

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Bromatologia

Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz
(*Oryza sativa* L.) na produção de “sonho” – estudo modelo

Juliana Schmidt Galera

Dissertação para obtenção do grau de
MESTRE

Orientador:
Prof^a. Dr^a. Ursula M. Lanfer-Marquez

São Paulo
2006

Juliana Schmidt Galera

Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa* L.) na produção de “sonho” – estudo modelo

Comissão Julgadora
da
Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Prof^a. Dr^a. Ursula M. Lanfer-Marquez
orientador/presidente

Prof. Dr. Flávio Finardi Filho

Prof^a. Dr^a. Deborah Helena Marcowicz Bastos

São Paulo, 21 de setembro de 2006.

Dedico este trabalho

*Ao meu amor Vicente e ao meu filho João Vitor pelo apoio incondicional.
E aos meus pais Judite e João Conrado pela força nos momentos difíceis.*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Ursula Maria Lanfer-Marquez pela orientação e pelos ensinamentos que foram muito além da área acadêmica.

Ao professor Nilton Olímpio Álvares por organizar meus horários de aulas na UCG da melhor maneira possível e pelo apoio. Se não fosse por isso este trabalho não teria sido concluído. A Universidade Católica de Goiás por ter disponibilizado toda a infra-estrutura necesssária.

Ao IRGA, na pessoa do Dr. Carlos Alberto Fagundes, por ter cedido as amostras de arroz parboilizado e ao Sr. Alaor Silva, gerente do moinho de trigo Mabel pelo fornecimento da farinha.

Às amigas Vanuza, Marília, Gislane, Viviane, Vanessa e Raquel e aos amigos Adélia, Neusivaldo e Fabrício, meu muito obrigada mesmo.

Também gostaria de agradecer a todos os meus alunos que durante o tempo em que cursei disciplinas na área de educação responderam longos questionários e participaram de vários experimentos. Pude, nesta fase, compreender melhor as nossas dificuldades de ensino e aprendizagem. Espero ter contribuído para a formação profissional de vocês tanto quanto vocês contribuíram para a minha.

Aos queridos Pedro, Bete, Luís Augusto, Camila e Marina. Se não fosse por vocês que sempre me receberam de braços abertos em São Paulo, o que seria de mim? Obrigada pelo apoio, carinho e compreensão.

Por fim, quero agradecer a todas as pessoas, e são muitas, que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABELAS	II
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 ARROZ	3
2.1.1 Mercado mundial e brasileiro	3
2.1.2 Classificação do arroz.....	4
2.1.3 Características do arroz e subprodutos	8
2.2 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO.....	10
2.2.1 Farinha de trigo e glúten.....	11
2.2.2 Amido do trigo.....	13
2.2.3 Enzimas e fermento biológico na produção de pães	16
2.3 SUBSTITUIÇÃO DA FARINHA DE TRIGO POR OUTROS INGREDIENTES.....	18
2.3.1 Substituição da farinha de trigo por farinha de arroz	20
3 OBJETIVO GERAL	26
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 MATERIAL	27
4.1.1 Amostras de farinha de trigo e de arroz.....	27
4.1.2 Preparo das farinhas de arroz.....	30
4.1.3 Ingredientes dos sonhos.....	32
4.2 MÉTODOS	32
4.2.1 Planejamento experimental	32
4.2.2 Produção dos sonhos.....	34
4.2.2.1 Misturas das farinhas de trigo e arroz.....	34

4.2.2.2	Formulação da massa	36
4.2.3	<i>Métodos analíticos</i>	38
4.2.3.1	Análises físico-químicas dos sonhos	39
4.2.3.2	Análise sensorial dos sonhos	41
(1)	Recrutamento e seleção dos provadores	41
(2)	Teste de triagem	41
(3)	Análise sensorial de aceitação	43
4.2.4	<i>Análises estatísticas dos resultados</i>	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1	CARACTERÍSTICAS DAS FARINHAS DE ARROZ E TRIGO	46
5.2	ABSORÇÃO DE ÁGUA DA MASSA CRUA	48
5.3	CARACTERIZAÇÃO DOS SONHOS FRITOS	53
5.3.1	<i>Volume</i>	53
5.3.2	<i>Peso</i>	58
5.3.3	<i>Volume específico</i>	62
5.3.4	<i>Umidade</i>	63
5.3.5	<i>Lipídios</i>	66
5.3.6	<i>Análise Sensorial</i>	68
6	CONCLUSÕES	77
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CADEIA DE PROCESSAMENTO DO ARROZ. ADAPTADA DE JULIANO & HICKS, 1996.	5
FIGURA 2 - ESTRUTURA DO GRÃO DE ARROZ. FONTE: KENNEDY & BURLINGAME, 2003.	6
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DAS MUDANÇAS QUE OCORREM COM O AMIDO EM ÁGUA DURANTE O AQUECIMENTO, RESFRIAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS PÃES. I – AMIDO CRU, II E III – GELATINIZAÇÃO COM INCHAMENTO DOS GRÂNULOS DE AMIDO E PARCIAL QUEBRA DA ESTRUTURA GRANULAR, IV – RETROGRADAÇÃO DURANTE O RESFRIAMENTO (AMILOSE), V – RETROGRADAÇÃO DURANTE A ESTOCAGEM (AMILOPECTINA). FONTE: GOESAERT E COLABORADORES, 2005.	16
FIGURA 4 – PÃES DE FORMA FEITOS COM FARINHA DE TRIGO DE DIFERENTES <i>FALLING NUMBER</i> (FN). FONTE: PERTEN, 2006.	18
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PARBOILIZAÇÃO DE ARROZ. FIGURA ADAPTADA DE ELIAS, ROMBALDI, SILVA, NORA, & DIAS, 1996.	28
FIGURA 6 – MOINHO EXPERIMENTAL TIPO MARTELO MARCA ECIRTEC, MODELO MT40PI, SÃO PAULO, BRASIL.	31
FIGURA 7 – AGITADOR DE PENEIRAS MARCA PRODUTEST, SÃO PAULO, BRASIL.	31
FIGURA 8 – PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA PRODUÇÃO E ANÁLISES DOS SONHOS.	33
FIGURA 9 - FARINÓGRAFO BRABENDER, ALEMANHA.	35
FIGURA 10 - GRÁFICO DE TITULAÇÃO DA FARINHA DE TRIGO FEITO NO EQUIPAMENTO FARINÓGRAFO.	35
FIGURA 11 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SONHOS.	37
FIGURA 12 - FICHA DE AVALIAÇÃO VISUAL DE APARÊNCIA.	42
FIGURA 13 - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO TESTE DE ACEITAÇÃO.	44
FIGURA 14 – ABSORÇÃO DE ÁGUA DETERMINADA NO FARINÓGRAFO PELAS MISTURAS DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE TRIGO E FARINHA DE ARROZ POLIDO MARCAS MOMIJI® E CRISTAL®.	49
FIGURA 15 - ABSORÇÃO DE ÁGUA DETERMINADA NO FARINÓGRAFO PELAS MISTURAS DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE TRIGO E FARINHA DE ARROZ PARBOILIZADO VARIEDADES IRGA 417 E FORMOSA.	49
FIGURA 16 (A-B) – VOLUME MÉDIO E AMPLITUDE (MÍNIMO E MÁXIMO) DOS SONHOS, PARA CADA PORCENTAGEM DE SUBSTITUIÇÃO DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE ARROZ POLIDO MOMIJI® E CRISTAL®, EXPERIMENTOS 1 E 2.	54
FIGURA 17 (A-B) - VOLUME MÉDIO E AMPLITUDE (MÍNIMO E MÁXIMO) DOS SONHOS, PARA CADA PORCENTAGEM DE SUBSTITUIÇÃO DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE ARROZ PARBOILIZADO IRGA 417 E FORMOSA, EXPERIMENTOS 1 E 2.	55
FIGURA 18 – ILUSTRAÇÃO DA ESTRUTURA DO MIOLO DOS SONHOS.	56
FIGURA 19 – MÉDIAS, MÍNIMOS E MÁXIMOS DO VOLUME ESPECÍFICO (ML/G) PARA OS SONHOS PRODUZIDOS COM DIFERENTES TIPOS E PROPORÇÕES DE ARROZ.	63
FIGURA 20 – REPRESENTAÇÃO DA LINHA DE TENDÊNCIA DA CORRELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE ÁGUA ABSORVIDA PELA MASSA CRUA E A UMIDADE DOS SONHOS.	65
FIGURA 21 – NÚMERO DE RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS EM RELAÇÃO AOS ATRIBUTOS QUE INFLUENCIAM A DECISÃO DE COMPRA DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO.	69
FIGURA 22 – MÉDIAS DAS NOTAS DA ANÁLISE SENSORIAL DO ATRIBUTO APARÊNCIA PARA OS SONHOS PRODUZIDOS COM DIFERENTES TIPOS E PROPORÇÕES DE ARROZ.	71
FIGURA 23 – SONHOS PRODUZIDOS COM 70:30, FARINHA DE TRIGO:FARINHA DE ARROZ CRISTAL®.	72
FIGURA 24 - SONHOS CONTROLE, PRODUZIDOS SOMENTE COM FARINHA DE TRIGO.	72
FIGURA 25 – NOTAS DA ANÁLISE DO ATRIBUTO APARÊNCIA EM RELAÇÃO AO TEOR DE UMIDADE NOS SONHOS.	73
FIGURA 26 – HISTOGRAMA DAS NOTAS DA ANÁLISE SENSORIAL DE ACEITAÇÃO.	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- CLASSES DE TRIGO EM RELAÇÃO A FORÇA DO GLÚTEN.....	12
TABELA 2 - TEOR DE LIPÍDIOS EM PRODUTO SIMILAR A BATATA FRITA FEITO COM DIFERENTES TIPOS E PROPORÇÕES DE FARINHA DE ARROZ E, EM BATATA FRITA COMERCIAL.....	22
TABELA 3 – MISTURAS DE FARINHA DE TRIGO E ARROZ.	34
TABELA 4 – FORMULAÇÃO PARA FABRICAÇÃO DE SONHO.	36
TABELA 5 – TEORES DE UMIDADE, LIPÍDIOS, PROTEÍNAS E AMIOSE DOS ARROZES.....	46
TABELA 6 - QUANTIDADE DE ÁGUA EFETIVAMENTE ADICIONADA NAS FORMULAÇÕES DOS SONHOS.	52
TABELA 7 – MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DO PESO EM GRAMAS DOS SONHOS.	59
TABELA 8 – TOTAL DE MASSA CRUA DE SONHO PRODUZIDA A PARTIR DE CADA MISTURA DE FARINHAS E RESPECTIVAS PORCENTAGENS DE PESO DE INGREDIENTES E ÁGUA ADICIONADA.....	61
TABELA 9 – UMIDADE NOS SONHOS POR MISTURA DE FARINHA DE TRIGO E ARROZ.....	64
TABELA 10 – TEORES DE LIPÍDIOS NOS SONHOS PRODUZIDOS COM AS DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE TRIGO E ARROZ.	67
TABELA 11 – MÉDIAS DAS NOTAS DA ANÁLISE SENSORIAL DE ACEITAÇÃO DOS SONHOS.....	74

