado um total de trinta e cinco compostos identificados no *headspace* dos pães de forma. Dentre os grupos orgânicos encontrados estão álcoois (11), aldeídos (7), ésteres (4), ácidos carboxílicos (4), cetonas (4), furanos (2) e hidrocarbonetos (2).

Tabela 09. Principais compostos voláteis identificados nos pães de forma com a aplicação de 04 sovas.

KOVATS	COMPOSTOS	Área ($\times 10^6$)				
		Sem sova	1 sova	2 sovas	3 sovas	4 sovas
Álcoois						
957	Etanol	-	-	-	19	24,4
1061	Pentano 2-metil-1,3-diol	nd	0,23	Nd	nd	0,83
1114	2-metil-1-propanol	0,39	3,8	3,6	2,8	6,8
1227	2-metil-1-butanol	11,0	11,0	11,7	9,3	21
1229	3-metil-1-butanol	26,0	32,0	18,8	14,7	53,9
1272	1-pentanol	nd	0,39	0,33	0,21	5,8
1373	1-hexanol	0,92	0,87	1,04	0,75	2,2
1390	3-etoxi-1-propanol	nd	tr	Nd	nd	0,48
1583	Butano-(R)-2,3-diol	2,7	2,6	2,5	3,7	4,1
1621	Butano 2,3-diol	0,55	0,6	0,48	1,0	0,40
1971	2-feniletanol	1,0	0,73	1,0	1,1	2,48
Aldeídos						
<800	Acetaldeído	nd	nd	3×10^6	nd	nd
823	2-metil-propanal	nd	0,17	Tr	0,26	nd
925	2-metil-butanal	0,32	0,34	0,58	1,6	21
930	3-metil-butanal	0,43	0,41	1,2	3,8	54
1094	Hexanal	0,53	0,87	1,03	0,49	1,1
1503	Furfural	nd	0,58	0,60	0,59	tr
1567	Benzaldeído	0,23	0,52	0,4	tr	0,35
Ésteres						
902	Acetato de etila	0,15	0,39	0,5	0,6	3,63
1010	Acetato de isobutila	nd	nd	Nd	nd	0,4
1117	Acetato de isoamila	nd	nd	Nd	nd	2,8
1229	Hexanoato de etila	nd	nd	Nd	nd	1,2
1428	Caprilato de etila	nd	tr	Nd	nd	0,3
Ácidos Carboxílicos						
1492	Ácido acético	10,9	11,6	15,2	20,8	31,4
1604	Ácido 2-metil-propanóico	1,9	2,5	2,53	2,8	4,1
1649	Ácido butanóico	nd	nd	Nd	nd	0,4
1701	Ácido furfúrico	0,52	1,18	0,47	0,36	nd

Cetonas						
996	Butano 2,3-diona	0,80	0,88	1,05	0,86	0,41
1077	Pentano 2,3-diona	nd	0,29	Tr	0,21	nd
1323	3-hidroxi-2-butanona	5,9	10,3	22,0	18,8	1,6
1344	1-hidroxi-2-propanona	0,43	0,41	1,02	1,05	tr
Furanos						
1296	Metil-pirazina	tr	0,51	0,37	0,72	tr
1710	α -D-metilgalactopiranosil	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Hidrocarbonetos						
<800	Metilciclopentano	nd	n.i.	n.i.	nd	nd
1936	Butilhidroxitolueno	0,40	tr	0,42	0,41	0,82

nd = não detectado; n.i. = não identificado; tr = traços ($<0,5 \times 10^6$)

Foi observado que algumas amostras apresentaram mais compostos voláteis que outras, isso pode ter ocorrido tanto pela longa fermentação como pelas sovas realizadas.

Maeda et al. (2009) realizaram um estudo para identificar compostos voláteis em longo tempo de fermentação e diferentes processos de mistura e revelaram que os grupos de álcoois (etanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol, 1-hexanol, 1-heptanol) e ésteres (acetato de etila, etanoato de etila, acetato de isopentila, hexanoato de etila, caprilato de etila) aumentaram suas concentrações com o aumento do tempo de fermentação. Já aldeídos, ácidos carboxílicos e cetonas diminuíram suas concentrações. Também concluíram que as concentrações dos 37 compostos detectados foram expressivamente afetadas pelo tempo de fermentação, e de outros 6 compostos pelo efeito da mistura ao qual foram submetidos.

