

**PAULO GONÇALVES ROCHA**

**APLICAÇÃO DE FIBRA DE BETERRABA EM PÃO INTEGRAL**

**São Caetano do Sul  
2012**

**PAULO GONÇALVES ROCHA**

## **APLICAÇÃO DE FIBRA DE BETERRABA EM PÃO INTEGRAL**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos - Desenvolvimento de Produtos, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dra. Elisena Ap. G. Seravalli

São Caetano do sul  
2012

0X.XXXXX-X Rocha, Paulo Gonçalves

Aplicação de fibra de beterraba em pão integral / , Paulo Gonçalves Rocha — São Caetano do Sul, 2012.  
XXpg.

Monografia — Especialização em Engenharia de Alimentos - Desenvolvimento de Produtos. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2012.

Orientador: Prof. Dra. Elisena Aparecida Guastafarro Seravalli

1. Pão integral 2. Beterraba 3.Fibra. I. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. II. Aplicação de fibra de beterraba em pão integral

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus filhos que são fonte de incentivo e entusiasmo.

Às Profas. Doutoras Eliana Paula Ribeiro e Elisena A. G. Seravalli pelo apoio, paciência e colaboração para a realização deste trabalho.

# RESUMO

O consumidor está cada vez mais exigente em relação a qualidade e também no interesse de produtos relacionados com a saúde. Os panificadores estão dispostos a desenvolver novos produtos para expansão do seu mercado de panificação.

O emprego da fibra de beterraba açucareira na panificação vem expandindo a cada dia.

Este presente trabalho tem como objetivo aplicar a fibra de beterraba açucareira em pão de forma integral.

A fibra de beterraba utilizada foi o Fibrex de Nordic Sugar no qual vários estudos comprovaram seu benefício ao aplicar no pão, como por exemplo aumento da maciez e prolongamento do frescor dos pães.

Com a utilização de 0,5% - 2% de Fibrex na massa é possível um aumento de absorção de água em torno de 6%, mantendo o volume do pão e consequentemente um pão mais úmido por mais tempo.

**Palavras-chave:** Pão integral. Fibra de beterraba açucareira. Fibrex.

## ***ABSTRACT***

The consumer is increasingly demanding in relation to quality and also interested in health-related products. The bakers are willing to develop new products to expand the market bakery.

The use of sugar beet fiber in bread making has been expanding every day.

This present study aims to apply the sugar beet fiber in whole wheat bun.

The sugar beet fiber used was the Fibrex from Nordic Sugar in which several studies have shown the benefit to be applied in bread, such as increased softness and prolonging the freshness of the breads.

With the use of 0.5% - 2% Fibrex on the dough is possible to increase the water absorption of about 6%, keeping the bread volume and consequently a moist bread for longer.

**Keywords:** Whole wheat .Sugar beet fiber. Fibrex.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1	Ilustração do processo de preparação do pão	14
FIGURA 2.2	Ilustração diagramática de um grão de trigo (Secção Longitudinal)	18
FIGURA 2.3	Porcentagem de aumento na absorção de água para a mistura de farinha com fibra	34
FIGURA 2.4	Volume dos pães após cozimento	35
FIGURA 2.5	Firmeza do pão	35
FIGURA 2.6	Firmeza do pão em 2 e 3 repetições	36

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1	Classificação do trigo no Brasil	19
TABELA 2.2	Usos do trigo	20
TABELA 2.3	Classificação dos principais emulsificantes utilizados em panificação	26
TABELA 2.4	Especificações utilizadas para os ensaios com farinha de trigo branca	34
TABELA 2.5	Receita do Teste	36
TABELA 2.6	Aplicações	37
TABELA 2.7	Tamanho das partículas do Fibrex	37



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria

ABITRIGO – Associação Brasileira da Indústria do Trigo

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OMS – Organização Mundial de Saúde

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SINDIPAN - Sindicato das Indústrias da Panificação e Confeitaria

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1 PÃO DE FORMA.....	12
2.1.1 PRODUÇÃO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.1.2 PROCESSO QUÍMICO E BIOQUÍMICO DA MASSA.....	13
2.1.3 INGREDIENTES DO PÃO DE FORMA.....	13
2.1.3.1 FARINHA DE TRIGO .....	13
2.1.3.1.1 O TRIGO .....	<b>Erro! Indicador não definido.7</b>
2.1.3.2 ÁGUA .....	22
2.1.3.3 FERMENTO BIOLÓGICO .....	23
2.1.3.4 GORDURA .....	24
2.1.3.5 SAL.....	24
2.1.3.6 AÇÚCAR .....	24
2.1.3.7 LEITE .....	24
2.1.3.8 ADITIVOS.....	25
2.1.4 ETAPAS DO PROCESSO.....	28
2.1.4.1 MISTURA .....	28
2.1.4.2 DIVISÃO E MODELAGEM .....	29
2.1.4.3 FERMENTAÇÃO.....	29
2.1.4.4 FORNEAMENTO .....	30
2.1.4.5 RESFRIAMENTO.....	30
2.1.5 MERCADO .....	312
2.2 FIBRA DE BETERRABA AÇUCAREIRA.....	33
2.3 PÃO DE FORMA ADICIONADO DE FIBRA DE BETERRABA .....	34
<b>3 CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Existe atualmente mais de 52 000 estabelecimentos comerciais no setor de panificação registrados no país, gerando mais de 520 mil empregos diretos. As padarias também cumprem outro papel social oferecendo alimentos nutritivos acessíveis a população, além de contribuir com o crescimento sustentável do bairro onde elas localizam.

Segundo a Associação Brasileira das Industrias de Panificação (ABIP, 2006), o consumo anual de pão no Brasil é de 27 kg/pessoa. A Organização Mundial de Saúde recomenda 60 kg/por pessoa e a *Food Agricultural Organization* recomenda 50 kg/pessoa na Europa, sendo que o maior consumidor é a Alemanha com 81 kg/pessoa.

Estudos realizados pelo SEBRAE e ABIP, em relação as “Perspectivas para Panificação e Confeitaria 2009/2017” indicam que o mercado brasileiro é composto por aproximadamente 63,2 mil panificadoras, e a panificação está entre os seis maiores segmentos industriais do país. De acordo com a ABIP, 66% dos brasileiros consomem pão no café da manhã e 98% da população são consumidores de produtos afins. Dos pães consumidos, 86% são artesanais, correspondendo 52% ao pão francês. Quase metade do faturamento das panificadoras (48%) provém da produção própria, da qual 25% correspondem ao pão francês e 75% aos demais produtos (BRASIL, 2011).

Muitos estudos buscam incessantemente melhorias nos processos de produção, adição de novos ingredientes, e aumento na conservação dos alimentos, mantendo suas características físico-químicas, organolépticas e nutricionais iguais ou melhores, e proporcionando um produto de qualidade sem alterações indesejáveis.

A fibra de beterraba açucareira pode ser adicionada ao pão como um ingrediente. Ela é uma fibra natural produzida a partir da beterraba sacarina processada, com uma composição única, além de ter uma capacidade de retenção de água que não é afetada pelo aquecimento, congelamento ou descongelamento. Pode ser usada para reter umidade, prolongar o frescor do produto e melhorar a maciez do pão ao longo do *shelf life*, bem como prevenir o ressecamento na massa congelada.

Alguns benefícios na sua utilização são: retenção de umidade na massa mesmo sob ação de temperatura, devido a termoestabilidade; aumento do *shelf life* do produto final, evitando o ressecamento e o esfarelamento dos pães, bolos e doces; melhoria na maciez do produto; melhoria durante o processo da massa, sendo mais facilmente processada e manipulada; previne o ressecamento e rachaduras na casca para os produtos congelados; além de contribuir para o

balanceamento de fibras necessárias ao nosso organismo. A fibra de beterraba é composta por 1/3 de fibras solúveis e 2/3 de fibras insolúveis.

Diante dessas perspectivas, torna-se importante a utilização de aditivos naturais na panificação como a fibra de beterraba açucareira, e por isso, o objetivo específico deste trabalho é a adição dessa fibra em pão integral avaliando as características físico-químicas do produto acabado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PÃO DE FORMA

Pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas de uma massa, fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes. O pão de forma é definido como o produto obtido pela cocção da massa em formas untadas com gordura, resultando em pão com casca fina, macia e grande quantidade de miolo (ANVISA 2012).

O pão de forma se tornou um produto muito presente na vida dos consumidores e ganhou um mercado significativo, principalmente devido à praticidade de seu uso. Porém, este tipo de produto fresco é facilmente perecível e muito sensível aos métodos de conservação, à estocagem e à distribuição, os quais afetam suas características mais atrativas, como sabor, aroma e aparência externa, responsáveis por sua aceitação pelos consumidores (NAZATO,1991).

Os ingredientes do pão de forma são misturados formando uma massa, a qual é fermentada e colocada em formas retangulares e assada.

Os pães, ao saírem do forno, estão muito quentes e devem ser esfriados adequadamente antes de serem submetidos ao fatiamento e à embalagem. O fatiamento é feito com o uso de lâminas ou correias cortantes, que devem estar afiadas e limpas para evitar o rasgamento e a contaminação do produto. A embalagem comumente é manual, sendo os pães colocados dentro de sacos plásticos selados (NAZATO,1991).