RESUMO

GALERA, J.S. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa* L.) na produção de “sonho” – estudo modelo.** 2006. 89p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Ampliar os usos da farinha de arroz foi o objetivo da substituição parcial de farinha de trigo por farinha de arroz em um produto de panificação teste, o “sonho”, que visou obter um produto com características físico-químicas e sensoriais similares às de sonhos produzidos exclusivamente com farinha de trigo e com isso reduzir custos com ingredientes. Também foi objetivo verificar a influência da inclusão de farinha de arroz na formulação, sobre a absorção de óleo pelo produto. Foram produzidos em escala piloto e em condições padronizadas 16 lotes de sonhos contendo entre 10 e 40% de farinha de arroz de diferentes características (polido e parboilizado, teores variáveis de amilose), além de um lote do produto controle, elaborado somente com farinha de trigo. Os sonhos foram analisados em relação ao peso, volume, volume específico, teores de umidade e lipídios e também em relação à aspectos sensoriais. O sonho produzido com arroz parboilizado apresentou maior aceitação do que o produzido com arroz polido. Observou-se que a qualidade do produto final varia em função do tipo e da quantidade de arroz e dentre as diversas formulações testadas o melhor resultado foi obtido com a substituição de 30% da farinha de trigo por arroz parboilizado, que teve um rendimento 5,7% superior e foi aceito sensorialmente da mesma forma como o produto elaborado apenas com farinha de trigo. O uso de arroz na formulação e maior rendimento implicou em redução de 25% no custo da produção. O sonho produzido com arroz polido, tanto com baixo como elevado teor de amilose, não apresentou características sensoriais adequadas e apenas a substituição de no máximo 10% do trigo, gerou um produto com nível de aceitação similar ao controle e com redução de custos em torno de 7%. Em relação à absorção de óleo sugere-se estudos adicionais visto que a substituição de farinha de trigo por arroz não mostrou um comportamento uniforme de absorção de óleo durante a fritura do sonhos, possivelmente devido à fatores não controlados durante a fabricação dos sonhos.

Palavras-chave: sonhos; substituição do trigo por arroz; características físico-químicas; análise sensorial

ABSTRACT

GALERA, J.S. **Partial replacement of wheat flour by rice flour (*Oryza sativa* L.) for the production of donuts – a model study.** 2006. 89p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Expanding the uses of rice flour has been the focus of the partial replacement of wheat meal by rice meal in a test baked food product, aiming to produce donuts showing physicochemical properties and overall sensory acceptance similar to those produced with wheat flour only. The replacement implies also lower costs of ingredients. Furthermore, another objective was to verify the effect of the inclusion of rice flour on the oil absorption of the product during the frying process. Sixteen different batches of dough containing among 10 and 40% rice flour of different types (milled and parboiled; high and low amylose contents) and one wheat-based batch (control) were produced in a laboratory scale. The fried donuts were analyzed regarding weight, loaf volume, specific volume, water and oil retention as well their sensory acceptance. In any case, donuts produced with parboiled rice presented better results than those produced with milled rice. It was outstanding that the quality of the fried product was dependent on type and amount of rice and it was observed that the replacement of 30% of wheat by parboiled rice resulted in product with a 5.7% higher yield, due to a higher water retention and the overall sensory acceptance was comparable to that of the wheat-based control donut. In this case, the incorporation of rice flour implied a 25% reduction in costs. Donuts produced with high-amylose milled rice flour were only acceptable when they contained a maximum of 10% of rice, thus the costs reduction reached only 7%. The replacement of wheat by rice flour did not show a reproducible and an uniform behavior of oil absorption during the frying process, may be due to uncontrolled factors and further studies have been suggested.

Palavras-chave: donuts; replacement of wheat by rice flour; physico-chemical characteristics; sensory evaluation

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos em todo o mundo sendo uma importante fonte de nutrientes. Na dieta dos brasileiros, o arroz, na forma de grão polido¹ e cozido é um dos alimentos mais presentes, embora a aceitação do produto parboilizado polido esteja em ascensão (EMBRAPA, 2006).

No processo de beneficiamento do arroz polido e parboilizado polido, ocorre a geração de subprodutos como a casca, o farelo e os grãos quebrados, que têm valor comercial inferior aos grãos inteiros. Estes grãos quebrados submetidos ao processo de moagem e peneiramento dão origem à farinha de arroz.

Atualmente, a utilização de farinha de arroz como ingrediente em produtos industrializados é crescente. Um dos motivos é que a farinha de arroz tem sabor pouco pronunciado, não interferindo no sabor da maioria dos alimentos.

Os produtos de panificação e principalmente os pães, são bastante consumidos mundialmente. No Brasil, o consumo per capita está em torno de trinta quilogramas por ano, representando metade da recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS). Este dado já contempla o aumento de consumo de aproximadamente 11%, ocorrido em 2005, resultado da desvalorização do dólar que reduziu o preço do trigo importado², utilizado como principal matéria prima na fabricação dos pães.

Usualmente os produtos de panificação são elaborados com farinha de trigo porque este ingrediente implica melhores características de qualidade. O trigo é o único cereal que tem as proteínas, gliadina e glutenina, formadoras do glúten, em quantidade e qualidade adequadas para a produção de pães com características sensoriais satisfatórias.

A permuta total da farinha de trigo por outro ingrediente, como as farinhas de cereais, gera produtos de panificação normalmente rejeitados pelos consumidores habituais, devido à ausência ou à quantidade e qualidade inadequadas de glúten. No entanto, a substituição parcial da farinha de trigo é usual porque entre outras razões, propicia grande variedade de produtos, como por exemplo pães de milho, de aveia, de

¹ De acordo com o processo de beneficiamento o arroz pode ser classificado em quatro classes: polido, parboilizado polido, parboilizado integral e integral.

² Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento, o Brasil produz significativamente menos trigo do que consome e importou em 2005 cerca de 50% do trigo consumido (CONAB, 2005).

soja e porque pode melhorar características nutricionais e/ou reduzir custos.

A confecção de pães mediante a troca de parte da farinha de trigo por farinha de arroz justifica-se, sobretudo no Brasil, porque o custo desta é inferior ao daquela, e, ainda, porque o Brasil é praticamente auto-suficiente no cultivo e consumo de arroz. Ademais, nutricionalmente, a farinha de arroz é superior à farinha de trigo porque apresenta uma composição mais balanceada em lisina, metionina e treonina, aminoácidos limitantes na proteína da farinha de trigo. Além disso, a farinha de arroz é mais digerível que o trigo e é considerado um produto hipoalergênico, o que é extremamente importante visto que as estatísticas denotam um aumento do número de pessoas que têm algum tipo de alergia a certos alimentos.

A literatura especializada da área de alimentos reporta a substituição parcial de farinha de trigo por farinha de arroz e outros ingredientes em um produto de panificação típico norte americano, o *donut*³, e sugere que esse procedimento pode reduzir o teor de óleo absorvido durante a fritura do produto. Este *donut* tem menor teor lipídico e é menos calórico, fato interessante devido às altas taxas de sobrepeso e obesidade atualmente registradas.

Para o presente trabalho, foi realizado um estudo com um produto de panificação, o “sonho”, e avaliou-se no produto o efeito da substituição de farinha de trigo por farinha de arroz em diferentes proporções sobre algumas propriedades físico-químicas e características sensoriais.

Foram utilizadas quatro amostras de arroz de diferentes classes em função do beneficiamento sendo duas de arroz polido e duas de arroz parboilizado polido. Dentro de cada classe, cada uma das duas amostras tinha teor de amilose diferente. Também, a porcentagem de substituição de farinha de trigo por farinha arroz foi variável, entre dez e quarenta por cento.

³ *Donut* é um produto semelhante ao sonho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Arroz

2.1.1 Mercado mundial e brasileiro

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos em todo o mundo (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN, 2001). Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2005) a produção mundial para a safra de 2004/2005 foi de 618,5 milhões de toneladas.

A Ásia é o continente que mais produz e consome arroz no mundo, embora nos países asiáticos o consumo de arroz tem diminuído. Estas mudanças são determinadas por três fatores principais: sabor e preferências individuais, número de calorias ingeridas que podem ser reduzidas pela substituição de produtos à base de arroz por outros sem cereais e, o preço do arroz em relação a outros produtos substitutos (JULIANO & HICKS, 1996).

De acordo com o pesquisador MAHABUB HOUSSAIN do International Rice Institute (IRRI, 2004), a urbanização crescente, as mudanças nos hábitos alimentares, a menor diferença entre o preço do arroz e outros alimentos e, o declínio acentuado na população asiática de baixa renda, em especial a da China, que constitui aquela que mais consome arroz, tem resultado em um declínio no consumo deste cereal na Ásia.

Já nos Estados Unidos da América (EUA) a demanda por arroz aumenta aproximadamente 4% ao ano, e o uso deste cereal como ingrediente em alimentos é crescente (PSZCZOLA, 2001). Por exemplo, a utilização em alimentos processados como cereais matinais, *snack foods*, refeições prontas, sopas, sobremesas, entre outros além de inúmeras diferenciações mercadológicas para o produto em forma de grãos de arroz como aromatizado, rápido cozimento, porção individual congelada são alternativas que aumentam a demanda (WILKINSON & CHAMPAGNE, 2004).

No Brasil, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2005) a produção de arroz na safra 2004/2005 foi de 13,2 milhões de toneladas. Os estados que mais produzem arroz são o Rio Grande do Sul e Mato

Grosso. O consumo interno encontra-se em leve ascensão, em torno de 12 milhões de toneladas em 2001/02 a 12,83 milhões de toneladas em 2004/05.

O consumo percapta é em torno de 39,2 kg/ano (IRRI, 2004). Destes, a preferência dos consumidores brasileiros é pelos grãos inteiros polidos, que representam 70% do consumo. Já o mercado para arroz parboilizado polido, corresponde a 20% do total de arroz comercializado e encontra-se atualmente em expansão (AMATO, CARVALHO & SILVEIRA, 2002; EMBRAPA, 2006). As preferências de consumo diferem regionalmente dentro do país (GULARTE, 2003).

2.1.2 Classificação do arroz

O arroz pertence ao gênero *Oryza*, que compreende 21 espécies, das quais apenas uma tem importância comercial no Brasil, a *Oryza sativa* L. Esta espécie é dividida em três principais subespécies: indica, japonica e javanica, sendo as duas primeiras mais consumidas. A subespécie indica é a mais comumente encontrada em regiões tropicais e subtropicais e representa cerca de 80% da produção mundial. Seus grãos são longos, finos e apresentam-se mais duros quando cozidos do que a subespécie japonica, que têm normalmente grãos curtos e largos e devido ao baixo teor de amilose e os grãos depois de cozidos ficam bem macios (KENNEKY & BURLINGAME, 2003).

Quanto ao processo de beneficiamento, o arroz pode ser classificado em quatro subgrupos: arroz integral, arroz parboilizado integral, arroz polido e arroz parboilizado polido (BRASIL, 1997). Sendo que as duas formas polidas respondem juntas por 90% do consumo brasileiro. A cadeia do processamento do arroz encontra-se na Figura 1.