Na Tabela 09, os compostos que aumentaram suas concentrações no decorrer do processo foram acetato de etila, 2-metil-butanal, 3-metil-butanal, hexanal, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, 1-pentanol, ácido acético, pentano-2-metil-1,3-diol, 2-feniletanol e α -D-galactopiranosil e ácido 2-metil-propanóico. Já os compostos butano-2,3-diona, 3-hidroxi-2-butanona, 1-hexanol, ácido furfurílico, metil pirazina, 1-hidroxi-2-propanona, furfural, aumentaram inicialmente suas concentrações, depois diminuíram ao longo do processo. Os que mantiveram seus valores constantes foram ou ficaram no limite de detecção foram: 2-metilpropanol, pentano 2,3-diona, benzaldeído, butano 2,3-diol e butilhidroxitolueno.

Os ésteres acetato de isobutila, acetato de isoamila e hexanoato de etila foram detectados somente na amostra com 4 sovas e o acetaldeído somente no pão com 2 sovas.

O etanol, um dos principais compostos produzidos na fermentação da massa, só foi detectado nos pães com 3 e 4 sovas, em concentrações bastante elevadas. Somente no pão com 4 sovas, as concentrações de 3-metilbutanol e ácido acético ultrapassaram as do etanol, provavelmente em razão da fermentação excessiva, levando à morte prematura das leveduras.

Segundo Silva et al. (2009), o ácido acético é um composto produzido de forma excessiva na fermentação e seu aumento eleva sua concentração. Para Cardoso e Campos (2007), a presença de oxigênio pode propiciar a formação de ácido acético em vez de etanol, o que pode ter ocorrido durante a aplicação das sovas, pois a fermentação foi interrompida para a massa ser sovada, ocorrendo exposição ao oxigênio.

A maioria dos compostos encontrados estão coerentes com os encontrados na literatura. Em um estudo realizado com aroma no miolo de pães, Birch et al. (2013) identificaram os compostos 2-metilbutanal, 3-metilbutanal, 2-feniletanol, 1-octen-3-ol, 2,3-butanodiona, 2-feniletanol, butano-2,3-diona, metilpirazina, e ácido 3-metilbutanóico como elementos principais do aroma de pães. Já Chang et al. (1995) acrescentaram etanol, isobutanol, e 3-metilbutanol como os principais componentes das substâncias aromáticas do pão. Segundo Viegas e Bassoli (2007), a degradação de Strecker leva à formação de vários compostos relatados como importantes na formação do aroma, tais como, 2- metil-butanal e 3-metil-butanal, que são perceptíveis sensorialmente mesmo em altas diluições. Este fato explica a presença desses compostos em todas as formulações e o aumento de suas concentrações durante o processo.

Segundo Poinot et al. (2008), os compostos voláteis são formados principalmente durante a fermentação (acetato de etila, etanol, 2-metilbutanol, 3-metilbutanol, butano 2,3-diona, 3-hidroxi-2-butanona, 1-pentanol, 3-hidroxi-2-butanona, ácido acético, benzaldeído, 2-feniletanol), a partir da Reação de Maillard (pentanal, metilpirazina, 2-metilbutanal, 3-metilbutanal, 2-metil-propanal, pentano 2,3-diona, Furfural, ácido furfurílico) e da oxidação lipídica (hexanal, 1-hexanol, benzaldeído).

A Tabela 09 também mostrou que as amostras de pães continham diferentes ésteres etílicos e as maiores concentrações foram encontradas apenas no pão com 4 sovas.

Birch et al. (2013) identificaram diferentes ésteres presentes no miolo de pães (acetato de etila, hexanoato de etila e caprilato de etila), que são de interesse devido aos seus odores agradáveis, no entanto, as concentrações dos ésteres encontrados também foram baixas (0,1 a 0,5 µg/kg). Esses ésteres são obtidos da reação de condensação entre um ácido carboxílico e etanol. Como foi citado anteriormente o fato do etanol estar presente em maior concentração em relação aos outros álcoois identificados pode explicar o fato de todos os ésteres identificados serem ésteres etílicos. Maeda et al. (2009) relataram maior proporção relativa de 2-metilbutanal, 3-metilbutanal, 2-feniletanol, metilpirazina. Concentrações elevadas do ácido acético nos pães com 3 e 4 sovas produziram aroma não atrativo para o consumidor.