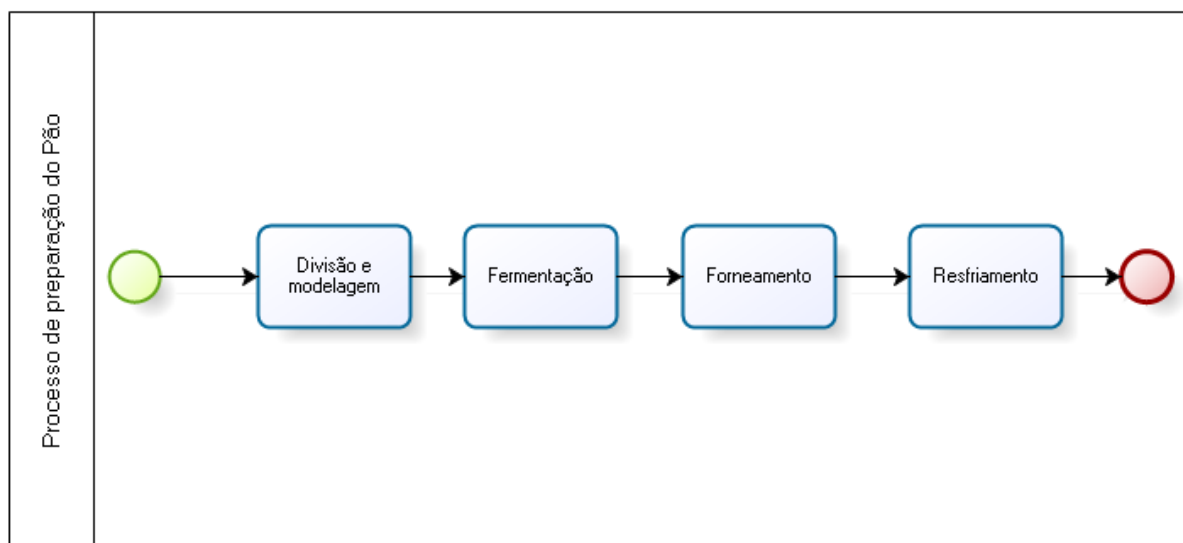
Os pães, após alguns dias de fabricados, passam por transformações que alteram o sabor e modificam sua textura. Para manter suas características desejáveis por um período superior, é indicado que seja mantido em local fresco, ao abrigo do sol e com embalagem fechada. Um pão de forma de boa qualidade deve ter um miolo fino, com células uniformes, macio e elástico, sem que tenha o aspecto de algodão. A modelagem tem uma influência muito grande sobre a estrutura do miolo, sobre seu aspecto, a sua finura e, de uma forma não desprezível, sobre a sensação quando da mastigação do pão e o sabor (CAVEL,1987).

Conforme ANVISA (2012) o produto é classificado de acordo com os ingredientes e ou processo de fabricação e ou formato.

- Pão ázimo: produto não fermentado, preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo e água, apresentando-se sob a forma de lâminas finas.
- Pão francês: produto fermentado, preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo, sal (cloreto de sódio) e água, que se caracteriza por apresentar casca crocante de cor uniforme castanho-dourada e miolo de cor branco-creme de textura e granulação fina não uniforme.
- Pão de forma: produto obtido pela cocção da massa em formas, apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia.
- Pão integral: produto preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo e farinha de trigo integral e ou fibra de trigo e ou farelo de trigo.
- Panetone: é o produto fermentado, preparado, obrigatoriamente, com farinha de trigo, açúcar, gordura(s), ovos, leite e sal (cloreto de sódio).
- "Grissini": produto caracterizado pelo formato cilíndrico delgado e textura crocante.
- Torrada: produto obtido a partir do Pão, obrigatoriamente, torrado e com formatos característicos.
- Farinha de Pão ou de Rosca: produto obtido, pela moagem do Pão, obrigatoriamente, torrado.

### **2.1.1 Produção**

De acordo com Nassato et al. (2004), a produção de pães de forma compreende as etapas de mistura dos ingredientes, fermentação, divisão, boleamento, moldagem e cozimento da massa, resfriamento, corte em fatias e embalagem do pão de forma (Figura 2.1).



**Figura 2.1-** Ilustração do processo de fabricação do pão

### 2.1.2 Processo Químico e Bioquímico da Massa

Conforme El Dash et al. (1982), durante a fermentação, uma série de elementos, tais como as enzimas proteolíticas, os compostos produzidos durante a fermentação e vários ácidos orgânicos e inorgânicos alteram as características coloidais do glúten. Dessa forma, o glúten é capaz de formar paredes em torno da célula de gás que está sendo formada, ao mesmo tempo que ele conserva sua extensibilidade e elasticidade, podendo, então, reagir, sem ruptura, às pressões desenvolvidas na massa.

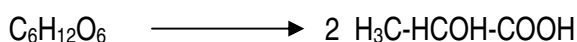
As leveduras mostram preferência distinta pelos açúcares mais simples e facilmente fermentáveis em relação aos açúcares mais complexos. Portanto, os primeiros estágios da fermentação são sustentados pela utilização da glicose livre presente na farinha, provocando decréscimo rápido de glicose e sacarose no início da fermentação, enquanto o conteúdo de maltose continua a aumentar. A maltose é fermentada apenas nos últimos estágios da fermentação da massa (El DASH et al., 1982).

A levedura necessita de cerca de 45 minutos, sob condições favoráveis, para adaptar-se totalmente à fermentação, ainda quando ela inicia a produção de dióxido de carbono e álcool num tempo reduzido. A velocidade máxima de produção de gás é obtida após 120 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 °C, a velocidade de fermentação será três vezes mais rápida que a 20 °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 deve ser mantido no intervalo de cerca de 4 a 6, para obtenção de resultados ótimos (El DASH et al., 1982).

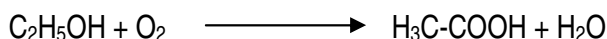
Todos os açúcares fermentáveis começam a exercer um efeito inibidor na levedura quando sua concentração excede cerca de 5% na massa, com o grau de inibição tornando-se progressivamente maior a medida que a concentração de açúcar torna-se maior. Foi também verificado efeito similar em relação à pressão osmótica, com concentração de sal acima do normal (nível 2%) e também em relação aos inibidores de fungos. A sensibilidade da levedura em relação à pressão osmótica, entretanto, varia de acordo com o tipo de linhagem da levedura. As leveduras metabolizam os açúcares, preferencialmente a glicose, por meio da fermentação alcoólica sob condições anaeróbicas dentro das células de levedura, produzindo gás dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e etanol, além de outros produtos em menor quantidade e calorias (El DASH et al., 1982).

A maturidade adequada da massa na fermentação é alcançada quando esta apresenta elasticidade ótima. A maturidade da massa é o resultado de todas as reações que ocorrem durante a fermentação.

A farinha contém bactérias do ácido láctico e ácido acético. As bactérias do ácido láctico fermentam glicose, produzindo ácido láctico, de acordo com a seguinte equação:

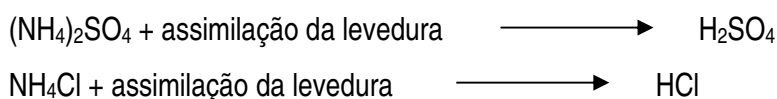


O ácido láctico exerce e reduz o pH da massa. As bactérias do ácido acético simultaneamente convertem álcool em ácido acético, como segue:



O ácido acético, entretanto, é um ácido mais fraco que o ácido láctico e ioniza apenas muito ligeiramente; portanto, seu efeito no pH é menos pronunciado.

A presença dos sais de amônia nos nutrientes de fermento ajuda a acidificação posterior da massa. Como a levedura assimila prontamente a amônia para dar o nitrogênio necessário para seu metabolismo, ela libera os ácidos sulfúrico e clorídrico, como mostrado pelas seguintes equações simplificadas:



Os ácidos formados são fortes e ionizam quase completamente e, portanto, exercem um efeito pronunciado no abaixamento do pH na massa. O pH da massa logo após a mistura é de, aproximadamente, 5,3, mas, ele pode ser reduzido a valores tão 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).

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: a concentração da levedura, a adição de açúcar ou malte diastático às farinhas deficientes do mesmo e, ainda, as temperaturas altas. Entretanto, a mistura em alta velocidade e intervalos normais de absorção não tem efeito. Os elementos que governam a retenção do gás envolvem as enzimas proteolíticas, fatores químicos e físicos, tais como os 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 granulosidade, textura e cor da crosta.

O tempo de fermentação ótimo é a soma dos efeitos inter-relacionados produzidos pela farinha, pela quantidade de levedura, pela temperatura, pelos ingredientes, etc. A fermentação final da massa é, normalmente, mantida sob condições controladas de temperatura e pressão de 50 a 90 minutos. Isso é muito importante para a formação dos gases, para obtenção do volume correto do pão e para permitir que a estrutura da massa tenha tempo para relaxar e, portanto, regular a textura do miolo e o volume.

No forno, o volume da massa aumenta devido à produção contínua de gás até a atividade das enzimas das leveduras terminar, como resultado da inativação térmica; o aumento total do volume é atribuído à expansão de gás, água e vapor de álcool. O amido gelatiniza parcialmente e o glúten sofre coagulação retraindo as bolhas de ar e formando a textura do miolo. As camadas mais externas do pão secam mais rapidamente que a parte interior, o que resulta num conteúdo de água reduzido na crosta, o qual atinge o nível necessário para a reação entre os grupos amino livres dos aminoácidos, peptídeos e proteínas, e os açúcares redutores formando a cor castanho-dourada da crosta e o aroma agradável e característico de pão fresco.