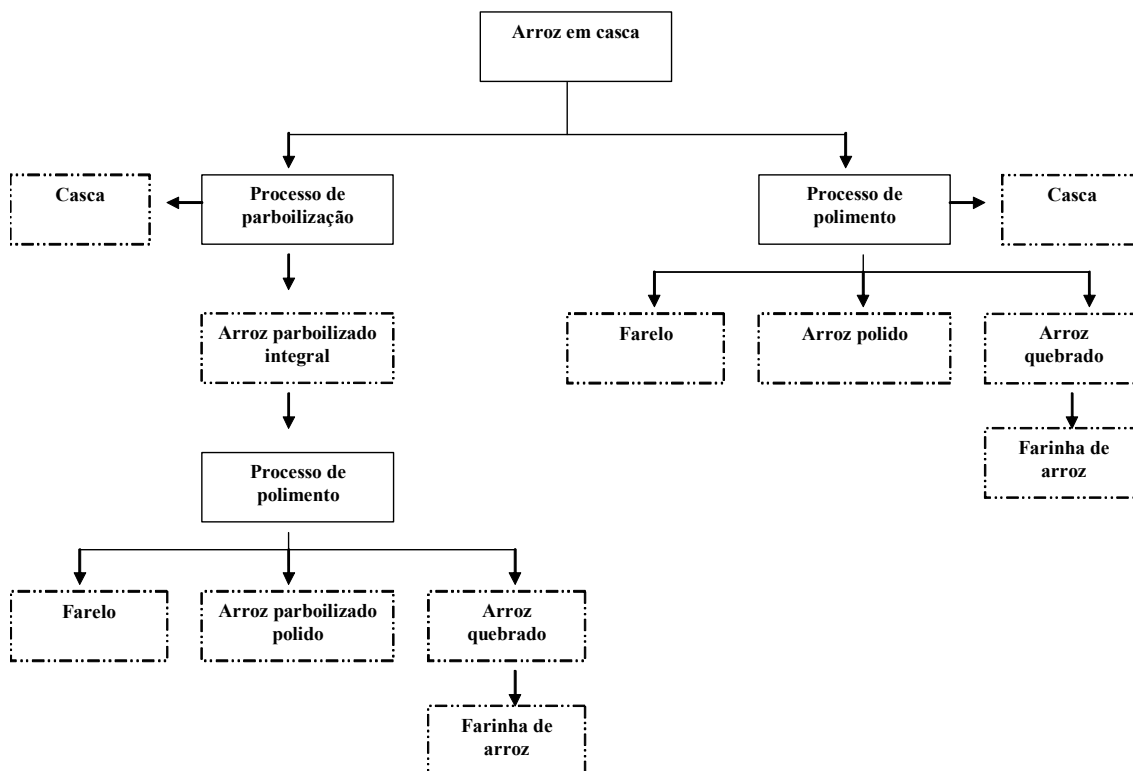


Figura 1 - Cadeia de processamento do arroz. Adaptada de JULIANO & HICKS, 1996.

O arroz integral e parboilizado integral resultam da retirada apenas da casca e, apesar de mais nutritivos, correspondem às formas menos consumidas no Brasil. As razões que levam ao seu menor consumo se devem principalmente à sua reduzida vida de prateleira e sabor diferenciado. No entanto, atualmente observa-se uma tendência mundial de aumento no consumo de cereais integrais, que se limitava a “naturalistas”, impulsionada pela contínua divulgação de seus benefícios à saúde (SLOAN, 2005).

O arroz integral é constituído pelo endosperma e embrião (germe), envoltos pelas camadas de aleurona e pericarpo. Todo o grão é recoberto por uma casca rígida, não comestível, que tem como função a proteção do ataque de insetos e fungos. Esta casca é retirada para a produção de arroz integral (JULIANO & BECHTEL, 1985; AMATO, CARVALHO & SILVEIRA, 2002). A estrutura do grão de arroz está representada na Figura 2.

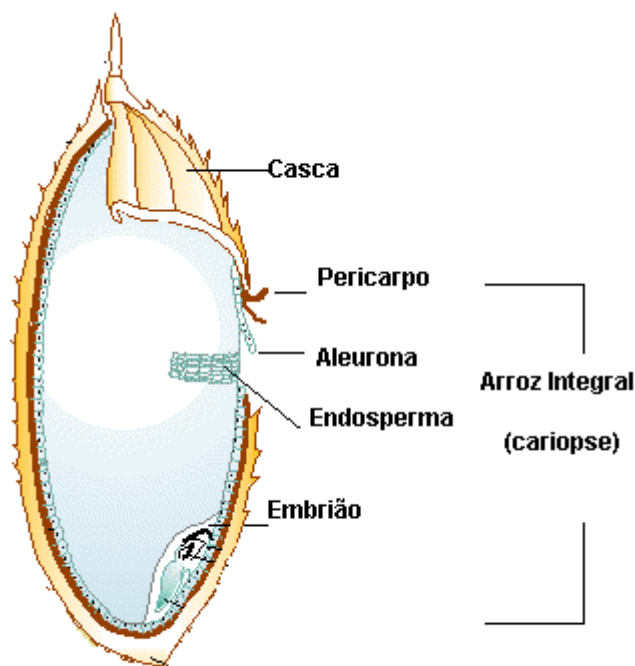


Figura 2 - Estrutura do grão de arroz. Fonte: KENNEDY & BURLINGAME, 2003.

Para a produção do arroz polido são retiradas além da casca, o pericarpo, camada de aleurona e o embrião, conhecidos como farelo de arroz, restando o endosperma que basicamente contém amido. O arroz polido é pobre em micronutrientes devido aos processos de descascamento e polimento que removem grande parte dos lipídeos, minerais e principalmente, vitaminas hidrossolúveis. (AMATO, CARVALHO & SILVEIRA, 2002).

A composição química do arroz polido comercial brasileiro gira em torno de 0,50% de lipídios, 0,47% de cinzas, 6,66% de proteínas, e a composição do arroz comercial parboilizado polido é similar (HEINEMANN, FAGUNDES, PINTO, PENTEADO & LANFER-MARQUEZ, 2005). No entanto a retenção de vitaminas e minerais é maior no arroz parboilizado polido do que no arroz polido, devido ao processo de beneficiamento.

A parboilização do arroz é um processo hidrotérmico, no qual o arroz em casca é imerso em água potável a uma temperatura superior a 58° C, seguido de gelatinização total ou parcial do amido e secagem. Depois os grãos são descascados produzindo o arroz parboilizado integral ou são descascados e polidos, resultando no arroz parboilizado polido (BRASIL, 1988). Neste processo há migração

de compostos da casca e do farelo para o interior do grão, o que implica no maior teor de vitaminas e minerais no arroz parboilizado polido do que nos grãos polidos.

Também, há diferenças no amido de ambos. De acordo com a resistência a digestão, o amido pode ser classificado em amido fisicamente inacessível (AR1), amido resistente (AR2) e amido retrogradado (AR3). O AR3 é o tipo mais comum na dieta e importante do ponto de vista tecnológico, uma vez que é resultado do processamento térmico. O AR2 tem propriedades nutricionais semelhantes às fibras alimentares, e o aumento deste tipo de amido é benéfico, visto que implica na redução do índice glicêmico. O arroz parboilizado tem maiores quantidades de AR2 do que o arroz polido, para mesmos cultivares, porque no processo de parboilização existe um rigoroso tratamento térmico (WALTER, SILVA, PAZINI, NÖRNBERG & FAGUNDES, 2003).

Além das classificações botânicas e em função do processo de beneficiamento, as variedades de arroz são usualmente consideradas conforme o teor de amilose do amido. O conteúdo de amilose, que é a fração linear do amido, é o fator que mais afeta as propriedades físico-químicas dos grãos de arroz durante o cozimento e as suas características sensoriais pós-cozimento (JULIANO & HICKS, 1996; ZHOU, ROBARDS, HELLIWELL & BLANCHARD, 2002).

De acordo com MARTINEZ & CUEVAS (1989), o arroz pode ser classificado em baixo, médio ou alto teor de amilose. Baixo, quando o teor de amilose é inferior a 22%, médio quando está entre 23 a 27% e alto quando é superior a 28%. Já, segundo JULIANO (1985), o arroz pode ser qualificado em: ceroso (0-2% de amilose), muito baixo teor (2-10% de amilose), baixo (10-20% de amilose), intermediário (20-25% de amilose) e alto (25-32% de amilose).

Quanto ao teor de amilose, as variedades de arroz mais usadas no Brasil são as com alto teor de amilose visto que o arroz cozido a partir dessas resulta em grãos com menor adesividade e relativa dureza em relação a textura, que são características de qualidade valorizadas pelos consumidores (GULARTE, 2003).

Atualmente, também existem os arrozes modificados geneticamente, ainda não utilizados no Brasil. Um deles é conhecido como *golden rice* que contém β -caroteno, precursor da vitamina A, e é destinado a pessoas com dieta imprópria, principalmente em países sub-desenvolvidos (PSZCZOLA, 2003). Outro arroz

modificado geneticamente, ainda em processo de aprovação pelo Food and Drug Administration (FDA), é o arroz com genes do leite materno humano, indicado para tratamento de crianças com diarreia (VENTRIA BIOSCIENSE, 2006). Estas modificações vêm ampliar as vantagens em relação ao uso deste cereal.

2.1.3 Características do arroz e subprodutos

O arroz é uma importante fonte de calorias na alimentação humana e mundialmente corresponde a cerca de 20% da necessidade calórica da população (ZHOU, ROBARDS, HELLIWELL & BLANCHARD, 2002; IRRI, 2006). Segundo a FAO (2005) no Brasil este cereal é responsável por 12 % das calorias ingeridas sendo portanto um dos alimentos mais presentes na dieta dos brasileiros.

O arroz apresenta, entre os cereais, maior digestibilidade, maior valor biológico e a mais elevada taxa de eficiência protéica (CHEFTEL, 1985) sendo além de uma fonte de calorias também uma importante fonte de nutrientes.

Outras vantagens estão relacionadas com o uso do arroz principalmente por este cereal ser hipoalergênico, facilmente digerível e ter sabor pouco característico (KADAN, BRYANT & BOYKIN, 2001a; KADAN, BRYANT & BOYKIN, 2001b; KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN, 2001), características estas favoráveis para o uso do arroz como ingrediente em alimentos industrializados.

Os subprodutos do processo de beneficiamento do arroz são normalmente usados como ingrediente, tendo em vista as vantagens anteriormente citadas além do menor custo (PSZCZOLA, 2001) e possível aumento do valor agregado destes subprodutos (KADAN, CHAMPAGNE, ZIEGLER JR & RICHARD, 1997).

Para todas as classes de arroz, integral, parboilizado integral, parboilizado polido ou polido, a legislação brasileira prevê um mínimo 80% de grãos inteiros para que o produto possa ser chamado de arroz. Se houver quantidades superiores a 20% de pedaços de arroz o produto não pode ser comercializado como arroz e terá que ser denominado de fragmentos de grãos (BRASIL, 1997), com valor comercial reduzido.

Principalmente os processos de polimento e parboilização seguido de polimento geram além da casca e do farelo, subprodutos como grãos quebrados,

quirera, entre outros. Os grãos quebrados são os fragmentos de arroz que ficam retidos em peneira de furos circulares de 1,75mm de diâmetro. A quirera é composta também por fragmentos de arroz, porém estes passam por essa peneira, ou seja, tem tamanho inferior ao dos grãos quebrados (BRASIL, 1997).

Estes fragmentos de arroz, grãos quebrados e/ou quirera, têm significativa redução no valor comercial (JULIANO & HICKS, 1996; KADAN, BRYANT & BOYKIN, 2001b) e as principais aplicações são para alimentação animal e como adjunto para fabricação de cervejas (JULIANO & HICKS, 1996).

Segundo TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS (2001), uma vez que os grãos quebrados têm pouca utilização industrial, a possibilidade do uso para produção de farinha de arroz e como ingrediente em produtos, como os de panificação, aumentaria o valor agregado desta matéria-prima já que se trata de subproduto do beneficiamento.