5.6. Aceitação sensorial

Nas tabelas 10 e 11 estão os resultados da avaliação sensorial dos pães de forma. Todas as amostras foram aceitas com aceitação acima de 6 (região de aceitação da escala hedônica) e com índice de aceitação acima de 75 %. Observou-se também que os pães com diferentes números de sovas diferiram entre si, ao nível de erro de 5 % quanto à aceitação do sabor e da textura.

Os pães com 2 sovas apresentaram os altos escores de aceitação para sabor e textura, porém não diferindo do padrão, sem sova. Os percentuais do índice de aceitação (92 % e 94 %, respectivamente), foram maiores que todas as amostras.

Tabela 10. Média hedônica e índice de aceitação de sabor das amostras de pães com o aumento do número de sovas.

Pães	Médias Hedônicas ¹	
	Sabor*	% Índice de Aceitação
Padrão	6.98 ^{ab}	85,5
1 sova	6.65 ^b	87,3
2 sovas	7.38 ^a	92,7
3 sovas	6.75 ^{ab}	83,6
4 sovas	6.44 ^b	76,4

*Médias com mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Valores da Escala Hedônica: 9 – gostei muitíssimo; 8 – gostei muito; 7 – gostei; 6 – gostei pouco; 5 – nem gostei/nem desgostei; 4 – desgostei pouco; 3 – desgostei; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei muitíssimo.

Tabela 11. Média hedônica e índice de aceitação de textura das amostras de pães com o aumento do número de sovas.

Pães	Médias Hedônicas ¹	
	Textura*	% Índice de Aceitação
Padrão	6.95 ^{ab}	89,0
1 sova	6.67 ^{bc}	89,0
2 sovas	7.51 ^a	94,5
3 sovas	6.56 ^{bc}	85,5
4 sovas	6.16 ^c	78,2

*Médias com mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Valores da Escala Hedônica: 9 – gostei muitíssimo; 8 – gostei muito; 7 – gostei; 6 – gostei pouco; 5 – nem gostei/nem desgostei; 4 – desgostei pouco; 3 – desgostei; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei muitíssimo.

O pão com 4 sovas apresentou notas mais baixas, tanto para sabor quanto para textura. Na última sova, o pão é muito ácido, a textura já está bastante comprometida, o volume é reduzido e a firmeza é elevada (duro). Em estudos realizados com pães de fermento natural, Aplevicz (2013) obteve notas atribuídas pelos julgadores no teste de aceitabilidade que variaram entre “indiferente e gostei regularmente”, relatando que os resultados podem estar relacionados à elevada acidez dos pães, aliada à falta de hábito dos julgadores em consumir produtos com essa característica.

Com relação ao índice de aceitação (IA), todas as amostras apresentaram valores acima de 70 %. O IA com boa repercussão tem sido considerado superior a 70 % (DUTCOSKY, 1996).

A avaliação sensorial da aceitação da aparência global (Tabela 12), externa (Tabela 13) e interna (Tabela 14) das 5 amostras de pães mostrou que ao nível de erro de 5 % as amostras diferem estatisticamente entre si.

Os pães com 1 e 3 sovas não diferiram do pão padrão. O pão com 4 sovas foi menos aceito, com valores mais baixos em todos os parâmetros, apresentando uma rejeição alta (51 %) quanto a aparência externa.

Nas últimas sovas os pães apresentaram notas mais baixas devido ao clareamento da casca do pão e o escurecimento do miolo. Outro fator que pode justificar a baixa aceitação foi o baixo volume dos pães.

Tabela 12. Média hedônica e índice de aceitação da aparência global das amostras de pães com o aumento do número de sovas.

Pães	Médias Hedônicas ¹	
	Aparência Global*	% Índice de Aceitação
Padrão	7.45 ^{ab}	98,2
1 sova	7.82 ^a	94,5
2 sovas	7.60 ^a	100
3 sovas	6.76 ^b	87,3
4 sovas	5.40 ^c	63,6

*Médias com mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Valores da Escala Hedônica: 9 – gostei muitíssimo; 8 – gostei muito; 7 – gostei; 6 – gostei pouco; 5 – nem gostei/nem desgostei; 4 – desgostei pouco; 3 – desgostei; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei muitíssimo.

Tabela 13. Média hedônica e índice de aceitação da aparência externa das amostras de pães com o aumento do número de sovas.