## **2.1.3 Ingredientes do Pão de Forma**

### **2.1.3.1 Farinha de Trigo**

A farinha de trigo é o principal ingrediente da massa do pão, sendo considerada para o cálculo das quantidades dos demais ingredientes. Os diferentes tipos de farinha de trigo são utilizados de acordo

com as características desejadas em uma massa (LAAKSONEN, 2001; LU & GRANT, 1999). Segundo Araújo (1994) as farinhas são classificadas de acordo com suas características e uso em:

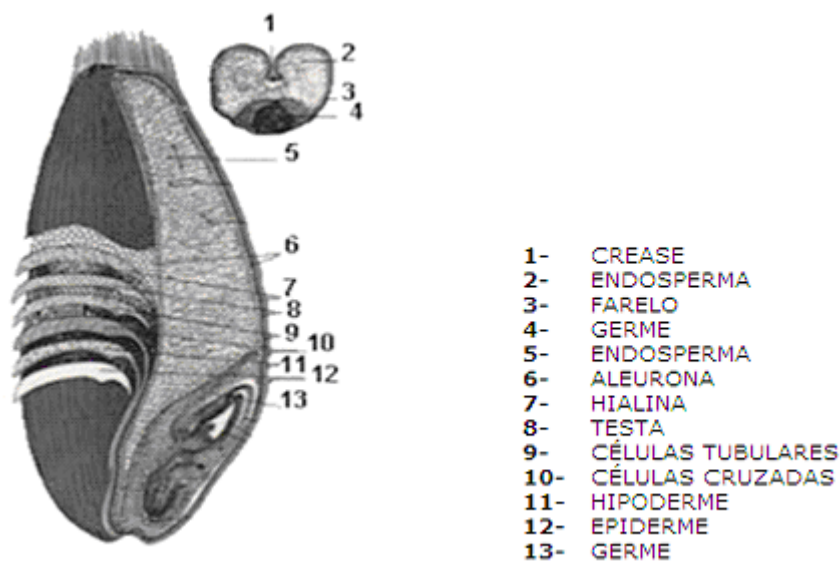
- a) Semolina e farinha especial: muito forte, que resiste muito bem ao processo mecânico, sendo usada para pães e macarrão;
- b) Comum: farinha fraca, devido à grande quantidade de farelo e de gérmen presente em sua estrutura. Tem pouca resistência ao processo mecânico para a fabricação de pães e sua coloração escura pode comprometer a cor do alimento, sendo, portanto, indicada para a produção de biscoitos;
- c) Integral: esta farinha é bastante fraca, devido ao seu alto grau de farelo e gérmen. Os pães produzidos com essa farinha têm pouco volume e textura pobre, a não ser que sejam enriquecidos com glúten.

A composição da farinha de trigo é alterada de acordo com a variedade do trigo e do seu grau de extração. Os lipídeos correspondem a menos de 2% e as cinzas a menos de 0,5% de sua composição (PENFIELD & CAMPBELL, 1990).

#### 2.1.3.1.1 O Trigo

Trigo é uma gramínea, do gênero *Triticum*, e com variedades divididas em vários grupos. No Brasil, é moído principalmente, trigo da espécie *Triticum aestivum vulgare*, aqui cultivado ou importado, obtido de milhares de variedades, divididas entre os trigos *hard*, ou duros, e *softs*, ou brandos. Responsável por mais de quatro quintos da produção mundial, por ser o adequado para a panificação (BRASIL, 2010).

Os grãos de trigo têm tamanho e cor variáveis, e o formato oval, com as extremidades arredondadas. Numa das extremidades, encontra-se o germe e na outra, cabelos finos. Ao longo do lado ventral nota-se uma reentrância, conhecida como *crease*. A presença deste sulco é um fator que dificulta e particulariza o processo de moagem do trigo, uma vez que um processo simples de abrasão para a retirada da casca não seria possível. O grão se divide praticamente em duas partes: o pericarpo e a semente. A parte mais externa é o pericarpo, que recobre toda a semente e é composto por 6 camadas (epiderme, hipoderme, remanescentes da parede celular ou células finas, células intermediárias, células cruzadas e células tubulares). A semente é formada pelo endoesperma e o germe, que são recobertos por 3 camadas: testa (localização dos pigmentos, responsáveis pela coloração do grão), camada hialina e aleurona (Figura 2.2).



**Figura 2.2** - Ilustração diagramática de um grão de trigo (Secção Longitudinal)  
 Fonte: Adaptado de ABITRIGO (2005)

O gênero *Triticum* contém aproximadamente 30 tipos de trigos geneticamente diferentes, classificados em espécies distintas ou sub-espécies. Mais de 90% do trigo cultivado no mundo, entretanto, corresponde a três espécies, o *Triticum aestivum*, sub-espécie *vulgaris*, o *Triticum turgidum*, sub-espécie *durum* e o *Triticum compactum*, com predominância dos dois primeiros, o *vulgaris* e o *durum* (BRASIL, 2010).

As variedades distinguem-se pela altura das plantas, produtividade, conteúdo de farinha no grão, proporção de proteínas na farinha, qualidade da proteína, resistência às diversas doenças, adaptabilidade a solos ácidos, requerimentos climatológicos e outros (BRASIL, 2010).

Do ponto de vista comercial, varia de país para país em função de hábitos, cultura e necessidades de consumo. São definidas a partir de características físico-químicas e aptidões à manufatura de produtos correlatos. Dois fatores são fundamentais para a classificação comercial do trigo: suas propriedades viscoelásticas e o seu poder fermentativo. São elas que irão determinar a melhor adequação ao uso da variedade do cereal.

Alguns autores classificam o trigo em: *durum*, duro (*hard*), mole (*soft*) e branco (CORNELL & HOVELING, 1998; HOSENEY, 1992):

- Durum: este tipo de trigo tem elevado teor de proteínas, é extremamente tenaz, de grão relativamente grande e com endosperma compacto e vítreo. Tem baixa qualidade tecnológica para a produção do pão. As propriedades deste trigo, entretanto, são adequadas para a produção de massas alimentícias,

como o macarrão, devido à cor, à elasticidade do glúten e, às características de moagem que permitem um alto rendimento em farinha de semolina;

- Duro: apresenta considerável tenacidade no grão, que contém endosperma vítreo. Os trigos duros, de inverno ou primavera, têm usualmente a cor amarela escura, e alto teor de proteína. A farinha é identificada por excelentes características de panificação, ideais para a fabricação de pães tipo francês ou tipo pão de forma;

- Mole: tem baixo teor de proteína e qualidade tecnológica inferior ao do trigo duro utilizado para as farinhas destinadas à fabricação do pão. Sua qualidade é adequada para a produção de *crackers*, biscoitos e pães do tipo árabe;

- Branco: os trigos brancos têm menor quantidade de proteínas e cor mais clara que os trigos duros, além de qualidade de panificação adequada à fabricação de bolos e tortas. As farinhas produzidas a partir deste tipo de trigo não são recomendadas para a fabricação de pães.

No Brasil, de acordo com a Normativa nº 07 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2003), os cultivares estão classificados (de acordo com a alveografia e o Índice de Queda) em cinco classes (Tabela 2.1):

**Tabela 2.1** - Classificação do trigo no Brasil

CLASSE	ALVEOGRAFIA <sup>1</sup> (10 <sup>-4</sup> JOULES) (MÍNIMO)	NÚMERO DE QUEDA <sup>2</sup> (Segundos) (MÍNIMO)
Trigo Brando	50	200
Trigo Pão	180	200
Trigo Melhorador	300	250
Trigo para outros usos	Qualquer	<200
Trigo Durum	-	250

<sup>1</sup> Analisa as propriedades de tenacidade e de extensibilidade da massa. Considera-se somente o parâmetro W, que indica a força ou trabalho mecânico, necessário para expandir a massa, em Joules (J), segundo o método padrão indicado pelo fabricante.

<sup>2</sup> ou Falling Number: Medida indireta da concentração da  $\alpha$ -amilase determinada em 7 gramas de trigo moído, pelo método de Hagberg (Cereal Chemistry, v.58, p. 202, 1961)

Fonte: MAPA (2003)

Essas diferentes classes de trigo são utilizadas para fins distintos, conforme resumo apresentado a seguir (SCHEEREN & MIRANDA, 1999) e na Tabela 2.2 :

- em trigo brando, são enquadrados os grãos de genótipos de trigo aptos para a produção de bolos, bolachas (biscoitos doces), produtos de confeitaria, pizzas e massa do tipo caseira fresca;

- na classe trigo pão, estão os grãos de genótipos de trigo com aptidão para a produção do tradicional pãozinho (do tipo francês ou d'água) consumido no Brasil. Esse trigo também pode ser utilizado para a produção de massas alimentícias secas, de folhados ou em uso doméstico, dependendo de suas características de força de glúten (W);
- a classe de trigo melhorador envolve os grãos de genótipos de trigo aptos para mesclas com grãos de genótipos de trigo brando, para fim de panificação, produção de massas alimentícias, biscoito do tipo *crackers* e pães industriais (como pão de forma e pão para hambúrguer);
- na classe trigo durum, especificamente os grãos da espécie *Triticum durum* L., estão os grãos de genótipos de trigo para a produção de massas alimentícias secas (do tipo italiana);
- trigos para outros usos são os destinados à alimentação animal ou outro uso industrial.

Estes envolvem os grãos de genótipos de trigo com qualquer valor de W, mas não enquadrados em nenhuma das outras classes, por apresentarem número de queda (*Falling Number*) inferior a 200 (SCHEEREN & MIRANDA, 1999).

**Tabela 2.2-** Usos do trigo

Produtos	W <sup>(1)</sup> (10 <sup>-4</sup> Joules)	P/L <sup>(2)</sup>	Número de queda (Seg.) <sup>(3)</sup>
Bolo	70 – 150	0,40 – 2,0	> 150
Biscoitos	70 – 150	0,40 – 2,0	> 150
<i>Cream Cracker</i>	250 – 350	0,70 – 1,50	225 – 275
Pão Francês	180 – 250	0,50 – 1,20	200 – 300
Uso Doméstico	150 – 220	0,50 – 1,00	200 – 300
Pão de Forma	220 – 300	0,50 – 1,20	200 – 300
Massa Alimentícia	> 200	1,00 – 3,00	> 250

1- Força geral de glúten

2- Relação entre tenacidade (P) e extensibilidade (L)

3- Falling Number: Medida indireta da concentração da  $\alpha$ -amilase determinada em 7 gramas de trigo moído, pelo método de Hagberg (Cereal Chemistry, v.58, p. 202, 1961)

Schroeder (1987) relata que mais importante que as classificações sugeridas de trigo, são os conceitos de qualidade atribuídos a ele, que por sua vez são dependentes do segmento que avalia. Dessa forma, para o moageiro, a qualidade significa matéria-prima uniforme em tamanho e forma, alto volume específico, alto rendimento em farinha, baixos teores de cinzas, coloração desejável do produto final e baixo consumo de energia elétrica durante o processamento industrial. Para o panificador, a farinha de boa qualidade deve possuir alta capacidade de absorção de água, boa tolerância à mistura, glúten bem balanceado e alta porcentagem de proteínas. Para o consumidor, o trigo de boa qualidade é aquele capaz de produzir pães de grande volume, com texturas interna e externa adequadas, cor clara e alto valor nutritivo.