Atualmente no Brasil, são produzidas massas alimentícias à base de farinha arroz comercializadas para atender principalmente a comunidade oriental. De acordo com PSZCZOLA (2003), a utilização de arroz para o desenvolvimento de alimentos que atendam a certos grupos populacionais de hábitos alimentares característicos é interessante.

Por exemplo, na Índia, há estudos sobre a substituição de green gram (*Phaseolus radiata*), que é um tipo de leguminosa, por farinha de arroz em um pão típico, o *pesarattu* (WALDE, TUMMALA, LAKSHMINARAYAN & BALARAMAN, 2005).

Nos EUA existem trabalhos sobre a substituição total de farinha de trigo por farinha de arroz em pães, o que possibilita o consumo por pessoas celíacas, intolerantes ao glúten do trigo (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN, 2001; PZSCZOLA, 2003) e também estudos que promovem a redução calórica em produtos com substituição de farinha de trigo ou batata por farinha de arroz (KADAN, CHAMPAGNE, ZIEGLER JR & RICHARD, 1997; KADAN, BRYANT & BOYLIN, 2001a; KADAN, BRYANT & BOYLIN, 2001b), entre outros.

Na Guatemala, há referências sobre o uso parcial de farinha de arroz em pães, com objetivo de melhorá-los nutricionalmente (AGUILAR, PALOMO & BRESSANI, 2004).

No Brasil, PIZZINATTO e colaboradores desenvolveram uma farinha mista de arroz e peixe e aplicaram em pães, bolos e biscoitos com o principal intuito de aumentar o teor protéico (PIZZINATTO, VITTI, LEITÃO, MORAIS, AGUIRRE & CAMPOS, 1984).

Outros trabalhos foram realizados com o uso de farinha de arroz em sopas (CARDOSO, CONRAD, FISCHER, PINHEIRO, POLL, SCHIRMER & ELIAS, 2003) e em pães (TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS, 2001; LARA, GARCIA, PEREIRA, ANDRADE, & GALERA, 2005). Também foi estudado o uso de farinha de arroz em substituição a fécula de mandioca em pães de queijo (FERREIRA, LINO-LÔBO, MORAL-GIL & GALERA, 2005) e em biscoitos (WEBER, BOCHI, VICTÓRIO, SILVA & EMANUELLI, 2005).

Além da farinha, o emprego de outros derivados do arroz, como o óleo, amido, gérmen e farelo podem contribuir favoravelmente na formulação de alimentos e são cada vez mais utilizados em inúmeros produtos (GANNON, 1998; PZSCZOLA, 2001).

2.2 Produtos de panificação

Os produtos de panificação e principalmente os pães são alimentos muito difundidos e consumidos em todo o mundo e portanto, são considerados importante fonte de nutrientes para a população (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001; GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que cada pessoa ingira em torno de 60 kg de pães por ano, por tratar-se de uma rica fonte de carboidratos. Segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Panificação (ABIP, 2006), o brasileiro consome em torno de 30 quilos de pães *per capita* por ano. Este consumo aumentou significativamente em 2005, aproximadamente 11%, devido principalmente à desvalorização do dólar, que reduziu o preço do trigo importado, principal ingrediente na fabricação dos pães.

Os pães são definidos segundo o regulamento técnico para produtos de

cereais, amidos, farinhas e farelos, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, como os produtos obtidos da farinha de trigo e/ou outras farinhas, adicionados de líquidos, fermentados ou não, e cozidos, podendo conter outros ingredientes. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005). Em relação à versão anterior da legislação, houve uma mudança considerável pois esta obrigava a presença de glúten em pães, hoje não mais obrigatória.

2.2.1 *Farinha de trigo e glúten*

O trigo é o cereal mais usado na fabricação de pães porque têm as proteínas gliadina e glutenina, formadoras do glúten, em quantidade e qualidade ideais para a qualidade dos produtos de panificação. No entanto, em alguns lugares do mundo, como por exemplo, na Alemanha, o trigo é amplamente substituído por centeio. Mundialmente, outros tipos de farinhas de cereais são usadas em menor escala (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Dentre as farinhas dos diferentes cereais, apenas a do trigo tem habilidade de formar uma massa viscoelástica que retém o gás produzido durante a fermentação e nos primeiros estágios de cozimento do pão, dando origem a um produto leve. As proteínas do glúten são as principais responsáveis por esta característica (TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS, 2001).

A qualidade do glúten do trigo varia em função das variedades plantadas e condições de cultivo como adubação, temperatura, índice pluviométrico, entre outros. A qualidade do glúten pode ser avaliada através de farinografia, extensografia e alveografia (CANADIAN GRAIN COMMISSION, 2004). No Brasil, o parâmetro previsto na legislação para caracterização do glúten é a força determinada por alveógrafia. Desta forma o trigo (*Triticum aestivum* L.), em razão do conteúdo e da qualidade do glúten, é qualificado em quatro classes descritas na Tabela 1 (BRASIL, 2001).

Tabela 1- Classes de trigo em relação a força do glúten. Fonte: BRASIL, 2001.

Classes de trigo	Valor mínimo da força do glúten (10^4 J)
Brando	50
Pão	180
Melhorador	300
Outros usos	Qualquer

Cada uma das classes de trigo é indicada para um tipo de produto final em razão das características da farinha de trigo que implicarão em diferenças nos produtos finais. A farinha de trigo brando é indicada para biscoitos, de trigo pão é para fabricação de pães e do trigo melhorador para massas alimentícias: macarrões. O trigo para outros usos é aquele que não obteve o padrão mínimo para classificação e é normalmente usado para ração animal. A qualidade dos produtos de panificação está intimamente ligada à qualidade das proteínas do glúten (BAARDSETH, KVAAL, LEA, ELLEKJAER & FAERGESTAD, 2000; GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Além das proteínas formadoras do glúten (gliadina e glutenina), existem as albuminas e globulinas que são classificadas em razão da funcionalidade como proteínas não formadoras do glúten. As albuminas e globulinas representam aproximadamente 15 a 20% do teor protéico total do trigo e tem menor importância tecnológica. As gliadinas e gluteninas correspondem de 80 a 85% do total de proteína do trigo e são mais importantes tecnologicamente (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

A gliadina apresenta um peso molecular médio de 40.000 kDa, cadeia simples e é extremamente gomosa quando hidratada, apresentando pouca ou nenhuma resistência a extensão, e sendo, portanto, responsável pela coesividade da massa. A glutenina é formada por várias cadeias ligadas entre si, apresentando peso molecular médio que varia de 100.000 kDa a vários mil, é elástica e não coesiva e fornece a massa à propriedade de resistência a extensão (TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS, 2001).

Quando a farinha de trigo é misturada com a água e homogeneizada

mecanicamente, no processo de fabricação de pães, há hidratação das proteínas gliadina e glutenina da farinha de trigo e essas formam um complexo protéico pela sua associação através de pontes de hidrogênio, ligações de Van der Waals, e pontes dissulfeto, formando o glúten (BOBBIO & BOBBIO, 2001).

As propriedades do glúten estão intimamente ligadas a retenção de gás, característica relacionada ao volume dos produtos de panificação, e a textura do miolo (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

No entanto, não só o glúten interfere nas características sensoriais dos produtos de panificação. Em estudos conduzidos com adição de glúten obtido a partir do trigo, em farinha de arroz, os pães produzidos tiveram volume inferior em relação ao controle, feito somente com farinha de trigo. Também, os pães produzidos com amido de trigo e adição de glúten resultaram em volume inferior ao controle, o que indica que não apenas o glúten, mas a interação com outros componentes próprios da farinha de trigo é necessária para a obtenção de produtos de panificação de boa qualidade (TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS, 2001).

2.2.2 *Amido do trigo*

O amido é o principal constituinte dos cereais, inclusive do trigo, e é composto principalmente por duas frações de polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina. A amilose tem estrutura linear e as moléculas de glicose, de 500 a 6000 unidades de glicose, estão conectadas por ligações α -1,4. Atualmente é reconhecido que na amilose também existem poucas ligações α -1,6. A amilopectina é um polímero de alto peso molecular, composto de 3×10^5 a 3×10^6 unidades de glicose, com estrutura ramificada, e ligações α -1,4 e α -1,6 (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

A quantidade de amido na farinha de trigo varia de 57% a 71%, em função do processo de moagem para obtenção das farinhas (CALAVERAS, 1996). Os grânulos do amido de trigo variam entre 2 e 38 micrômetros, e a relação entre amilose:amilopectina normalmente encontra-se entre 25-28:75-72, e é diferente em

função do tipo de trigo (LINDEN & LORIENT, 1996; GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Durante o processo convencional de moagem do trigo uma quantidade significativa de amido, cerca de 8%, é danificado. Este dano mecânico na estrutura granular provoca mudanças e afeta as propriedades do amido. O amido danificado perde a birrefringência, é mais susceptível a hidrólise enzimática e tem uma maior absorção de água (HOSENEY, 1984).

Em temperatura ambiente, o amido tem capacidade limitada de absorção de água e este processo é reversível (RASPER, 1982). Durante o preparo da massa dos pães, que corre em temperatura ambiente, o amido da farinha de trigo absorve cerca de 46% do seu peso em água. O mecanismo das reações durante esta fase de mistura e amassamento ainda não é bem esclarecido (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Quando a massa dos pães é aquecida acima da temperatura mínima de gelatinização que é uma característica intrínseca de cada tipo de amido, ocorrem modificações irreversíveis na organização molecular dos grânulos de amido, há retenção de água e formação da pasta de amido, mais viscosa que a suspensão inicial (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

São rompidas as pontes de hidrogênio a possibilidade de absorção de água é significativamente aumentada, e é produzida então uma pasta viscosa. Este processo é dito gelatinização e é irreversível (RASPER, 1982).

No aquecimento das massas além da gelatinização do amido há também a desnaturação das proteínas, formando uma estrutura rígida. Estas modificações no amido e nas proteínas são as principais responsáveis pela manutenção do formato dos pães. Ocorre também a reação de *Maillard* responsável pela cor e aroma típicos dos produtos de panificação (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997).

Os outros ingredientes usados na fabricação de produtos de panificação influenciam nas propriedades de gelatinização do amido (GALVANI, CAMARGO & CIACCO, 1994).

Os lipídios e emulsificantes provavelmente formam um complexo com a amilose e recobrem os grânulos de amido, reduzindo desta forma a capacidade de

absorção de água. No entanto há inúmeras divergências sobre os mecanismos de interação entre o amido e os lipídios e emulsificantes (GALVANI, CAMARGO & CIACCO, 1994).

Os açúcares retardam o processo de gelatinização do amido. Uma das explicações mais aceitas é de que existe uma competição entre o amido e o açúcar pela água disponível, o que dificulta a hidratação do amido durante o cozimento. Quanto aos sais, seu efeito está relacionado ao tipo de sal e concentração (GALVANI, CAMARGO & CIACCO, 1994).

Depois da gelatinização, tem início o processo de retrogradação do amido. A retrogradação tem grande importância na que diz respeito a perda de qualidade em alimentos a base de cereais durante a estocagem (STEINMETZ, 2002; YAO, ZHANG & DING, 2002). A retrogradação do amido implica em aumento da firmeza dos produtos, dureza, e opacidade, além da eliminação de parte da água absorvida na gelatinização, determinado sinerese (GALVANI, CAMARGO & CIACCO, 1994).