Pães	Médias Hedônicas ¹	
	Aparência Externa*	% Índice de Aceitação
Padrão	7.45 ^{ab}	98,2
1 sova	7.87 ^a	96,4
2 sovas	7.47 ^{ab}	100
3 sovas	6.89 ^b	90,9
4 sovas	4.84 ^c	49,0

*Médias com mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Valores da Escala Hedônica: 9 – gostei muitíssimo; 8 – gostei muito; 7 – gostei; 6 – gostei pouco; 5 – nem gostei/nem desgostei; 4 – desgostei pouco; 3 – desgostei; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei muitíssimo.

Tabela 14. Média hedônica e índice de aceitação da aparência externa e interna das amostras de pães com o aumento do número de sovas.

Pães	Médias Hedônicas ¹	
	Aparência Interna*	% Índice de Aceitação
Padrão	7.49 ^c	96,4
1 sova	7.76 ^a	94,5
2 sovas	7.67 ^b	98,2
3 sovas	7.33 ^c	92,7
4 sovas	5.75 ^d	61,8

*Médias com mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Valores da Escala Hedônica: 9 – gostei muitíssimo; 8 – gostei muito; 7 – gostei; 6 – gostei pouco; 5 – nem gostei/nem desgostei; 4 – desgostei pouco; 3 – desgostei; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei muitíssimo.

Os resultados indicam que a sova e o tempo de fermentação afetaram as características sensoriais de sabor, textura e aparência do pão. O pão padrão e os pães com 1 e 2 sovas foram os que tiveram boa aceitação entre os provadores. Esses resultados são compatíveis com os encontrados nas análises instrumentais, onde os melhores valores para os pães concentraram-se nas mesmas formulações.

6. CONCLUSÕES

O emprego da sova na massa de pão aliado ao longo tempo de fermentação, contribuiu para a ocorrência das diferentes características obtidas entre as formulações do pão de forma.

O aumento do número de sovas resultou em pães de casca mais clara e miolo mais escuro. Também apresentaram elevadas concentrações de compostos voláteis, quando comparado com o pão de forma convencional.

O enfraquecimento do glúten no decorrer do processo, resultou em pães de menor volume específico e maior firmeza.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que a aplicação de sova na massa de pão contribui para produção de pão com boa qualidade e com características exigidas pelo consumidor.

Para a maioria dos atributos sensoriais avaliados, os melhores resultados foram obtidos na amostra de pão com 2 sovas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 9. ed., Saint Paul: AACC, 2000.
- AMERICAN INSTITUTE OF BAKING. Sliced white bread. Disponível em: <http://www.aibonline.org/>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- APLEVICZ, S. K. **Identificação de bactérias lácticas e leveduras em fermento natural obtido a partir de uva e sua aplicação em pães tipo italiano**. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2013.
- AQUINO, V. C. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia Bioquímico-farmacêutica, Universidade de São Paulo, 2012.
- BAARDSETH P.; ROSENFELD H. J.; SUNDT W. T.; SKREDE G.; LEA P.; SLINDE, E. Evaluation of carrot varieties for production of deep-fried carrot chips. I. Chemical aspects. **Food Research International**, Vol. 28, p. 195-200, 1995.
- BALTES, W.; SONG, C. New aroma compounds in wheat bread. **ACS Symp. Ser.** (Am. Chem. Soc.), 543, 192-205.1994
- BIRCH, A. N.; PETERSEN, M. A.; HANSEN, A. S. The aroma profile of wheat bread crumb influenced by yeast concentration and fermentation temperature. **Food Science and Technology e Lebensmittel - Wissenschaft & Technologie**, 50, p. 480-488, 2013.
- BLOKSMA, A.H., Dough structure, dough reology and blaking quality. **Cereal Foods Word**, Minneapolis, v. 35, p. 237-244, Jul./Aug. 1990.
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química dos processamentos de alimentos**, 3º ed. São Paulo: Varela, 143p; 2001.
- BORGES, S. T. J.; VIDIGAL, G. J.; SILVA, S. A. N.; PIROZI, R. M.; PAULA, D. C. Caracterização físico-química e sensorial de pão de forma contendo farinha mista de trigo e quinoa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.3, p.305-319, 2013.
- BOTELHO, F. **Caracterização de amaranto cultivado em Santa Catarina e sua utilização na produção de pães**. Dissertação (Programa de PósGraduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2006.
- BRANDT, K., LUCK, L., BERGAMO, P., WHYTTY, A., VELIMIROV, A. Processing of Wheat to Bread Control of Quality and Safety in Organic Production Chains. **Organic HACCP**, 2005.