As proteínas equivalem a aproximadamente, 12% da composição da farinha, dividindo-se em proteínas solúveis (albumina e globulina) responsáveis por um sexto do total e o restante referem-se às proteínas do glúten (gliadina e glutenina), que possuem as propriedades de panificação da farinha. A glutenina é responsável pela característica de extensibilidade e a gliadina pela coesão e elasticidade da massa (STAUFFER, 1998).

Entre os cereais, somente a farinha de trigo tem a habilidade de formar uma massa forte e coesiva, que retém o gás dióxido de carbono e produz uma estrutura leve e porosa. As propriedades de viscosidade, elasticidade e extensibilidade da massa do pão devem-se à formação do glúten, que é constituído, principalmente, por proteínas. Durante a mistura, a formação do glúten acontece em diferentes estágios: no primeiro, as moléculas de proteína são hidratadas e as suas fibrilas aderem às outras, formando uma rede desorganizada de fios espessos. A ação mecânica torna os fios mais finos e os orienta na direção em que foram submetidos à força, permitindo a interação entre eles. No último estágio, aparece o pico de consistência, na qual as fibrilas de proteína tem seu diâmetro reduzido significativamente e interagem mais bidimensionalmente que em um único eixo. Neste estágio, a massa pode ser estendida em forma de filme contínuo (STAUFFER, 1998).

O principal carboidrato da farinha de trigo é o amido, responsável por aproximadamente 65% da sua composição. O amido apresenta-se em forma de grânulos, sendo o seu tamanho e formato característicos de sua origem botânica. Os maiores componentes do amido são a amilose (23%) e a amilopectina (73%). A amilose é um polímero de cadeia linear com ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 enquanto que a amilopectina é uma estrutura altamente ramificada, formada por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6 (STAUFFER, 1998). O grânulo de amido é parcialmente cristalino com grau de cristalinidade de 20% a 40%. A camada menos densa é altamente amorfa e contém maior quantidade de água. A camada cristalina é formada por duplas hélices de amilopectina empacotadas em sentido paralelo, enquanto que os pontos de ramificação estão nas regiões amorfas. A localização exata das

moléculas de amilose é desconhecida, entretanto, acredita-se que estejam dispersas entre as moléculas de amilopectina e em maior quantidade na região amorfa. O grânulo de amido, quando danificado, aumenta a capacidade de absorver água (JACOB & DELCOUR, 1998).

Os demais polissacarídeos presentes na farinha são as pentosanas, responsáveis por 2% a 2,5% da farinha.

### 2.1.3.2 Água

A água é o principal solvente da massa e é responsável pela formação do glúten e pela hidratação do amido, carregando consigo muitos sais minerais (carbonatos, cloretos e nitratos, sulfatos) que desempenham importante papel na ação das leveduras que também são influenciadas pelo pH (EIDASH et al., 1982).

A água tem um papel importante na formação da massa, Suas principais funções: dissolução de sais e açúcares; dispersão das células de leveduras; transporte de nutrientes para as leveduras através das membranas celulares. É necessária para a hidrólise do amido e açúcares e também para a gelatinização do amido durante o assamento. A água adicionada à farinha ativa as enzimas, possibilita a formação do glúten, altera as propriedades reológicas, determinando a consistência final da massa, contribuindo para a textura e a maciez do pão (GIL; CALLEJO & RODRIGUEZ, 1997).

A quantidade de água absorvida depende da qualidade da farinha de trigo. Uma farinha de boa qualidade garante boa absorção de água e retenção da umidade durante o processamento da massa. Melhores resultados de volume são obtidos quando o nível de água absorvido é o maior possível, sem risco da massa se tornar pegajosa, porém, o volume não depende apenas da absorção de água, mas também do tempo de batimento (LAAKSONEN, 2001). A água desempenha papel preponderante na determinação da temperatura da massa ao final do amassamento. Qualquer que seja o tipo de panificação empregado, a massa é um corpo vivo, devido à presença de enzimas e leveduras, e sua temperatura deve ser apropriada. Para o pão, essa temperatura ideal é em torno de 24 °C, podendo oscilar entre 23 °C e 24 °C. A temperatura da água pode ser influenciada pelos seguintes fatores: temperatura local, temperatura da farinha e elevação do calor da massa provocada pelo amassamento (CAVEL, 1987).

O controle da temperatura da massa durante o processo, principalmente após a etapa da mistura, é fundamental (recomenda-se valores de 26 °C a 28 °C). Um bom recurso é uso da água gelada que reduzirá a elevação excessiva da temperatura. Em regiões de temperatura ambiente muito quente, usam com frequência substituir parte da água por gelo bem picado, entretanto, devem ser tomadas

todas as precauções possíveis, para que durante o período de mistura da massa, todo o gelo se liquefaça e seja totalmente incorporado pela farinha de trigo (SCIAMARELLI , 2007).

### 2.1.3.3 Fermento Biológico

O fermento biológico é o produto obtido de culturas puras de leveduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, por procedimento tecnológico adequado, e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados. A levedura atua como agente de crescimento e sabor, de forma isolada ou associada a outros microrganismos, com as bactérias lácticas (fermentação natural). É utilizada há milhares de anos e não se conhecem, ainda, outros meios que possam substituí-la, que seja na forma granular, comprimida ou seca ativa (PYLER, 1988).

A levedura desempenha um papel fundamental na produção do pão desde a sua descoberta pelos egípcios há mais de 4000 anos atrás. Desde esta época, apesar da evolução da panificação, a fermentação da levedura, tem permanecido basicamente a mesma. No início do século XIX em grande parte da Europa a espuma resultante da fabricação de cerveja, começou a ser utilizada como fermento. Em 1850 Louis Pasteur provou que o fermento é um organismo vivo, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e é responsável pela degradação do açúcar em álcool e gás carbônico (EL-DASH et al., 1982; SCIAMARELLI , 2007).

Vinte anos depois, em 1870, Fleischmann instala a primeira fábrica de levedura prensada industrial. Em 1920, com o fim da primeira guerra mundial, surge o fermento fresco prensado em barras. Nos anos 70 a Gist Brocades, lança o primeiro fermento seco instantâneo (SCIAMARELLI, 2007).

Os fatores que podem comprometer a atuação do fermento são: autólise, sabor ácido (quando há contaminação do fermento por outros microorganismos), embranquecimento (quando o fermento é armazenado em locais muito secos, o que resseca o fermento em sua superfície); exudação (quando há perda de água por adição direta do sal, açúcar, leite em pó), congelamento (SCIAMARELLI , 2007).

### 2.1.3.4 Gordura

A gordura atua como principal lubrificante da massa, enriquecedor calórico, melhorador do sabor e da cor. A gordura se apresenta na forma de óleos vegetais (soja, milho, amendoim, girassol, etc) e animais (manteiga e banha), hidrogenados, com ou sem emulsificantes, em variados pontos de fusão e plasticidade. Em massa para pão, é usada na concentração média de 3% sobre a farinha (PYLER, 1988).



Segundo Penfield & Campbell (1990), a gordura reduz a taxa de endurecimento dos pães. Em massas congeladas, as gorduras saturadas fornecem melhores resultados quanto a textura dos pães (De STEFANIS, 1995).

#### 2.1.3.5 Sal

Entende-se como sal usado na panificação o cloreto de sódio cristalizado, extraído de fontes naturais, sob a forma de cristais brancos, com granulação uniforme, própria à respectiva classificação, e que deve ser inodoro e ter sabor salgado próprio (ANVISA, 2012).

O sal interage na formação da rede de glúten e controla a fermentação devido ao efeito osmótico na célula da levedura, porém, a sua função mais importante é a de fornecer sabor. A proporção utilizada é, aproximadamente, de 2% sobre a quantidade de farinha de trigo (PENIFIELD & CAMPBELL, 1990; WILLIAMS & PULLEN, 1998; QUAGLIA, 1991).

#### 2.1.3.6 Açúcar

O açúcar é o substrato da fermentação e das reações com aminoácidos (reação de Maillard) e de caramelização, responsáveis pela coloração e pelo sabor característico no final do assamento de pães. A quantidade de açúcar utilizada em formulações de pães de forma é em torno de 6% (QUAGLIA, 1991).

#### 2.1.3.7 Leite

O leite favorece as propriedades físicas das massas, acelerando sua formação, aumentando sua extensibilidade e diminuindo sua porosidade. Tende a retardar a ação dos fermentos, sobretudo quando a fabricação comporta a elaboração da esponja em leite. Melhora a coloração da crosta dos produtos obtidos, assim como a coloração das torradas e dos pães grelhados (QUAGLIA, 1991).

#### 2.1.3.8 Aditivos

A conservação de alimentos pode ser feita por meio de aditivos químicos. Um aditivo alimentar é uma substância, ou uma mistura de substâncias, diferente do alimento original e que está presentes nesse alimento como resultado de algum aspecto da produção, do processamento, da armazenagem ou do empacotamento. Esse termo não inclui contaminação acidental (OMS, 1965).

A legislação brasileira define os aditivos alimentares como sendo “substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos com o objetivo de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudiquem seu valor nutritivo” (Alimentação (...), 2002), ressaltando a prevenção da deterioração ou da decomposição dos mesmos.

Os principais aditivos utilizados na panificação, e que também podem ser chamados de melhoradores, são os emulsificantes, as enzimas, os agentes oxidantes e os reforçadores de glúten.

O melhorador tem a capacidade de se ligar à água e a outras gorduras ao mesmo tempo. Atuam, preferencialmente, na conservação dos produtos acabados, melhoram a lubrificação do glúten nas massas, facilitam e reduzem o tempo da mistura, beneficiam o volume dos produtos, facilitam o manuseio da massa e melhoram o sabor dos produtos (EMULZINT, 1985).