Nos pães depois de cozidos, parte da amilose do amido fica solubilizada e forma uma rede contínua na qual grânulos disformes são interligados com a amilose o que resulta em uma rápida retrogradação, fundamental ao processo de estruturação física do pão. Por isso, farinhas de trigo sem amilose, provenientes de amidos cerosos, não são adequadas para fabricação de pães e seus produtos ficam com péssimas características de textura pós preparo (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Durante a vida de prateleira dos pães, os anéis externos da amilopectina do amido tendem a formar duplas hélices que se agregam em cristais. Esta recristalização também faz parte do processo de retrogradação. A velocidade das reações está ligada a fatores como o tipo do amido, estrutura da amilopectina, quantidade de amilose, existência de componentes como proteínas e lipídios (YAO, ZHANG & DING, 2002). Além destes, fatores externos como temperatura, pH, umidade, presença de compostos como lipídios e emulsificantes (GALVANI, CAMARGO & CIACCO, 1994).

Segundo GRAY & BEMILLER (2003), na grande maioria dos estudos sobre envelhecimento de pães, os problemas são atribuídos ao processo de retrogradação da fração de amilopectina do amido visto que a amilose já sofreu retrogradação

imediatamente pós-cozimento.

No entanto, outros autores sugerem que as reações durante a vida de prateleira dos produtos de panificação são originárias de fenômenos complexos com inúmeros constituintes e mecanismos (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Na Figura 3, segue a representação esquemática das mudanças que ocorrem na mistura de amido e água durante o aquecimento, resfriamento e armazenamento dos pães.



Figura 3 – Representação das mudanças que ocorrem com o amido em água durante o aquecimento, resfriamento e armazenamento dos pães. I – amido cru, II e III – gelatinização com inchamento dos grânulos de amido e parcial quebra da estrutura granular, IV – retrogradação durante o resfriamento (amilose), V – retrogradação durante a estocagem (amilopectina). Fonte: GOESAERT e colaboradores, 2005.

2.2.3 Enzimas e fermento biológico na produção de pães

Além do glúten e do amido, as enzimas amilases presentes no trigo também tem grande importância tecnológica para a produção de pães. Estas enzimas, que estão naturalmente presentes na farinha de trigo, têm suas respectivas atividades variáveis. As farinhas de trigo comerciais têm normalmente alto teor de β -amilase e atividade reduzida de α -amilase (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Para melhorar a qualidade dos pães, α -amilases são rotineiramente adicionadas aos produtos de panificação sendo normalmente selecionadas as de origem fúngica, devido à menor estabilidade térmica, de modo que a sua ação cessa durante o cozimento dos produtos (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE,

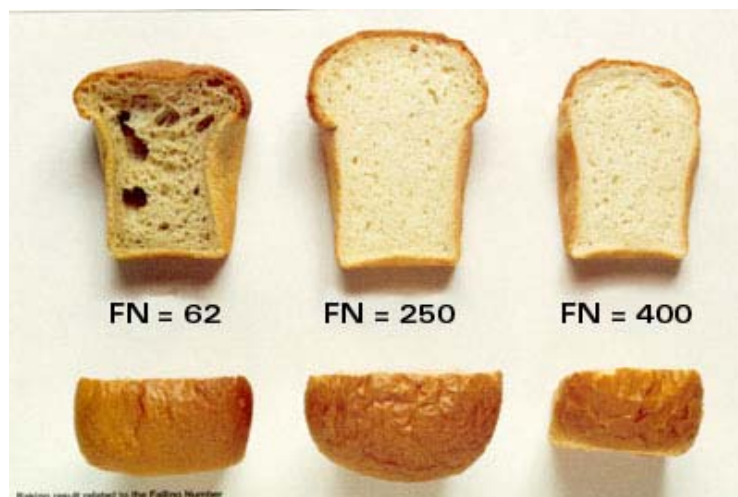
COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

A ação enzimática das amilases ocorre principalmente sobre o amido danificado e produz dextrinas, maltose, glicose. A maltose e a glicose são importantes para a cor da casca e o sabor dos produtos de panificação devido à reação de *Maillard* e para a fermentação, por ser substrato para o fermento (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

A farinha de trigo possui naturalmente teores em torno de 0,5 a 1,0% de açúcares fermentescíveis o que, no entanto, é uma quantidade insuficiente para o processo de fermentação. Assim, a degradação do amido através da ação enzimática é fundamental para disponibilizar substrato para o fermento produzir gás e outros compostos durante a fermentação (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997; GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Quanto a enzima α -amilase, usualmente para a farinha de trigo este teor é determinado indiretamente pela análise de *falling number* (FN). De acordo com o fabricante do equipamento, FN=250 segundos é ideal para a fabricação de pães. Segundo a legislação brasileira, trigos com FN inferior a 200 segundos não são indicados para a utilização em pães (BRASIL, 2001).

O FN muito baixo indica que o teor de α -amilase é muito alto e quantidades excessivas de amido serão hidrolisadas durante os primeiros estágios do cozimento dos pães, o que resulta em pães muito escuros e com pequeno volume. Farinhas de trigo com alto FN também resultam em decréscimo de qualidade. Isto porque menores teores de α -amilase resultarão em menor hidrólise de amido e conseqüentemente menor disponibilidade de açúcares, substrato para o fermento e para a reação de *Maillard*. (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997). Na Figura 4, seguem fotos de pães de forma elaborados com farinhas de trigo com diferentes valores de *falling number* (FN).



**Figura 4 – Pães de forma feitos com farinha de trigo de diferentes *Falling Number* (FN).
Fonte: Perten, 2006.**

Portanto, para a produção de pães com boas características de qualidade, há uma interação entre a quantidade e qualidade do glúten da farinha de trigo, o amido e as enzimas. Também o fermento biológico e o processo de produção.

Sobre o fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*), as características de qualidade necessárias aos produtos comerciais são inúmeras. A levedura que compõem este produto precisa tolerar variações de temperatura e pH, presença ou não de sacarose e gordura nas formulações e o uso de conservadores. E necessita, mesmo que em condições não ideais, produzir resultados satisfatórios (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997).

2.3 Substituição da farinha de trigo por outros ingredientes

Apesar de o trigo ter qualidades fundamentais na produção de pães, existem vários trabalhos específicos da área de alimentos sobre a substituição da farinha de trigo por outros ingredientes na fabricação de produtos de panificação. Alguns estudos realizados no Brasil são citados a seguir em ordem cronológica.

SILVEIRA e colaboradores (1981) estudaram a substituição parcial de farinha de trigo por farinha composta de extrato de soja e de arroz em pães tipo francês e de forma. Neste trabalho, concluiu-se que a substituição de 10% de farinha de trigo é possível, visto os pães produzidos desta forma terem sido aceitos sensorialmente

(SILVEIRA, TRAVAGLINI, VITTI, CAMPOS, AGUIRRE, FIGUEIREDO & SHIROSE, 1981).

LEITÃO e equipe (1984) fizeram um estudo sobre a troca de farinha de trigo por farinha de duas cultivares de triticales (PFT 766 e Cinamon) em macarrão, bolo e biscoito. Os resultados obtidos foram promissores, indicando que a qualidade sensorial do produto feito com farinha de trigo foi semelhante a dos produtos feitos com a proporção 75:25, farinha de trigo:farinha de triticales (LEITÃO, PIZZINATTO, VITTI, SHIROSE & MORI, 1984). Em trabalho similar, foi testado o uso de farinha mista de polpa de peixe e arroz em pães, biscoito e macarrão. Contudo, neste caso, todos os produtos foram rejeitados sensorialmente em função do odor característico de peixe (PIZZINATTO, VITTI, LEITÃO, MORAIS, AGUIRRE & CAMPOS, 1984).

Ainda em pães, foi empregada farinha de batata doce, até a proporção máxima 80:20, farinha de trigo: farinha de batata doce, que provocou alterações no volume, na textura e na cor dos produtos, não sendo indicada esta permuta parcial (SAVELLI, PADUA, DOBRZYCKI & CAL-VIDAL, 1995).

FONSECA e equipe (1997), pesquisaram a substituição de farinha de trigo por farelo de trigo, desta forma aumentando o teor de fibras dos pães. Foi proposta do estudo verificar esta substituição até o limite máximo de 20% e concluiu-se que a quantidade máxima de farelo de trigo seria em torno de 15% (FONSECA, ARAÚJO, FALCIROLLI, PILLA & MARQUES, 1997).

TEDRUS e colaboradores (2003) testaram à adição de glúten proveniente do trigo em farinhas de arroz e aveia e, no geral os pães obtiveram características aceitáveis, embora inferiores a dos pães feitos com farinha de trigo (TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS, 2001).

Também foi estudada a troca total de farinha de trigo por farinha de sarraceno (*Fogopyrum esculentum* Moench) em pães e bolos com objetivo de produzir produtos de panificação para celíacos, consumidores que não podem ingerir produtos a base de farinha de trigo devido à intolerância a gliadina. Concluiu-se que a perda da qualidade nos pães torn-os inaceitáveis, mas que m bolos esta substituição é possível considerando o público alvo (GALERA, LOPES, QUIRINO & ROSA, 2005).

Existem outras inúmeras referências na literatura sugerindo a troca parcial de

farinha de trigo em produtos de panificação. A maioria dos trabalhos é justificada pela possibilidade de melhoria nutricional pela adição de outros ingredientes nos produtos de panificação.

A substituição total da farinha de trigo também é estudada, mas somente com fins específicos, visto que a retirada da farinha de trigo dos pães implica em razoável perda de qualidade em função da mudança de composição química e da ausência de glúten.

2.3.1 Substituição da farinha de trigo por farinha de arroz

A substituição da farinha de trigo por farinha de arroz em produtos de panificação é interessante por vários motivos.

Primeiro, porque o Brasil é praticamente auto-suficiente na produção para o consumo interno de arroz e um grande importador de trigo. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, (2005) o Brasil importou cerca de 50% do que consumiu de trigo e somente 5% de arroz, no ano de 2005.

Outra razão que favorece o arroz quebrado é o preço. Segundo dados da Bolsa de Cereais de São Paulo, o saco de 50 kg de farinha de trigo para panificação foi comercializada por R\$ 42,00 e os quebrados de arroz⁴ em sacos de 60 kg a R\$ 17,00, em abril de 2006 (SAFRAS & MERCADO, 2006) o que significa um valor aproximadamente 66% menor em relação à farinha de trigo.

Além dos aspectos econômicos, ressalta-se a importância da utilização de uma farinha que possa oferecer ao consumidor um produto com boas qualidades sensoriais e nutricionais. Embora ambos os cereais seja, limitantes em aminoácidos sulfurados, a farinha de arroz é superior à farinha de trigo por apresentar uma composição mais balanceada em lisina, metionina e treonina. A qualidade nutricional do pão é beneficiada pela adição de farinha de arroz (SILVEIRA, TRAVAGLINI, VITTI, CAMPOS, AGUIRRE, FIGUEIREDO & SHIROSE, 1981; AGUILAR, PALOMO & BRESSANI, 2004).

⁴ No Brasil, não há cotação oficial para farinha de arroz, que é resultado da moagem e peneiramento dos quebrados de arroz.

Também, produtos elaborados com farinha de arroz têm grande digestibilidade e reduzida alergenicidade (KADAN, BRYANT & BOYKIN, 2001a; KADAN, BRYANT & BOYKIN, 2001b; KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001). Isto é positivo visto o aumento no número de pessoas com algum tipo de alergia a alimentos, atingindo cerca de 10 a 12 milhões nos Estados Unidos (TAYLOR & HEFLE, 2005).