BREDIE, W. L. P., MOTTRAM, D. S.; GUY, R. C. E. Effect of temperature and pH on the generation of flavor volatiles in extrusion cooking of wheat flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Vol. 50, p. 1118-1125, 2002.

BUSHUK, W.; HAY, R. L.; LARSEN, N. G.; SARA, R. G.; SIMMONS, L. D.; SUTTON, K. H. Effect of mechanical dough development on the extractability of wheat storage proteins from bread dough. **Cereal Chem.** Vol. 74. p. 389-395. 1997.

CANELA-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**. São Paulo: SENAC, 2005.

CARDOSO, M. G.; CAMPOS, G. A.; **Cachaça: Qualidade e Produção**.2007. Disponível em http://www.editora.ufla.br/BolExtensao/pdfBE/bol_07.pdf Acessado em: 04 de novembro de 2014.

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**, New York, v. 39, n. 5, p. 540-547, 2006.

CAUVAIN, S.P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia da panificação**. 2.ed. Barueri: Manole, 2009. 440p.

CHANG, C.Y.; CHAMBERS I. V.; SEITS, L. M. Volatile flavor components of breads made from hard red winter wheat and hard white winter wheat. **Cereal Chem.**, 72, 237-242. 1995.

CHO, I. H., PETERSON, D.G. Chemistry of bread aroma: A review. **Food Sci. Biotechnol.** vol 19, p. 575-582. 2010.

COLLYER, D. M. Bread flavor (A review of the literature to October 1963). **The Bakers Digest**, 38, p. 43-54. 1964.

DAMIANI, P.; GOBBETTI, M.; COSSIGNANI, L.; CORSETTI, A.; SIMONETTI, M. S.; ROSSI, J. The sourdough microflora. Characterization of hetero- and homofermentative lactic acid bacteria, yeasts and their interactions on the basis of the volatile compounds produced. **LWT - Food Science and Technology**, Vol. 29, p. 63-70, 1996.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Editora Universitaria Champagnat, 1996.

EL-DASH, A. A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação: Série Tecnologia Industrial**. 6. Ed. São Paulo: [s.n.], 1982.

ELIASSON, A. C.; LARSSON K. Cereals in breadmaking. A molecular coloidal approach. **Food Science and Technology: A series of monographics, textbooks, and reference book**. New York. p. 261-370. 1993.

ESTELLER, M. S., **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamentos térmico e bioquímico**. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica). Universidade Federal de São Paulo. São Paulo-SP, 2007.

ESTELLER, M. S.; YOSHIMOTO, R. M. de O.; AMARAL, R. L. Sugar effect on bakery products. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Oct./Dec., vol.24, no.4, p.602-607, 2004

FARIAS, L. R. G. **Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2012.

FERREIRA, S.; OLIVEIRA, P.; PRETTO, D. **Parâmetros de Qualidade do Pão Francês**. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, América do Sul, v.19, n.2, 2005.

FONSECA, N. W. E. **Utilização de mucilagem do inhame (*dioscorea spp*) como melhorador na produção de pão de forma**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2006.

FRASSE, P.; LAMBERT, S.; LEVESQUE, C.; MELCION, D.; RICHARD-MOLARD, D.; CHIRON, H. The influence of fermentation on volatile compounds in French bread crumb. **Food Science and Technologye Lebensmittel - Wissenschaft & Technologie**, vol. 25, p.66-70. 1992.

GERMANI, R. **Panificação**. [2013]. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5s gie02wyiv80z4s473xsat8h6.html. Acesso em: 07 jan. 2015.

GIANNOU, V.; KESSOGLOU, V.; TZIA, C. Quality and safety characteristics of bread made from frozen dough. **Trends in Food Science and Technology**, v. 14, n. 1, p. 99-108. 2003.

GOBBETTI, M.; CORSETTI, A.; DE VINCENZI, S. The sourdough microflora. Characterization of heterofermentative lactic acid bacteria based on acidification kinetics and impedance tests. **Italian Journal of Food Science**, Vol. 2, p. 103-112, 1995.

GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. Flavor of cereal products - A Review. **Cereal Chem.** 74, 91-97. 1997.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico Panificação**. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio do Janeiro, dezembro, 2006.

GURGEL, S. S. C.; MACIEL, F. J.; FARIAS, G. R. L. Aumento do teor de cálcio em pães adicionados de soro de leite e carbonato de cálcio. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 563-571, out./dez. 2010.

HANSEN, A.; LUND B.; LEWIS, M. J. Flavor of sourdough rye bread crumb. **Lebensmittelwissenschaft and Technologie**. 22: p. 141-144, 1989.

HANSEN, A.; SCHIEBERLE, P. Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. **Trends in Food Science & Technology**, Vol. 16, p. 85-94, 2005.

HEIDELBERG, A.; LUND, B.; LEWIS, M. J. Flavour of sourdough wheat bread crumb, **Z. Lebensm. Unters.forsch.** Vol. 202, p. 141-144, 1996.

HENRY, V. I.; CHI-TANG, H. Effect of amide content on thermal generation of Maillard flavor in enzymatically hydrolyzed wheat protein. **ACS Symp. Ser.** (A m. Chem. Soc.), 637, p. 88-96, 1996.

HIRONAKA, Y. Effects of fermentation conditions on flavor compounds contained in French bread manufactured by the straight-dough method. **Nippon Shokuhin Kougyou Gakkaishi**, 32, p. 486-492, 1985.

HOSENEY, R.C. **Principles of cereal science and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1994. 825p.

HWANG, H.; HARTMAN, T. G.; KARWE, M. V.; IZZO, H. V.; HO, C. T. Aroma generation in extruded and heated wheat flour. **ACS Symp. Ser.** (Am. Chem. Soc.), vol. 558, p. 144-157. 1994.

HOSENEY, R. C. **Princípios de ciencia y tecnologia de los cereales**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. 246 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

JENSEN, S., OESTDAL, H., SKIBSTED, L. H., LARSEN, E., THYBO, A. K. Chemical changes in wheat pan bread during storage and how it affects the sensory perception of aroma, flavour, and taste. **Journal of Cereal Science**, vol. 53, p.259–268. 2011.

JI, H.; BERHARD, R. A. Effect of microwave heating on pyrazine formation in a model system. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Vol. 59, p. 283-289, 1992.

KAMIN´SKI, E.; PRZYBYLSKI, R.; GRUCHALA, L. Thermal degradation of precursors and formation of flavour compounds during heating of cereal products. Part I. Changes of amino acids and sugars. **Die Nahrung**, 25, p. 507-518, 1981.

KOWASLKI, M. B.; CARR, L. G.; TADINI, C.C. **Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 18, 2002, Porto Alegre: SBCTA, 2002. p.3133-3136.

MACFIE, H. J.; N., BRATCHELL; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

MAEDA, T.; KIKUMA, S.; ARAKI, T.; IKEDA, G.; TAKEYA, K.; SAGARA, Y. The Effects of Mixing Stage and Fermentation Time on the Quantity of Flavor Compounds and Sensory Intensity of Flavor in White Bread. **Food Sci. Technol. Res.**, Vol. 15, p. 117 – 126, 2009.

MAGA, J. A. Bread flavor. **CRC Crit. Rev. Food Technol.** Vol 5. p. 55-142. 1974.

MARQUES, D. N.; ALBUQUERQUE, P. M. **Água**, 1999. Disponível em: www.pgie.ufrgs.br/portalead/unirede/tecvegi/feira/prcerea/paolei/agua. Acesso em: 15 jul. 2014.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. Boca Raton: CRC, 1999. 390p.

MEZAIZE, S.; CHEVALLIER, S.; LEBAIL, A.; DE LAMBALLERIE, M. Optimization of Gluten-Free Formulations for French-Style Breads. **Journal of Food Science**, Malden, v. 74, n. 3, p. 140-146, 2009.

MJØS, S.A.; MEIER, S.; BOITSOV, S., Alkylphenol retention indices, **J. Chromatogr. A**, vol. 1123, 1, p. 98-105, 2006.

MOORE, M. M.; HEINBOCKEL, M.; DOCKERY, P.; ULMER, H. M.; ARENDT, E. K. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. **Cereal Chemistry**, Manhattan, v. 83, n. 1, p. 28-36, 2006.