#### a) Emulsificantes

Os emulsificantes são utilizados em panificação a fim de minimizar o envelhecimento dos pães, melhorar o manuseio e a força da massa e aumentar a tolerância ao tempo de descanso e de fermentação. Apresentam propriedades lipolítica e hidrolítica, reduzindo a tensão interfacial entre fases que normalmente não se misturam (MATUDA, 2004).

A propriedade do emulsificante de aumentar o volume do pão e prolongar o frescor da casca é comparável com à adição de gordura na massa dos pães. Estudos sobre a possibilidade de substituição da gordura pelo emulsificante tem sido realizados, devido à demanda por produtos de baixa caloria (STAMPFLI & NERSTEN, 1995).

Os emulsificantes são classificados em dois grupos: os que formam complexos com o amido, favorecendo a maciez do miolo e prevenindo o envelhecimento, como, por exemplo, os monoglicerídeos e o grupo dos que atuam na interação de proteínas, fortalecendo a massa e aumentando a habilidade do glúten em formar um filme retendo a produção de gás pela levedura, como por exemplo, o estearoil-2-lactil lactato de sódio (SSL) e o estearoil-2-lactil lactato de cálcio (CSL) (STAMPFLI & NERSTEN, 1995).

A classificação dos principais emulsificantes quanto à maciez do miolo e ao fortalecimento da massa é apresentada na Tabela 2.3.

**Tabela 2.3-** Classificação dos principais emulsificantes utilizados em panificação, segundo Stampfli & Nersten (1995)

<b>Emulsificante</b>	<b>Maciez do Miolo</b>	<b>Fortalecimento da Massa</b>
<b>Lecitina</b>	Boa	Nenhum
<b>DATEM</b> - Ésteres de ácido diacetil tartárico de monoglicerídeos	Satisfatória	Excelente
<b>SSL</b> – Estearoil-2-lactil lactato de sódio	Muito Boa	Excelente
<b>CSL</b> – Estearoil-2-lactil lactato de cálcio	Boa+	Excelente
<b>DMG</b> – Monoglicerídeos destilados	Excelente	Nenhum
<b>PS60</b> – Polisorbato	Satisfatória	Muito boa

Ésteres de ácido diacetil tartárico de monodiglicerídeos (DATEM), estearoil-2-lactil lactato de sódio (SSL), estearoil-2-lactil lactato de cálcio (CSL) e o polisorbato são os mais utilizados para o fortalecimento da massa, atuando na fermentação, no manuseio e no crescimento, no início do assamento, resultando em maiores volumes (TAMSTORF, 1983 citado STAMPFLI; NARSETEN, 1995).

O CSL é um sólido com alto ponto de fusão que pode ser adicionado à massa em forma de pó, isoladamente ou com outros aditivos. Melhora a retenção do gás na massa e a vida de prateleira do produto, devido à capacidade de se ligar à amilose. Por ser miscível em gordura, é ideal para pães que contenham gordura e apresenta melhores resultados quando contém outros produtos além da gordura e açúcares (Willians & Pullen, 1998). O polisorbato 80 (PS80) atua na interação de proteínas, melhorando a retenção de gás, a textura e o volume (BRANDT, 1996).

Usa-se o emulsificante, em panificação, para aumentar a integração de umidade à massa, pretendendo, com isso, aumentar a longevidade e a maciez dos produtos panificados. Claro que uma resultante direta do uso dos emulsificantes é o aumento real de peso das massas, que resulta em um maior rendimento dos produtos finais.

O emulsificante atua como um elemento catalisador entre as moléculas de água e as da gordura vegetal, alterando a estrutura das duas e formando um terceiro corpo, que é uma emulsão mais estável que as suspensões obtidas com o trabalho mecânico de agitação pura e simples.

#### b) Enzimas

A enzima alfa-amilase atua sobre as moléculas de amilose e amilopectina, quebrando-as em cadeias menores denominadas dextrinas. A beta-amilase ataca somente as extremidades das cadeias de amilose e amilopectina, formando moléculas de maltose (MATUDA, 2004).

A maioria das farinhas contém um nível natural adequado de beta-amilase, enquanto que o de alfa-amilase deve ser ajustado por adição, pois ocorre uma perda no processo de extração. Este ajuste

assegura o nível adequado necessário de açúcar para o fermento durante a fermentação (WILLIANS & PULLEN, 1998).

Leon et al. (2002) estudaram a influência de misturas de enzimas contendo alfa-amilase e lipase em formulações de pães ao longo do tempo e verificaram um efeito benéfico na manutenção das propriedades sensoriais, de firmeza e na formação do complexo amilose-lipídio mais termoestável. A retrogradação da amilopectina foi inibida pelo uso das enzimas.

#### c) Agentes oxidantes

As maiores contribuições dos oxidantes em panificação estão na substituição do processo de maturação da farinha de trigo que ocorre normalmente de 1 a 2 meses após a sua produção; no branqueamento da farinha removendo a coloração amarelada e no fortalecimento da matriz de glúten para resistir ao estresse do batimento rápido (STAUFFER, 1990).

A terceira contribuição, mencionada anteriormente é a de maior interesse no comportamento da massa durante o seu processamento, melhorando a reologia da massa e a qualidade final do produto. O ácido ascórbico é um agente oxidante que fortalece a rede de glúten por meio da criação de ligações dissulfídicas, responsáveis pelo aumento no tamanho do pão nos primeiros minutos de assamento (NAKAMURA & KURATA, 1997).

O bromato de potássio ( $\text{KBrO}_3$ ), além do ácido ascórbico, está entre os agentes oxidantes mais conhecidos, porém, o seu uso é proibido no Brasil (ANVISA, 2012).

#### d) Reforçadores de glúten

O nome de reforçador indica bem a função principal destes compostos formados por sais minerais orgânicos, que é a de reforçar a estrutura do glúten das farinhas.

Com o seu uso pretende-se tornar as fibras do glúten mais resistentes e elásticas, buscando, com isso, uma maior resistência ao crescimento, aliada a uma maior capacidade de reter a umidade e o  $\text{CO}_2$ , bem como uma função complementar de aumentar, por abrandamento, a elasticidade das fibras do glúten (ARAÚJO, 1994).

Os reforçadores ou melhoradores de linha mais nobre aliam, ainda, a função de proporcionar alimento ao fermento com seus componentes minerais, bem como a de corrigir eventuais mudanças no tipo de água disponível para uso (ARAÚJO, 1994).

## 2.1.4 Etapas do Processo

### 2.1.4.1 Mistura

É feita para homogeneizar os ingredientes na etapa inicial, aerar e assegurar um trabalho mecânico sobre a massa, iniciando o desenvolvimento do glúten formado pela hidratação das proteínas da farinha até a obtenção de uma massa com propriedades viscoelásticas adequadas. Ao final da etapa de mistura, a temperatura da massa deve ser 26 °C a 28 °C afim de inibir a fermentação e, consequentemente, a produção excessiva de gases. A temperatura da massa durante a mistura é controlada pela temperatura da água.

Fermentação principal: é uma fermentação alcoólica e anaeróbica produzida pela ação do fermento biológico (levedura) sobre os açúcares presentes na massa. Há a produção de gás carbônico e modificações físico-químicas, as quais interferem nas propriedades plásticas da massa, participando da formação do sabor e do aroma do pão, além de contribuir para sua boa conservação. Essa fermentação é feita por até 3 horas, sendo interrompida por uma a duas sovas.

### 2.1.4.2 Divisão e Modelagem

A operação de divisão da massa em pedaços menores e boleamento destes é outra etapa importante, pois dirige a formação dos gases, elimina a pegajosidade da massa e, ao mesmo tempo, facilita a operação posterior de modelagem, eliminando os eventuais defeitos nesta etapa. Durante a divisão e o boleamento, a rede protéica da massa sofre uma tensão severa exigindo, portanto, um período de descanso da massa em formato de bolas, para que as moléculas da proteína readquiram sua estrutura flexível, o que permite uma modelagem facilitada, sem quaisquer rupturas na superfície (AUTIO & LAURIKAINEN, 1997).

Divisão: obtenção de pedaços de massa de peso apropriado aos pães que devem ser fabricados, 650 gramas no caso de pães de forma. A precisão e a uniformidade são importantes, já que o excesso de massa representa perda econômica e a falta pode levar à violação da lei. É uma operação física, podendo ser feita manual ou mecanicamente.

Boleamento: fase intermediária, que auxilia a formação de uma superfície contínua, eliminando a pegajosidade da massa, dando-lhe, ao mesmo tempo uma forma esférica regular, facilitando o manuseio durante o processamento posterior. Pode ser realizado manual ou mecanicamente.

### 2.1.4.3 Fermentação

Fermentação secundária: é feita para recuperar a extensibilidade perdida durante a divisão e o boleamento. Os pedaços boleados de massa são enviados para a câmara de fermentação por 5 a 20 minutos, a uma temperatura ótima de 26 °C a 30 °C e umidade relativa de 75% a 80%. Temperaturas acima da ótima retardam o processo de fermentação e abaixo dela reduzem a capacidade de retenção de gases; umidades relativas baixas na câmara de fermentação causam secagem da massa, ao passo que temperaturas mais baixas tornam a massa pegajosa, de difícil manuseio.

Durante a fermentação da massa, as proteínas do glúten são modificadas física e quimicamente. Sofrem intumescimento e estabelecem ligações cruzadas que formam a estrutura tridimensional capaz de reter os gases produzidos nos estágios posteriores do processamento do pão. E apesar da fase de fermentação da massa ser essencial para o desenvolvimento do volume, e para a qualidade da casca e do miolo, ela acarreta aumento de custo e consome tempo. Por essa razão, a maioria dos novos métodos de produção do pão procura eliminá-la pelo que é chamado de desenvolvimento mecânico da massa. Isto resulta no melhor controle do processo, na redução do custo, e na qualidade do pão (KULP; LORENZ & BRÜMMER, 1995; AUTIO & LAURIKAINEN, 1997).

Moldagem: melhora a textura e a estrutura da célula do pão, assim como da forma apropriada ao produto. Podem ser usados moldadores, projetados para desgaseificar e achatar, enrolar e selar a massa; o mais comum é o de rolos, mas, a moldagem também pode ser feita manualmente.