Portanto, a necessidade de redução de custos por parte do setor de panificação e também a crescente preocupação por parte dos consumidores com uma dieta saudável tem se traduzido na produção de produtos melhores para a saúde e bem-estar, a um custo reduzido. Atualmente, estes requisitos têm se manifestado através da disponibilidade de produtos *diet*, *light* e principalmente integrais no mercado (WATANABE, 2003).

Em relação aos consumidores, o sobrepeso e a obesidade já são considerados epidemias mundiais. Nos EUA, 64 % dos adultos são considerados obesos ou com sobrepeso (APOVIAN, 2006). No Brasil, a obesidade vem sendo registrada com preocupação, dando origem a campanhas de informação e de orientação à população. Algumas pesquisas realizadas em cidades brasileiras mostram que o sobrepeso e a obesidade já atingem inclusive as crianças e adolescentes em altos índices, 35% em Recife-Pe e 18% na faixa etária de 7 a 10 anos, em Santos-SP (OLIVEIRA & FISBERG, 2003).

As principais causas da obesidade são a falta de atividade física e os hábitos alimentares. O crescente aumento no consumo de produtos com alto teor de gordura contribui para a obesidade e o sobrepeso. Mas, apesar dos efeitos prejudiciais à saúde atribuídos ao consumo de gorduras em excesso, a maioria dos consumidores considera difícil a exclusão de alimentos ricos em gordura de sua dieta (SUMMERKAMP & HESSER, 1990).

Inúmeras propostas têm sido sugeridas para diminuir o consumo de gorduras, como a modificação dos hábitos alimentares para conduzir a um equilíbrio nutricional, substituição da gordura por ingredientes menos calóricos e uma terceira possibilidade, a diminuição do conteúdo de lipídios dos alimentos sem modificações drásticas no comportamento alimentar (ZAMBRANO & CAMARGO, 1999).

Em *donuts* (produto de panificação similar ao sonho), que representam um

mercado bilionário nos EUA, foi feita a substituição da farinha de trigo por farinha de arroz e adicionado aos demais ingredientes o amido modificado de arroz. O produto obtido depois do processamento, que inclui a etapa de fritura, obteve 70% de redução no teor de lipídios (KLAPTHOR, 2001; PSZCZOLA, 2001).

O mesmo grupo de pesquisadores, KADAN e colaboradores, que trabalhou com os *donuts*, também produziu um produto similar à batata frita tipo palito a partir de farinha de arroz, utilizando o processo de extrusão. No primeiro estudo, foram avaliados dez tipos diferentes de arroz, com teores de amilose distintos. Neste estudo, os autores concluíram que uma farinha de arroz com baixo teor de amilose reduz significativamente o teor de lipídios no produto final, no entanto o alto teor de amilose seria mais adequado quanto à textura do produto elaborado com arroz (KADAN, CHAMPAGNE, ZIEGLER JR & RICHARD, 1997).

Em outra pesquisa com o produto similar a batata frita, foram utilizadas diferentes proporções de dois tipos de farinhas de arroz com alto e baixo teores de amilose, e avaliado o teor de lipídios e a textura no produto pronto (KADAN, BRYANT & BOYLIN, 2001a).

O primeiro tipo de farinha foi obtido de grãos de arroz ceroso e, portanto, com reduzido teor de amilose, e o segundo tipo de farinha foi obtido de grãos de arroz com teor de amilose igual a 21,5%. As proporções entre as farinhas e os resultados de teores de lipídios encontram-se na Tabela 2. O teor de lipídios foi determinado pelo método de *Soxhlet*.

Tabela 2 - Teor de lipídios em produto similar a batata frita feito com diferentes tipos e proporções de farinha de arroz e, em batata frita comercial.

Arroz ceroso : Arroz com teor de amilose 21,5%	Teor de lipídios (%)
60:40 (*)	13,8
80:20 (*)	18,0
Batata frita comercial (**)	23,2

(*) Nas mesmas condições de processamento, (**) Adquirida em rede de *fast-food*.

Os resultados obtidos no experimento indicam que os produtos feitos com farinha de arroz absorveram, durante a fritura, significativamente menos óleo que o produto feito a partir da batata. Também, que o produto feito com a mistura de farinhas contendo 80% de farinha de arroz ceroso (reduzido teor de amilose) e 20% de farinha de arroz com 21,5% de amilose, resultou em menor teor de lipídios, quando submetido ao mesmo processo de extrusão e fritura, entretanto foi detectado um problema sensorial de textura, o produto ficou gomoso ao ser mastigado. Concluiu-se que o menor teor de amilose implica produtos com menor teor de lipídios porém com características sensoriais inadequadas (KADAN, BRYANT & BOYLIN, 2001a).

KADAN e colaboradores (2001) também testaram a troca total de farinha de trigo por farinha de arroz em pães. Concluíram que os pães elaborados com farinha de arroz tiveram menor volume específico, textura mais dura e maior tendência a retrogradação, e conseqüentemente, menor vida de prateleira. Também que o produto não atingiu as expectativas do público consumidor, celíacos, no que se refere à qualidade (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001).

Segundo AGUILAR, PALOMO & BRESSANI, (2004), a substituição de farinha de trigo por farinha de arroz, em produtos de panificação, reduz a elasticidade e a capacidade de retenção de gás carbônico, produzido durante a fermentação, resultando em produtos mais compactos.

Estes produtos mais compactos remetem ao fato do arroz ter, em relação ao trigo, menor teor de proteínas e, estas são hidrofóbicas e, portanto, resistem a absorver água em pH neutro. Também, não tem características de elasticidade, próprias do glúten (gliadina e glutenina) do trigo e fundamental para fabricação de pães (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001).

Quanto ao amido do trigo e do arroz, cada tipo tem seu comportamento reológico, viscosidade máxima, faixa de temperatura de gelatinização e estabilidade. A reologia de cada tipo de amido também é influenciada por inúmeros fatores como variedade da fonte, tratos culturais, concentração do amido na dispersão entre outros (TIPPLES, 1982).

O amido do arroz tem características funcionais diferenciadas em relação ao do trigo, como o menor tamanho de grânulos, 3 a 9 µm (JULIANO & HICKS, 1996),

comparado com amido do trigo, 2 μ m a 38 μ m (CALAVERAS, 1996; LINDEN & LORIENT, 1996; PSZCZOLA, 2003).

As propriedades do amido são determinadas em função da fonte, da proporção entre as moléculas de amilose e a amilopectina presentes nos grânulos além do peso molecular e da interação entre essas moléculas (RASPER, 1982). De acordo com NISHITA & BEAN, 1979, variedades de arroz com baixos teores de amilose e menores temperaturas de gelatinização resultam em pães com melhores características de textura (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001).

Além das diferenças nas características do amido, ausência de glúten, e o menor teor protéico da farinha de arroz em relação a de trigo, há também de se considerar as enzimas, que são fundamentais no processo de fabricação de produtos de panificação. Enquanto a farinha de trigo tem alto teor de β -amilase e atividade reduzida de α -amilase (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005), as enzimas amilases do arroz estão presentes no farelo do arroz e não no endosperma. Portanto, tanto o arroz polido quando o arroz parboilizado polido têm quantidades insignificantes de amilases, visto que o farelo é retirado na operação de polimento (ZHOU, ROBARDS, HELLIWELL & BLANCHARD, 2002).

Também, os tamanhos das partículas das farinhas resultantes dos processos de moagem dos cereais têm influência direta na textura, nas características sensoriais e nas características funcionais dos produtos, por exemplo, na absorção de água, viscosidade e absorção de óleo (WALDE; TUMMALA, LAKSHMINARAYAN & BALARAMAN, 2005).

Quanto à utilização parcial de farinha de arroz nos produtos de panificação, indica-se que a substituição de farinha de trigo por até 30% de farinha de arroz é aceitável, sendo que a adição de 5% até 10% de farinha de arroz é dificilmente detectada sensorialmente (PIZZINATTO, 1977; AGUILAR, PALOMO & BRESSANI, 2004).

De acordo com AGUILAR, PALOMO & BRESSANI (2004) para pães tipo forma, substituições com 15, 20, 30 e 40% ficaram significativamente menores em relação ao volume do produto feito somente com farinha de trigo e as amostras

feitas com 50 e 60% de farinha de arroz foram reprovadas sensorialmente. Mesmo assim, os autores indicaram a substituição de 30% de farinha de trigo por arroz em pães, visto que este produto teve um bom grau de aceitação sensorial e apesar de apresentar menor teor de proteínas que o produto elaborado somente com farinha de trigo, os pães tiveram proteínas de melhor qualidade e menor teor de sódio.

Assim, a substituição de farinha de trigo por farinha de arroz em produtos de panificação, produto teste sonho⁵, justifica-se:

- (1) Pela possibilidade de melhoria em características nutricionais e sensoriais no produto final. Nutricionais, porque o arroz tem proteínas de melhor qualidade em relação ao trigo, maior digestibilidade e reduzida alergenicidade. Sensoriais, porque a farinha de arroz tem sabor pouco pronunciado, o que praticamente não interfere no sabor do produto final.
- (2) Devido ao custo da farinha de arroz, que por tratar-se de sub-produto do beneficiamento do arroz, é muito inferior ao da farinha de trigo. Bem como, pela ampliação da demanda da farinha de arroz.
- (3) Porque o Brasil é praticamente auto-suficiente na produção de arroz, enquanto o trigo é em grande parte importado.
- (4) Por existir a possibilidade de redução de lipídios nos sonhos feitos com a substituição de farinha de trigo por farinha de arroz.

⁵ O sonho, produto tipicamente brasileiro similar ao *donut*, é um tipo de pão, tanto pela definição oficial, quanto pela tecnologia empregada na fabricação. É convencionalmente produzido e vendido nos estabelecimentos do ramo de panificação. A principal diferença entre o sonho e os pães é o processo de cozimento, que nos sonhos é feito por fritura e nos pães por forneamento.

3 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz visando obter um produto de panificação (sonho) com as características físico-químicas e sensoriais do sonho produzido exclusivamente com farinha de trigo e com isso reduzir os custos com ingredientes para a fabricação do sonho. Também foi objetivo verificar a absorção de óleo.

3.1 *Objetivos específicos*

- Produzir formulações de sonhos, distintas, variando o tipo de arroz e a substituição de farinha de trigo por farinha de arroz, nas proporções farinha de trigo:farinha de arroz 90:10, 80:20, 70:30 e 60:40.
- Verificar o efeito da substituição por arroz com diferentes teores de amilose/amilopectina, o efeito da parboilização do arroz e da porcentagem de substituição de farinha de trigo por arroz sobre características físico-químicas e sensoriais dos sonhos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 *Material*

4.1.1 Amostras de farinha de trigo e de arroz

Para todas as formulações de massa foi utilizada farinha de trigo especial para produção de pães, marca Mabel, cedida pelo moinho de trigo Cipa/Mabel, em dezembro de 2005. A substituição da farinha de trigo por arroz foi feita com uma das quatro amostras de arroz descritas a seguir.

Arroz polido

Foram testadas duas amostras comerciais de arroz polido (*Oryza sativa* L.).