MULDERS, E. J.; The odour of white bread - IV. Quantitative determination of constituents in the vapour and their odour values. **Z. Lebensm. Unters.-forsch.**, 151, p. 310-317, 1973.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos**.v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

PAREYT, B.; FINNIE, S.M.; PUTSEYS, J.A.; DELCOUR, J.A. Lipids in bread making: sources, interactions, and impact on bread quality. **Journal of Cereal Science**, v.54, p.266-279, 2011.

PARNELL, M. Bringing back the flavour of fermented bread. **Food Manuf.**, 73, p. 23-24, 1998.

PARKER, J. K.; HASSELL, G. M. E.; MOTTRAM, D. S.; GUY, R. C. E. Sensory and instrumental analyses of volatiles generated during the extrusion cooking of oat flours. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Vol. 48. p. 3497-3506, 2000.

PAZ, F. M. **Características tecnológicas de pão tipo forma elaborado com farinha mista de trigo e farelo de arroz desengordurado com transglutaminase**. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2013.

PERYAM, D.R.; PILGRIM F.J. Método de escala hedônica, de medir a preferência alimentar. **Food Tech**. Vol. 11, p. 9 – 14, 1957.

PLESSAS, S.; ALEXOPOULOS, A.; BEKATOROU, A.; MANTIZOURANI, I.; KOUTINAS, A. A.; BEZIRTZOGLOU, E. Examination of freshness degradation of sourdough bread made with kefir through monitoring the aroma volatile composition during storage. **Food Chem**, v.124, n.2, p.627-633, 2011.

POINOT, P., ARVISENET, G., GRUA-PRIOL, J., Colas, D., FILLONNEAU, C., LE BAIL, A. Influence of formulation and process on the aromatic profile and physical characteristics of bread. **Journal of Cereal Science**, vol. 48, p. 686–697, 2008.

PURLIS, E. Browning development in bakery productsea review. **Journal of Food Engineering**, vol. 99, p. 239-249, 2010.

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

PYLER, E. J.; GORTON, L. A.; Baking Science and Technology. Volume I: Fundamentals and Ingredients. Fourth edition. Kansas city: **Sosland Publishing Company**, 2008. 772p.

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**. vol. 71, n.6, p. 423-427, 2006.

RENZETTI, S.; BELLO, F. D.; ARENTDT, E. K. Microstruture, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 33-45, 2008.

RICHARD M. D. Le gout du pain (The taste of bread). In: La Panification Française (The French Bakery).. **Tec Collection Sciences et Techniques Agro-alimentaires**. Ed. Guinet R, p. 454-476, 1994.

ROBERT, H.; GABRIEL, V.; LEFEBVRE, D.; RABIER, P.; VAYSSIER, Y.; FONTAGNÉ-FAUCHER, C. Study of the behaviour of Lactobacillus plantarum and Leuconostoc starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. **LWT – Food Sci. Technol.**, v.39, n.3, p.256-265, 2006.

ROCHA, G. P. **Aplicação de fibra de beterraba em pão integral**. Monografia (Especialização em Engenharia de Alimentos), Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul – RS, 2010.

ROTHER, M.; RUTTLOFF, H. Aroma retention in modern bread production. **Nahrung**, 27, p. 505-512. 1983.

SCHIEBERLE, P.; GROSCH, W. Potent odorants of the wheat bread crumb. **Z. Lebensm. Unters. For.** Vol 192, p. 130-135, 1991.

SCHIEBERLE, P.; GROSCH, W. Bread flavour. **ACS Symp. Ser.** (Am. Chem. Soc.). Vol 409, p. 258-267, 1989.

SCHIRALDI, A.; FESSAS, D. Mechanism of staling: an overview. In: **Bread Staling**. Edited by Chinachoti P., Vodovotz Y. CRC Press. Boca Raton, 177p. 2001.

SEITS, L. M.; CHUNG, O. K.; RENGARAJAN, R. Volatiles in selected commercial breads. **Cereal Chem**, Vol 75, p. 847-853. 1998.

SHIMIYA, Y.; NAKAMURA, K. Changes in size of gas cells in dough and bread during breadmaking and calculation of critical size of gas cells that expand. **Journal of Texture Studies**. Vol 28. P. 273-288. 1997.