Fermentação final: também é realizada em câmaras com condições adequadas de temperatura e umidade relativa, e, usualmente, leva cerca de 40 a 120 minutos, dependendo do tipo de pão, formulação e qualidade da farinha. Como os pedaços de massa perdem gases na fase de moldagem, é essencial permitir um descanso final da massa com a finalidade de readquirir um volume adequado, influenciando diretamente a qualidade de textura e das células do miolo do produto final.

#### 2.1.4.4 Forneamento

Como última fase do processo de panificação, o forneamento é responsável por uma série de mudanças físicas, químicas e bioquímicas no produto final. Essas mudanças incluem a inativação de enzimas, interrupção da fermentação, desenvolvimento de aroma e de sabor, expansão de volume, evaporação da água, formação de uma estrutura porosa, desnaturação de proteínas, gelatinização do amido, formação da crosta e reação de escurecimento, ligações entre proteínas, fusão dos cristais de gordura e a incorporação destes nas superfícies das células de ar e a ruptura das células de gás (SABLANI; BAIK & MARCOTTE, 2002).

Cozimento: nesta etapa ocorre o tratamento térmico do amido e da proteína, a inativação das enzimas e do fermento, permitindo a formação da crosta e o desenvolvimento de aroma e sabor, além de melhor palatabilidade. São utilizadas temperaturas de 200 °C a 230 °C, por tempo variável, de acordo com o tipo e tamanho de pão confeccionado.

#### 2.1.4.5 Resfriamento

Resfriamento: é feito até uma temperatura aproximadamente igual à temperatura ambiente, antes do pão ser submetido ao fatiador para posterior embalagem. O corte do pão quente pode causar deformação do mesmo, além de resultar em condensação de umidade na embalagem, com o subsequente crescimento de fungos e outros microrganismos. Pode ser feito expondo-se o produto à temperatura ambiente, porém, necessita-se de muito espaço e muito tempo. Outro sistema, mais econômico e higiênico, seria o de esteiras, frequentemente esterilizadas, que se movem lentamente e entram em contato com um ventilador, por 50 a 90 minutos;

- a) Corte em fatias: o corte para pães de forma é feito por lâminas ou correias cortantes;
- b) Embalagem: a embalagem pode ser feita manualmente (mais lento) ou por máquinas de embalagem de alta velocidade, específicas para produtos de panificação. Nesta etapa, podem ser pulverizadas soluções conservantes na embalagem. Materiais de embalagem de polipropileno e polietileno são os mais comuns e os mais vendidos, a preços relativamente baixos e são considerados excelentes materiais para o empacotamento de pães em geral.

### 2.1.5 Mercado

De acordo com informações encontradas no site da Associação da Indústria da Panificação e Confeitaria – ABIP (2006), o pão faz parte da alimentação do ser humano desde a pré-história, sendo um dos alimentos mais antigos que se tem notícia. Os primeiros pães foram assados sobre pedras quentes ou debaixo de cinzas há milhares de anos a.C. Os egípcios foram os primeiros a utilizar os fornos de barro, sendo atribuída a eles também a descoberta do acréscimo de fermento à massa do pão para torna-la leve e macia. O Brasil veio a conhecer o pão no século XIX. A expansão da atividade de panificação no país se deu com os imigrantes italianos. O pioneirismo nasceu em Minas Gerais.

O Brasil apresenta um mercado em potencial para os produtos do setor de panificação segundo a ABIP (2006), já que possui um consumo médio anual per capita reduzido, ou seja, cada brasileiro consome em média 33,11kg de pão por ano, o que é muito pouco se comparado à quantidade recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS): 60kg per capita.

A estabilização dos custos para o panificador e dos preços para o consumidor, decorrentes do Plano Real, teve como resultado por um lado, o aumento da competitividade no segmento e por outro, o aumento do consumo nas classes menos favorecidas, enquanto a classe média passou a consumir novos produtos. “No primeiro momento isso fez subir o faturamento do setor, para em seguida ter uma redução lenta e contínua, provando que a elasticidade da demanda do pão é muito pequena” (SINDIPAN, 2006).

O mercado, especificamente relacionado ao pão de forma, se mostra bastante atrativo. “O pão de forma industrial, diz Roberto Azevedo, está presente em apenas 20% dos lares brasileiros” (O Estado de São Paulo, 2006), o que acentua a concorrência cada vez mais nesse ramo, que conta hoje com “4 grandes empresas e cerca de 250 fabricantes de menor porte” (Isto é Dinheiro, 2006).

Outro fator que favorece o mercado de industrializados, segundo João Carlos Parisoto (2003), são as exigências dos consumidores em busca da boa forma de produtos práticos com prazos maiores de validade. Isso faz com que as Indústrias aumentem a variedade de produtos procurando atender ao maior número possível de clientes.

De acordo com a Associação da Indústria da Panificação e Confeitaria – ABIP (2006), o setor de Panificação, como é habitualmente chamado, compreende panificadoras, confeitarias e indústrias. A ABIP congrega nacionalmente 58 associações estaduais e sindicatos patronais – cujo conjunto compõe seu quadro associativo – estando presente em 23 das 27 Unidades Federativas, sendo as exceções Roraima e Amapá, na Região Norte, e Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na Região Centro-Oeste. As



maiores fabricantes de pães: Seven Boys, Nutrella, Wickbold e Bimbo a pouco se filiaram à ABIP. Juntas, as quatro empresas representam mais de 50% do mercado de pão de forma no Brasil.

O setor de panificação no Brasil responde por um faturamento médio anual em torno de R\$ 24 bilhões. Esta cifra corresponde a cerca de 2% do PIB nacional. A expectativa para 2006 é de que o setor fature R\$ 30 bilhões.

O brasileiro consome em média 33,11kg de pão por ano, menos da metade que é recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS): 60kg. Existem grandes diferenças regionais: na região Sudeste o consumo é de 40kg/per capita; na região Nordeste, entre 18 e 20kg; na região Sul, 45kg; na região Centro-Oeste, entre 25 e 30kg e na região Norte, 10kg.

O mercado de panificação está se adaptando à nova realidade da economia brasileira, após a implantação do Plano Real, com a abertura do mercado e o aumento da concorrência. Os produtos panificados ocupam a terceira colocação na lista de compras do brasileiro representando, em média 12% do orçamento familiar para alimentação.

O mercado de pães voltados para a saúde e bem estar é o segmento que mais cresce no curto e longo prazo. A categoria cresce mais de 10% ao ano desde 2001. No ano passado (2005), registrou um aumento de 26,3% (valor) em relação a 2004, enquanto a categoria de pães brancos cresceu 15%.

O setor vive uma espécie de seleção natural, ou seja, sobrevivem apenas os mais competentes, e para estes, o faturamento aumenta. O aumento da eficiência gerencial, a redução de custos, o aumento da produtividade e da diversificação de produtos oferecidos ao consumidor são os principais pontos a serem explorados para a permanência no mercado e o aumento da lucratividade.

## 2.2 FIBRA DE BETERRABA AÇUCAREIRA

Grãos, frutas e legumes, incluindo a beterraba, são fontes de fibra alimentar que promovem a saúde em geral. Os açúcares, água, vitaminas e minerais da beterraba são absorvidos através da parede do intestino para a corrente sanguínea, porém o organismo não consegue digerir ou absorver as fibras das beterrabas, por isso que esses carboidratos complexos atuam dentro do intestino com outras funções. A beterraba assim como muitos outros legumes contém as fibras solúveis e insolúveis (KEEFE, 2012).

Uma porção de ½ copo de beterrabas fatiadas contém 1,7g de fibra total, incluindo 0,7g de fibra solúvel. A fibra solúvel da beterraba se dissolve na água que está dentro do intestino. A *American Heart Association* também enfatiza a importância da beterraba como um alimento rico em fibras insolúveis. A

fibra insolúvel da beterraba não dissolve em água, em vez disso, ela aumenta o volume que promove a função normal do intestino (KEEFE, 2012).

A fibra solúvel de beterraba se dissolve na água que está dentro do intestino e combina com os ácidos biliares para formar uma substância gelatinosa que é excretada do organismo pelas fezes. Quando o fígado identifica uma queda nos níveis de ácidos biliares, ele extrai colesterol das áreas de armazenamento do fígado para criar mais ácidos biliares. Quando o armazenamento de colesterol no fígado sofre uma queda, o fígado extrai mais colesterol que flui pela corrente sanguínea para substituir o que foi perdido. Sendo assim, o nível de colesterol total e lipoproteínas de baixa densidade, ou mau colesterol que corre na corrente sanguínea abaixa, diminuindo os fatores de risco para a doença arterial coronariana (KEEFE, 2012).

A fibra insolúvel de beterraba fica armazenada dentro do intestino, onde forma fezes maiores e mais macias, as quais facilitam na passagem através do aparelho digestivo. Com isso tem-se um movimento do intestino sem esforço, o que reduz o risco de desenvolver constipação crônica, hemorroidas, diverticulose e diverticulite (KEEFE, 2012).

## 2.3 PÃO DE FORMA ADICIONADO DE FIBRA DE BETERRABA

Fibrex® de Nordic Sugar é um produto de fibra natural produzido a partir da beterraba sacarina. Na padaria, prolonga o frescor e aumenta a maciez do pão e impede a massa congelada de secar.

É reconhecida como uma importante fonte de fibra dietética, compreendendo um saldo de fibra solúvel e insolúvel. Além disso, ela fornece uma funcionalidade valiosa na maciez de pães e hambúrgueres sem glúten, que mantém a sua textura suculenta e tamanho durante a fritura. A fibra de beterraba aumenta ainda mais a qualidade de refeições.

Fibrex 595 (<0,125 mm) foi incorporada em um básico pão de forma branco para avaliar o impacto no volume e maciez. Nos ensaios, foi incorporada em uma mistura de farinha na concentração de 2 g por 100 g de mistura. A adição de água na farinha e na mistura de farinha com fibra foi analisada num misturador Farinógrafo Brabender (Tabela 2.4) para atingir uma consistência de massa semelhante.