A primeira era da marca Momiji®, classe longo, tipo 1, (fabricação 27 de setembro de 2005). Segundo informações do fabricante Camil Alimentos, Itaqui-RS, este arroz é beneficiado a partir de uma variedade única de arroz, identificada como Yruá, proveniente da Argentina. Este arroz é de consumo habitual na culinária oriental. Apesar deste produto destinar-se a um grupo populacional específico e, portanto, com uma importância comercial relativamente baixa, ele foi selecionado por constituir uma amostra com reduzido teor de amilose.

A segunda amostra comercial de arroz polido foi da marca Cristal®, classe longo fino, tipo 1, (fabricação 18 de outubro de 2005). De acordo com a empresa produtora Arroz Cristal®, Goiânia-GO, este produto é proveniente de uma mistura de variedades com características agrônomicas similares, cultivadas nos estados Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O arroz Cristal® tem grande importância comercial, e detém aproximadamente 40% do mercado de arroz beneficiado consumido no estado de Goiás.

Ambas amostras são de arroz tipo 1 que corresponde à classificação de acordo com uma escala de 1 a 5, baseada na porcentagem em peso de arroz com defeitos, conforme legislação brasileira. A classe que pode ser longo fino, longo, médio e curto refere-se às medidas de comprimento e diâmetro dos grãos (BRASIL, 1988).

Estas amostras de arroz foram adquiridas no mercado local de Goiânia.

Arroz parboilizado polido

Foram utilizadas duas amostras de arroz parboilizado e polido, produzidas e beneficiadas pelo Instituto Riograndense de Arroz (IRGA).

Selecionaram-se as variedades, Formosa e Irga 417, que tinham diferentes teores de amilose, ambas colhidas na safra 2004/2005. Esta última corresponde à variedade mais produzida no Rio Grande do Sul.

Os arrozes Formosa e Irga 417, foram parboilizados em escala piloto nas dependências do IRGA, sob orientação do pesquisador Carlos Alberto A. Fagundes, conforme fluxograma apresentado na Figura 5. O processo de parboilização seguiu as operações descritas por ELIAS, ROMBALDI, SILVA, NORA, & DIAS (1996) adaptadas e otimizadas às condições existentes no laboratório do IRGA.

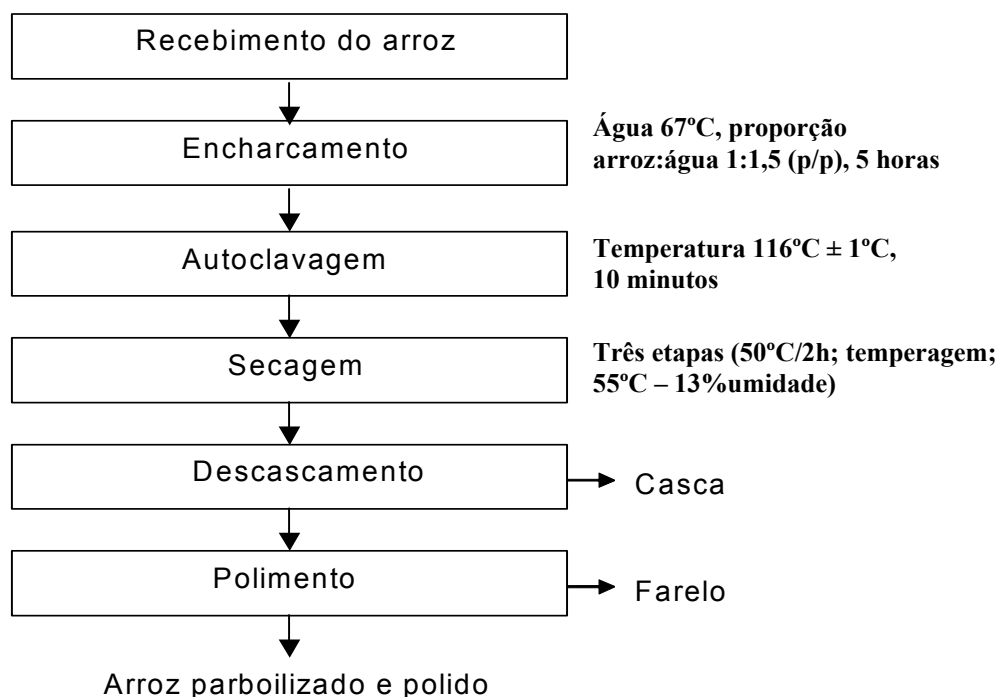


Figura 5 - Fluxograma do processo de parboilização de arroz. Figura adaptada de ELIAS, ROMBALDI, SILVA, NORA, & DIAS,1996.

O processo de parboilização pode ser descrito resumidamente conforme segue. Na operação de encharcamento, as amostras do arroz com casca, depois de removidas impurezas e matérias estranhas e com teor de umidade ao redor de 13% foram acondicionadas em sacos de filó, com 1,5kg cada. Cada amostra de 1,5 kg foi colocada em um balde de plástico previamente identificado, adicionada de água destilada a uma temperatura de 67°C, numa relação de peso grão:água de 1:1,5.

Os baldes foram imediatamente colocados em um protótipo de tanque de encharcamento dotado de resistência elétrica e termostato digital, contando-se a partir daí o tempo de encharcamento. O tempo utilizado foi de 300 minutos (5 horas), mantendo-se uma temperatura constante de 65±2°C.

Em seguida, a autoclavagem, foi realizada em autoclave horizontal, marca SERCON, modelo HFA-19 a 116±1°C, pressão de 0,60±0,05kPa, por 10 minutos para cada batelada.

Posteriormente, na operação secagem, foi usado um secador para cereais, marca INTECNIAL, modelo SAC-18, com 18 caixas para amostras, medindo 150 x 150 x 150mm, dotado de ventilador axial com vazão de 1,3m³/s, acoplado a um motor elétrico trifásico de 1CV. O ar foi aquecido por 18 lâmpadas infra-vermelho de 250W/220V, dispostas em 2 fileiras paralelas internamente no secador, as quais foram acionadas por uma chave termo reguladora com escala de 0 a 100°C. O secador mede 1,24m de comprimento por 0,80m de altura e 0,64m de largura.

A temperatura do ar no secador foi de 50±2° C e as amostras permaneceram em torno de 2h, até atingirem cerca de 16±2% de umidade. Logo após a secagem as amostras foram mantidas em descanso (temperagem) por um período de 4 a 6 horas, para que a água do interior do grão pudesse migrar para a área externa do grão, mais seca, e assim promover um equilíbrio na umidade.

A secagem complementar foi realizada no mesmo secador com a temperatura do ar de 55±2°C até as amostras atingirem cerca de 13% de umidade com temperatura da massa de grãos não ultrapassando 40°C.

Novamente, ocorreu a temperagem, deixando-se as amostras em repouso dentro dos secadores por um período de 12 a 24 horas, também para promover o equilíbrio hidrotérmico dos grãos antes do descascamento.

Em seqüência, no processo de descascamento e polimento dos grãos, os mesmos foram descascados e polidos em engenho de provas marca ZACCARIA, modelo PAZ-1-DT com tempo de permanência das amostras descascadas no brunidor de 1,5 minutos.

A última operação do processo de parboilização foi o controle de qualidade quando as amostras foram avaliadas quanto aos defeitos, como grãos chochos, ardidos, quebrados, gessados, que foram removidos manualmente.

O processo de parboilização foi repetido por três vezes para cada uma das variedades de arroz, para produzir a quantidade necessária para a fabricação dos sonhos. Os três lotes, tanto para o Irga 417 e o Formosa, foram misturados e homogeneizados, gerando assim uma única amostra para cada variedade. Todo o processamento das amostras, em nível laboratorial, buscou reproduzir as condições e situações mais próximas possíveis daquilo que ocorre na agroindústria do arroz.

O grão parboilizado o qual somente a casca é retirada é denominado arroz parboilizado integral. Neste caso foi produzido o arroz parboilizado polido, onde além da casca é retirado o farelo e este é chamado convencionalmente de arroz parboilizado.

4.1.2 Preparo das farinhas de arroz

As quatro amostras de arroz, Momiji® e Cristal® (polidos) e Irga 417 e Formosa (parboilizados), foram moídas separadamente em moinho tipo martelo experimental marca ECIRTEC, modelo MT40PI, Figura 6, e peneiradas, no agitador de peneiras marca PRODUTEST, Figura 7. A granulometria das farinhas assim obtidas, foi inferior a 250 µm, semelhante à farinha de trigo, cuja granulometria atende à norma da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1996).



Figura 6 – Moinho experimental tipo martelo marca ECIRTEC, modelo MT40PI, São Paulo, Brasil.



Figura 7 – Agitador de peneiras marca PRODUTEST, São Paulo, Brasil.

As farinhas foram acondicionadas em recipientes de plástico, fechados e mantidos em câmara fria ($4^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$), até o momento de uso, conforme indicado por KADAN, BRYANT & BOYLIN, 2001a; KADAN, BRYANT & BOYLIN, 2001b.

4.1.3 Ingredientes dos sonhos

Os ingredientes usados nas formulações foram: fermento biológico seco instantâneo (Fleischmann), açúcar (Goiásçucar), sal (Cisne), melhorador para farinhas (Haxpão) e óleo de soja (Sinhá), além das farinhas de trigo e arroz e água.

Todos os ingredientes foram adquiridos no mercado local e em quantidade suficiente para todos os testes. As embalagens de cada ingrediente, exceto o óleo de soja, foram abertas e os produtos homogeneizados a fim de minimizar possíveis interferências. Esses foram propriamente reembalados e armazenados em câmara fria ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), até o momento do uso.

4.2 Métodos

4.2.1 Planejamento experimental

Foram conduzidos dois experimentos para a fabricação dos sonhos. Em cada um testaram-se as quatro marcas ou variedades de arroz, Momiji®, Cristal®, Irga 417 e Formosa. As farinhas de arroz foram usadas nas proporções 10, 20, 30 e 40% em substituição a farinha de trigo além da formulação controle, feita somente com farinha de trigo, totalizando 17 formulações.

O experimento 2 foi uma repetição do 1. Para ambos, o delineamento experimental foi aleatório. Os sonhos foram avaliados através de análises físicas (volume e peso), análises químicas (teores de umidade e lipídios) e análise sensorial. O planejamento experimental completo segue ilustrado na Figura 8.