SILVA, L. H., PAUCAR-MENACHO, M. L., VICENTE, A. C., SALLES, S. A., STEEL, J. C. Desenvolvimento de pão de fôrma com a adição de farinha de “okara”. **Braz. J. Food Technol.** v.12, n.4, p. 315-322, out./dez. 2009.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press, 1993. 308p.

SVEC, I.; HRUSKOV, M. Evaluation of wheat bread features. **Journal of Food Engineering**, v.9, n.4, p.505-510, 2010

SZCZESNIAK, A. S. Sensory Texture Profiling – Historical and Scientific Perspectives. **Food Technology**. v. 52, n. 8, 1998.

TAKANO, H.; ISHIDA, N.; KOIZUMI, M.; KANO, H. Imaging of the Fermentation Process of Bread Dough and the Grain Structure of Baked Breads by Magnetic Resonance Imaging **Journal of Food Science**. Vol. 67, p. 1, 2002.

TANAKA, Y. Fermentation and ripening processes makes taste and flavor of white bread: Importance of fermentation process in terms of flavor. **Shokuhin to Kaihatsu**, 22, p. 44-49, 1987.

VENQUIARUTO, L.D.; DALLAGO, R.M.; VANZETO, J. e DEL PINO, J.C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares. **Química Nova na Escola**, n. 03, p. 135-141, 2011.

VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G. Utilização do índice de retenção linear para caracterização de compostos voláteis em café solúvel utilizando GC-MS e coluna HP-INNOWAX. **Química Nova**, v.30, n.8, 2007.

WALKELING, I.N.; MACFIE, J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of $\hat{\epsilon}$ samples from $\hat{\theta}$ may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v.6, n.4, p.299-308, 1995.

WATANABE, M. Pursuit of fermentation and taste: Fermentation and flavor of white bread for challenges of improving flavor. **Kagaku Kougyou**, 48, p. 148-155, 1997.

ZEHENTBAUER G.; GROSCH W. Crust aroma of baguettes. I. Key odorants of baguettes prepared in two different ways. **Journal of Cereal Science**, Vol. 28, p. 81–92, 1998.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) utilizado na análise sensorial do pão de forma.



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) em uma atividade do projeto de pesquisa **“Efeito da sova nas características do pão de forma”**, de responsabilidade do pesquisador, da Universidade Federal do Ceará.

O propósito desta pesquisa é verificar a influência do emprego da sova nas características do pão de forma. Para obtenção dos dados, lhe será solicitado comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial, onde em cerca de 15 minutos realizará o teste sensorial. Você não será remunerado por esta atividade, porém contribuirá para elucidar como a aplicação da sova na massa afeta as características sensoriais dos pães desenvolvidos. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Ainda lhe será garantido o sigilo que assegure a privacidade da sua identidade, como também a confidencialidade de todos os resultados obtidos, os quais somente serão divulgados dados diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa pelos pesquisadores desse projeto.

O consumo deste produto não oferece riscos à saúde, contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12 h após a análise você será encaminhado ao serviço público de saúde.

Após ter sido esclarecido(a) sobre as informações acima, no caso de concordar em fazer parte do estudo, por favor assinar ao final do documento. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

(Pesquisador)

Eu, _____, declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento. Desse modo, concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Fortaleza/CE, ____ de _____ de _____

Participante

Responsável pelo teste

APÊNDICE B – Ficha de avaliação da aceitação sensorial dos atributos de aparência global, aparência externa e interna.



ANÁLISE SENSORIAL DO PÃO DE FORMA

ACEITAÇÃO DA APARÊNCIA GLOBAL

Por favor, avalie as amostras de pão de forma na sequência solicitada, utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou da aparência de um modo geral. Escreva a posição da escala que melhor reflete seu julgamento.

- (9) Gostei muitíssimo
- (8) Gostei muito
- (7) Gostei
- (6) Gostei pouco
- (5) Nem gostei, nem desgostei
- (4) Desgostei pouco
- (3) Desgostei
- (2) Desgostei muito
- (1) Desgostei muitíssimo

AMOSTRA	VALOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Agora analisando apenas o atributo de COR EXTERNA, utilizando a mesma escala acima, indique o quanto você gostou ou desgostou.

AMOSTRA	VALOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Por último, analise o atributo de COR INTERNA, utilizando a mesma escala acima, indique o quanto você gostou ou desgostou.

AMOSTRA	VALOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

COMENTÁRIOS _____