**Tabela 2.4-** Especificações utilizadas para os ensaios com farinha de trigo branca

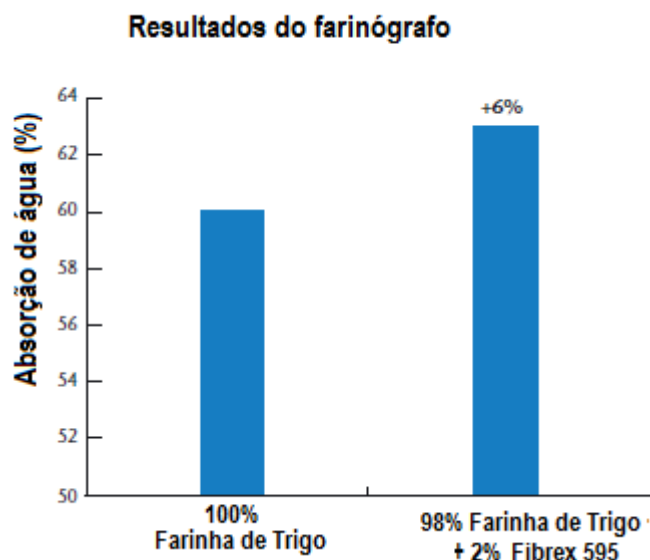
Teor de Umidade	14 – 15,5%
Temperatura de gelatinização no Amilograma	80,5 – 84,5 °C
Glúten Úmido	27,5 – 30,5%
Teor de Proteína	11,9 – 13,1%
Falling Number	260 -330 segundos

\*A farinha contém ácido ascórbico

Os ensaios de cozimento foram realizados por um profissional em um laboratório de cozimento industrial. Todos os testes foram feitos usando misturadores na velocidade dois. Todos os pães foram moldados à tensão semelhante, usando uma Kombi Rondo e uniformemente distribuído em bandejas de estanho, provado e cozido em forno para pães. Os testes foram repetidos três vezes para confirmar os resultados. Os pães acabados foram analisados para o volume, peso, e maciez.

Para medir e avaliar a maciez, uma versão modificada do AACC método 74-09.01 foi usada.

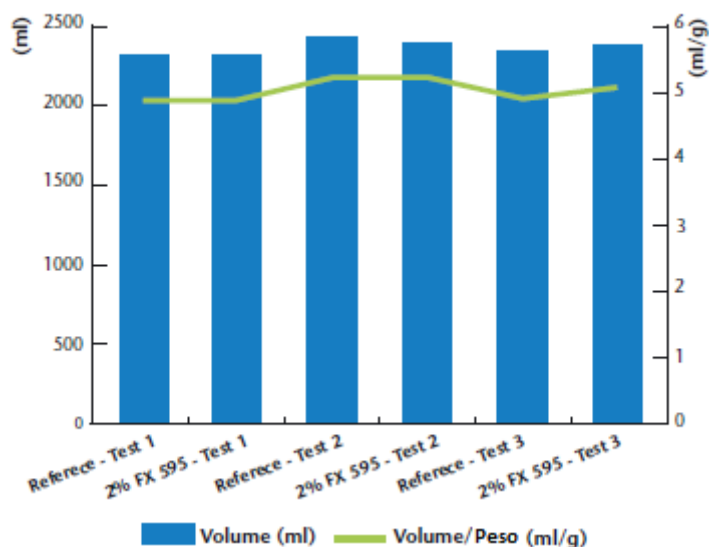
A Figura 2.3 mostra a porcentagem de aumento na absorção de água para a mistura de farinha com fibra, conforme determinado pelo Farinógrafo. Com a mistura de 2% Fibrex e 98% de farinha a absorção de água aumentou cerca de 6%, de 59,6% para 62,9%.

**Figura 2.3** - Porcentagem de aumento na absorção de água para a mistura de farinha com fibra.

A Figura 2.4 ilustra o volume dos pães após cozimento.

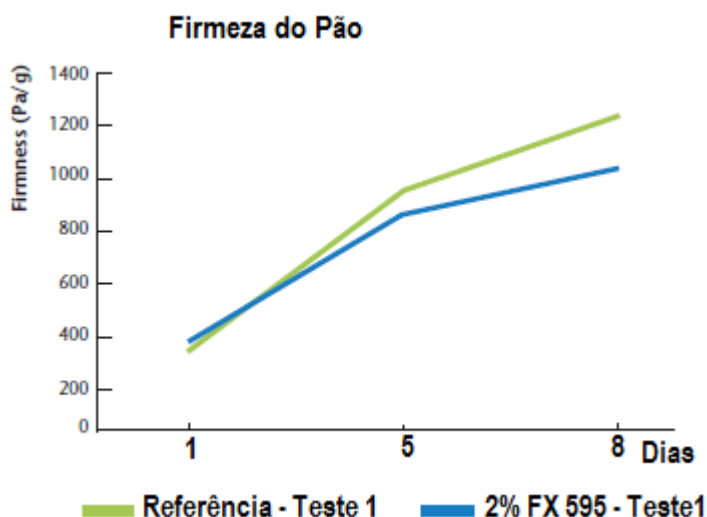
Os resultados confirmam que nem o volume nem o peso são significativamente afetados pela inclusão de Fibrex a este nível.

### Volume



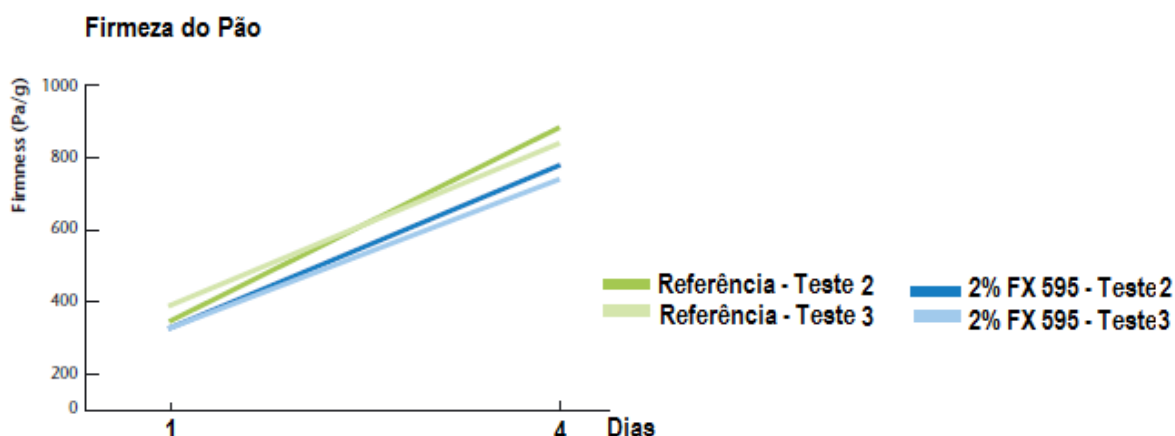
**Figura 2.4** - Volume dos pães após cozimento

Na figura 2.5, os resultados do analisador de textura são delineados. Um valor maior indica um pão mais firme e como demonstrado no gráfico, a inclusão de Fibrex na mistura de farinha com fibra dá um desenvolvimento positivo da suavidade de acordo com o tempo.



**Figura 2.5** – Firmeza do pão

A Figura 2.6 mostra o desenvolvimento no que diz respeito à firmeza, medido em duas e três repetições do teste, onde os mesmos desenvolvimentos positivos são confirmados.



**Figura 2.6** – Firmeza do pão em 2 e 3 repetições

Na Tabela 2.5 estão as duas formulações de pão, a do padrão e com adição de fibra de beterraba.

**Tabela 2.5-** Formulações do pão padrão e com adição de fibra

Ingredientes (%)	Pão Padrão	Pão Fibrex 595
Farinha de Trigo	100	98
Fibrex 595	-	2,0
Sal	1,8	1,8
Açúcar	1,0	1,0
Fermento (Fresco)	4,0	4,0
Melhorador	1,0	1,0
Água	59,6	62,9

Fibrex é fácil de uso e pode ser adicionado na formulação normal ou por uma redução de farinha, seguindo as recomendações. Com uma dosagem de 595 Fibrex na faixa de 0,5% a 2% e adição de água na razão entre 2:1 e 3,5:1, é possível fazer uma massa macia, sem comprometer capacidade de processo e de volume. Inicialmente, a massa pode ficar um pouco mais úmida, mas se equilibrará depois de alguns minutos em repouso. Se adicionado em doses mais elevadas, é recomendado ajustar o nível de sal. Para os tamanhos de partículas mais grosseiras de Fibrex, é recomendada a pré-imersão para assegurar a hidratação completa antes de misturar. Nas Tabelas 2.6 e 2.7 estão apresentadas os tipos de fibrex disponíveis com os respectivos tamanhos das partículas e a composição centesimal, respectivamente.

**Tabela 2.6** – Tipos de fibrex disponíveis e os tamanhos das partículas

Tipos recomendados para uso em panificação	Tamanho (mm)
Fibrex 595	<0,125
Fibrex 600	<0,5
Fibrex 610	0,4-1,4
Fibrex 630	floculados

**Tabela 2.7** – Composição Centesimal do Fibrex

Componentes (%)	
Proteína	9,0
Açúcar	5,5
Gordura	0,5
Minerais	4,0
Fibra Dietética	67
Energia	263-266 KJ/Kcal

A capacidade de retenção de água (CRA) da Fibrex é 3.0-3.5 gramas água por 1,0 grama de Fibrex. A fibra é termoestável e a água é retida durante e após o cozimento. Com o aumento da umidade no pão, o endurecimento é retardado e a maciez do pão prolongada. No pão branco, pão de ló e doces assados são obtidas mais firmeza e vida útil maior. Em bases de pizza e pastelaria Fibrex melhora a processabilidade da massa. A quantidade exata de Fibrex e a proporção à água dependerá da aplicação específica e da formulação.

Como o CRA não é afetada pela temperatura, Fibrex funciona especialmente bem em massas congeladas e em produtos cozidos. Fibrex impedirá massa congelada de secar, reduzindo queimaduras de congelamento e crepitantes.

Com Fibrex é possível produzir um pão de fibra macio e saboroso. A quantidade de farelo pode aumentar quando Fibrex é adicionada e, por causa do seu elevado teor de fibras, Fibrex aumentará o teor total de fibra no pão.

Fibrex é adequado para todos os tipos de pães. Um certo número de frações estão disponíveis, todas adequadas para melhorar e prolongar a maciez de um modo natural e ao mesmo tempo aumentar o teor de fibra. As frações grossas melhoraram a estrutura do pão e podem ser usadas como decoração da casca. Além disso, Fibrex melhora a processabilidade da massa.

Ensaios clínicos demonstraram que Fibrex diminuiu significativamente o colesterol LDL e aumentou colesterol HDL, reduzindo assim o risco de doença cardiovascular. Fibrex pode ser usado como um suplemento em uma dieta de redução do colesterol.

Após o consumo de refeições que contenham Fibrex, a sensação de saciedade é prolongada.

Fibrex não afeta significativamente a absorção de ferro e zinco. Também a adição de fibra de açúcar de beterraba à dieta pode melhorar o equilíbrio de cálcio, sem efeitos adversos sobre absorção de outros minerais.

Fibrex utilizada na alimentação enteral tem provado reduzir a hiperglicemia e é ideal para uso em líquido terapêutico e dietas líquidas. Fibrex tolera o calor e tem uma boa homogeneização e é adequada para produção de conservas.

### 3. CONCLUSÃO

A ampliação de mercado ou sobrevivência num determinado segmento e a melhoria de aspectos relacionados a qualidade de um produto, são os principais objetivos de mercado das Empresas para motivar adoção de inovações.

Doenças do coração, estresse, colesterol alto, controle de peso são, atualmente, as maiores preocupações de saúde.

Sendo assim, o foco na prevenção das doenças por meio dos alimentos é muito forte, fazendo com que as Empresas fiquem atentas às necessidades dos consumidores e busquem por alimentos cada vez mais saudáveis e funcionais.

Conforme ensaios realizados os pães de forma integral acrescidos de Fibrex tiveram um bom resultado, o produto mostrou-se bastante promissor em relação a umidade do pão, aumentando o frescor e a firmeza. Numa dosagem de 0,5% a 2% de Fibrex na massa é possível fazer uma massa macia sem alterar o volume.

Portanto, o Fibrex pode ser um importante ingrediente alimentar a ser largamente explorado pela indústria de alimentos.



## BIBLIOGRAFIA

ABIP – Associação da Indústria da Panificação e Confeitaria. Disponível em <<http://www.abip.org.br/>> Acesso em 05 de setembro de 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Legislação específica de alimentos.** Regulamentos técnicos por assunto. Esse item da Resolução CNNPA nº 12, de 1978, foi revogado pela Resolução – RDC nº 90, de 17 de outubro de 2000. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>>. Acesso em 02 de maio de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Uso do bromato de potássio na farinha e nos produtos de panificação.** Lei nº 10.273, de 5 de Setembro de 2001. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>>. Acesso em 02 de maio de 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Sal.** Decreto nº 75.697, de 6 de maio de 1975. Disponível em <[http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/75697\\_75.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/75697_75.htm)>. Acesso em 02 de maio de 2012.

ALIMENTAÇÃO E ADITIVOS ALIMENTARES. **Um estudo sobre alimentos no Brasil.** 2002. Disponível em <http://sites.uol.com.br/kshimuzu/index.htm>. Acesso em 15 de outubro de 2004.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Uso do bromato de potássio na farinha e nos produtos de panificação.** Lei nº 10.273, de 5 de setembro de 2001.

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a Alimentos e Bebidas.** Resolução – RDC nº 90, de 17 de outubro de 2000.

ARAÚJO, M.S. O início da panificação: a história do pão. In: ARAÚJO, M.S. **Falando de Panificação.** São Paulo: BT Consultores e Editores, 1994. n.2.

AUTIO, K.; LAURIKAINEN, T. Relationship between flour/ dough microstructure and dough handling and baking properties. **Trends in Food Science and Technology**, nº 8, p. 181-185, 1997.

BRANDT, L. **Emulsifiers in Baked Goods** – Applications, 1996. Disponível em <<http://www.foodproductdesign.com/archive/1996/0296AP.html>>. Acesso em 24 de junho de 2005.

BRASIL. **Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria.** Disponível em: <<http://www.abip.org.br>> Acesso em 19 de fevereiro de 2011.

BRASIL. **Associação Brasileira da Indústria do trigo.** Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/derivados.asp>> Acesso em 15 de dezembro de 2010.

CAVEL, R. **O pão francês e os produtos correlates:** tecnologia e prática da panificação. Fortaleza: J. Macedo C.A. Comércio, Administração e participações, 1987: 287p.

CORNELL, H. J.; HOVELING, A. W. **Wheat Chemistry and Utilization**, Lancaster: Technomic Publishing Company, Inc., 1998: 426p.

De STEFANIS, V.A. Functional role of microingredients in frozen doughs In: KULP, K.; LORENZ, K.; BRUMMER, J. **Frozen and refrigerated dough and batters.** Minnesota: AACC, 1995. P.91-118.

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.

EMULZINT ADITIVOS ALIMENTARES INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Apostila de panificação**. Campinas, 1985: p.92.

GIL, M. J.; CALLEJO, M. J.; RODRIGUEZ, G. Effect of water content and storage time on white pan bread quality: instrument evaluation. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v. 205, p. 268-273, 1997.

GLOBAL RESEARCH – Especializada em Pesquisa para o Varejo. A disputa Bilionária dos Pães. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 15 de maio de 2006. Disponível em <<http://www.globalresearch.com.br/novo/conteudo.asp?conteudo=3509>> Acesso em: 05 de setembro de 2006.

HOSENEY, R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**, St. Paul, Minnesota. American Association of Cereal Chemists, Inc., 1992, 327p.

JACOBS, H.; DELCOUR, J.A. Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of the granular structure: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.8, p.2895-2905, 1998.

KEEFE, S. **Fibra Solúvel e Beterraba**. Disponível em <<http://www.livestrong.com:80/article/370840-soluble-fiber-beets/>> Acesso em 02 de maio de 2012.

KULP, K.; LORENZ, K.; BRÜMMER, J. Frozen and refrigerated doughs and batters. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC)**, p. 63-148, 1995.

LAAKSONEN, T.J. **Effects of ingredients on phase and state transitions of frozen wheat doughs**. Helsinki: Academic Dissertation, 2001.

LÉON, A.E.; DURÁN, E.; BARBER, C.B. Utilization of enzyme mixtures to retard bread crumb firming. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.6, p.1416-1419, 2002.

LU, W.; GRANT, L. AA. Effects of prolonged storage at freezing temperatures on starch and baking quality of frozen doughs. **Cereal Chemistry**, v.76, n.5, p.656-662, 1999.

MAPA (2003) – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 19/03/2007.

MATUDA, T.G. **Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento**: otimização do uso de aditivos. São Paulo: 2004, 142p.

NAKAMURA, M.; KURATA, T. Effects of L-ascorbic acid on the rheological properties of wheat flour dough. **Cereal Chemistry**, v.74, n.5, p.647-650, 1997.

NASSATO, F.; SCHNEIDER, J. B.; ROVANI, M. **Fermentação na panificação etapas de processamento**. Disponível em:

<[http://www.eng.ufsc.br/labs/probio/disc\\_eng\\_bioq/trabalhos\\_grad2004/panificacao/capa.htm](http://www.eng.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2004/panificacao/capa.htm)> Acesso em: 29 de março de 2006.

NAZATO, R.E.S. **Uso de radiação gama do cobalto-60 para aumentar a vida de prateleira de pães de forma fatiados e embalados**. Piracicaba, SP: USP. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 1991, 64p.

PENFIELD, M. P.; CAMPBELL, A. M. **Experimental Food Science**, San Diego: Academic Press, 1990. 541 p.

PYLER, E.J. **Baking science and technology**. 3. Ed. Merrian: Sosland, 1988, v.1, v.2, 1300p.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de la panificación**. Zaragoza: Acribia, 1991, 485p.

RAMIRO, Denise. Pullman Corre Em Busca Do Ouro. Isto é Dinheiro, São Paulo, 22 de março 2006. Disponível em <<http://www.terra.com.br/istoedinheiro/444/negocios/pullman.htm#pao>> Acesso em: 06 set. 2006.

SABLANI, S. S.; BAIK, O.; MARCOTTE, M. Neural networks for predicting thermal conductivity of bakery products. **Journal of Food Engineering**, v.52, p. 299-304, 2002.

SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z. Trigo brasileiro tem nova classificação: novos critérios adotados a partir da safra de 1999. Embrapa Trigo, **Comunicado Interno**, nº 18, dez.1999.

SCHROEDER, L. F. **Farinhas Mistas. Trigo e Soja**, Porto Alegre, n 92, p. 4-6, 1987.

SCIAMARELLI, P.R.O. **Apostila técnica de panificação e confeitaria**. IP&C, São Paulo, 2007.

SINDIPAN – Sindicato da Indústria da Panificação e Confeitaria. Disponível em <<http://www.sindipan.org.br/analise/numeros.htm>> Acesso em: 05 set. 2006.

STAMPFLI, L.; NERSTEN, B. Emulsifiers in bread making, Review. **Food Chemistry**, v. 52, nº.4, p. 353-360, 1995.

STAUFFER, C. E. **Functional additives for bakery foods**. New York: AVI Books, 1990, 279p.

STAUFFER, C. E. Principles of dough formation. In CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Technology of Breadmaking**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. p. 262-295.

WILLIAMS, T.; PULLEN, G. Functional ingredients. In. CAUVAINJ, S.P.; YOUNG, L.S. **Technology of breadmaking**, London: Blachie Academic & Professional, 1998, p.45-80.