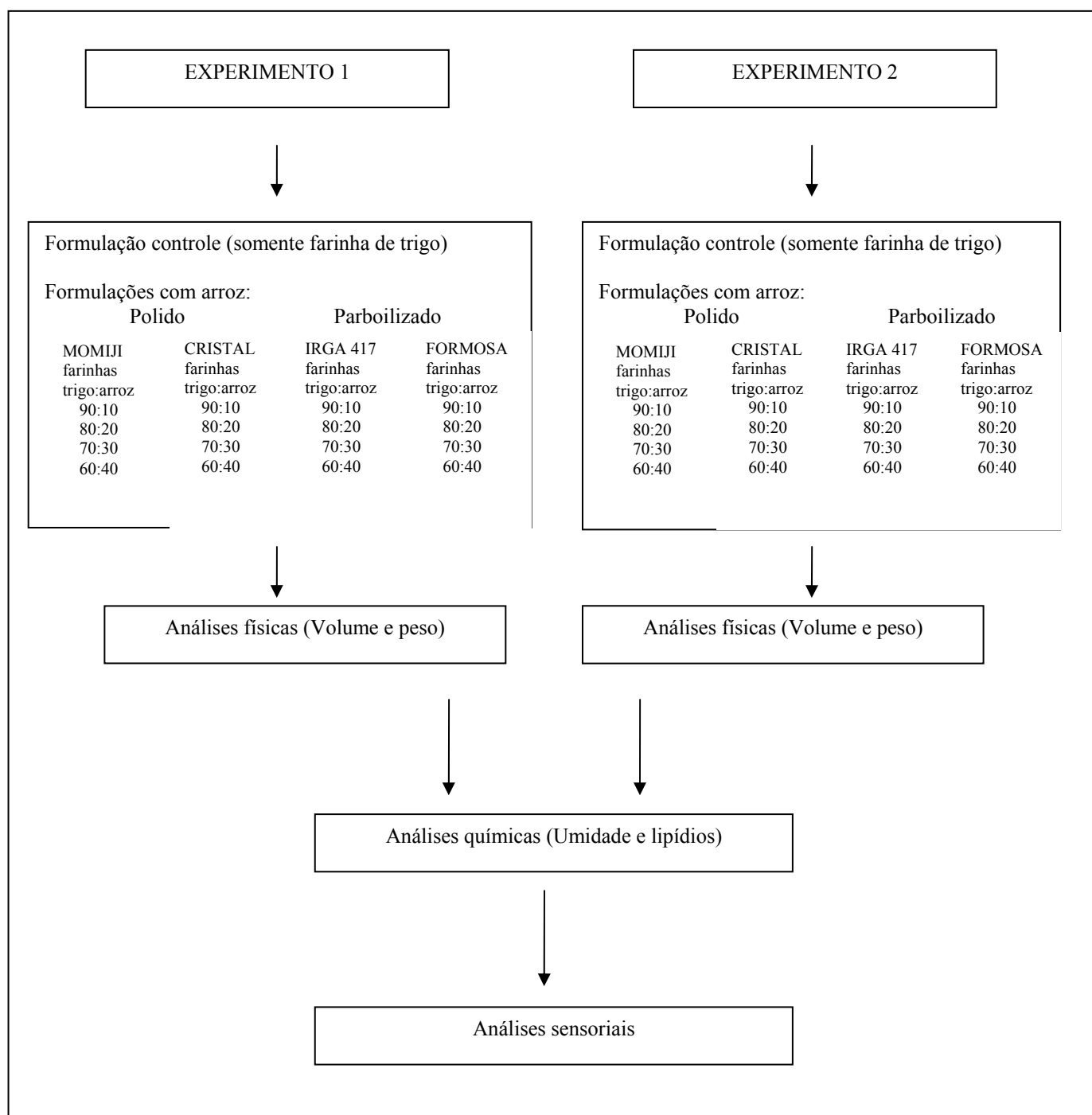


Figura 8 – Planejamento experimental da produção e análises dos sonhos.

4.2.2 Produção dos sonhos

4.2.2.1 Misturas das farinhas de trigo e arroz

As farinhas elaboradas a partir do arroz polido Momiji® e Cristal®, e parboilizado Irga 417 e Formosa, foram misturadas com a farinha de trigo, gerando as misturas de farinhas. As proporções utilizadas estão descritas na Tabela 3. Para cada formulação de sonho foram produzidas 500g das misturas das farinhas de arroz e trigo e para as análises foram misturadas outras 500g de farinhas.

Tabela 3 – Misturas de farinha de trigo e arroz.

Beneficiamento	Marca ou variedade	Trigo:arroz	Farinha de trigo (gramas)	Farinha de arroz (gramas)
	Controle	100:0	500	0
		90:10	450	50
Polido	Momiji®	80:20	400	100
		70:30	350	150
		60:40	300	200
		90:10	450	50
Polido	Cristal®	80:20	400	100
		70:30	350	150
		60:40	300	200
		90:10	450	50
Parboilizado	Irga 417	80:20	400	100
		70:30	350	150
		60:40	300	200
		90:10	450	50
Parboilizado	Formosa	80:20	400	100
		70:30	350	150
		60:40	300	200

Na farinha de trigo pura e em cada mistura de farinha de trigo e farinha de arroz foi determinada a absorção de água, no equipamento farinógrafo, marca BRABENDER, identificação 810106, Alemanha, Figura 9. O método utilizado foi o método oficial da AACC (54-21). A absorção de água das farinhas por farinografia corresponde à quantidade de água usada para que a massa atinja a viscosidade de 500 unidades Brabender (UB). Na Figura 10, segue um exemplo de uma titulação feita em farinógrafo.



Figura 9 - Farinógrafo BRABENDER, Alemanha.

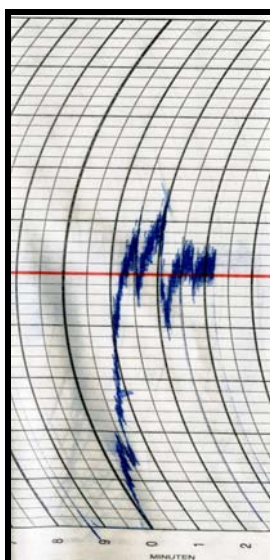


Figura 10 - Gráfico de titulação da farinha de trigo feito no equipamento farinógrafo.

4.2.2.2 *Formulação da massa*

O processo de produção de cada uma das formulações de sonhos foi similar. Os parâmetros de produção, descritos a seguir, foram padronizados e controlados a fim de evitar que variações no processo pudessem influenciar nos resultados. A formulação usada segue na Tabela 4.

Tabela 4 – Formulação para fabricação de sonho.

Ingredientes	Quantidade
Farinha trigo/arroz (*)	500 g
Fermento biológico seco instantâneo	5 g
Açúcar	60 g
Sal	2,5 g
Melhorador para farinhas	10 g
Óleo de soja	50 mL
Água	Variável (**)

(*) Foram usadas todas as misturas de farinhas nas proporções anteriormente descritas.

(**) A quantidade de água foi determinada por farinografia.

Para a produção dos sonhos foi usado o método direto para fabricação de produtos de panificação, baseado no fluxograma de fabricação de pães, Figura 11, proposto por GUEDES, 1998.

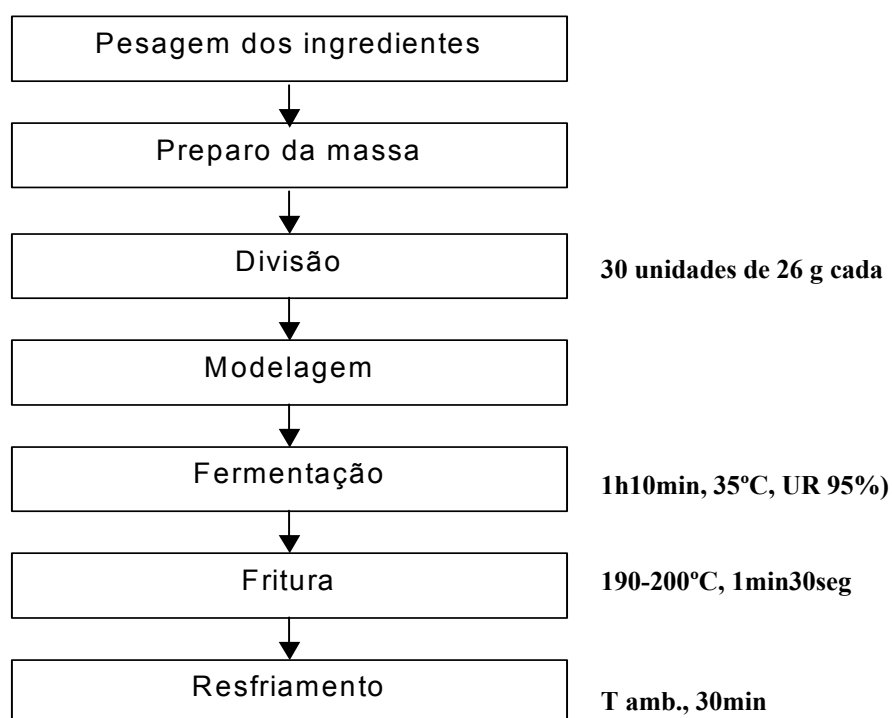


Figura 11 – Fluxograma do processo de fabricação de sonhos.

O processo de produção iniciou-se com a pesagem dos ingredientes. Foi utilizada a balança marca Kern, capacidade máxima 600g, precisão 1 grama.

No preparo da massa, na bacia da masseira marca Lieme, modelo para bancada, capacidade máx. 1,8 kg, foram colocados todos os ingredientes secos (mescla de farinhas, fermento biológico seco instantâneo, açúcar, sal e melhorador para farinha); e estes foram homogeneizados durante 2 minutos. Depois foram adicionados o óleo de soja e a água, e foi feito o batimento até que a massa se apresentasse lisa e homogênea, caracterizando desta forma o desenvolvimento da rede de glúten.

Na etapa de divisão, foram pesadas na mesma balança utilizada na etapa anterior, 30 unidades de 26 gramas cada uma, totalizando 780 gramas. O restante da massa foi descartado.

Na operação de modelagem, os sonhos foram moldados em formato de bolinha, e posteriormente, acondicionados em formas anti aderentes.

No processo de fermentação, os sonhos permaneceram em câmara fermentação (marca Venâncio), durante 1 hora e 10 minutos, em temperatura de 35°C, variações entre 33 e 37°C e, umidade relativa de 95%, \pm 5%.

Na fritura foi utilizada uma panela comum de alumínio, com 30 cm de diâmetro e 15 cm de altura. A temperatura do óleo foi mantida entre 190 e 200°C, e o tempo de permanência do produto imerso no óleo foi de 1 minuto e 30 segundos. Foi usado um fogão industrial.

As 30 unidades de sonho, correspondentes a cada uma das formulações, foram fritas em 3 bateladas de 10 unidades cada, e depois de fritos os sonhos foram retirados com auxílio de uma escumadeira depositados em um recipiente com papel absorvente.

A quantidade de óleo na panela foi padronizada de tal forma que o peso da panela mais o óleo correspondia a 2,1 kg. Após a fritura de cada batelada completou-se o óleo até atingir o peso original. A balança utilizada nesta operação foi marca C&F, capacidade de 250g a 10kg, precisão 5 gramas.

O resfriamento do produto foi feito à temperatura ambiente por 30 minutos. Depois de frios os sonhos foram embalados em sacos plásticos de polietileno, selados e mantidos a temperatura ambiente.

4.2.3 Métodos analíticos

Nas farinhas de arroz foram feitas as seguintes análises, em duplicata.

- ✓ Umidade: em estufa a 105° C até peso constante (AOAC, 1995);
- ✓ Proteína: o teor de nitrogênio foi medido em micro-Kjeldahl (AOAC, 1995) e o resultado convertido em proteína usando o fator 5,7, recomendado pela CANADIAN GRAIN COMMISSION (2006);
- ✓ Lipídios: foi determinado pelo método de extração de Soxhlet. Os lipídios foram extraídos usando 100 mL de éter de petróleo e 5 gramas de amostra durante 6 horas (AOAC, 1995);
- ✓ Teor de amilose: utilizou-se o método proposto por JULIANO e colaboradores (1981). A curva padrão, absorbância x concentração de

amilose, foi elaborada com amilose (Sigma III A 0512) e amilopectina (Sigma A 8515) com cinco diferentes concentrações conhecidas que variaram entre 0 e 2 mg de amilose/100 mL. A leitura da absorbância (620nm) foi feita em espectrofotômetro (*Cary 50*), em triplicata, e os resultados de concentração calculados pelo *software* (*Carywinuv*) do próprio equipamento. A porcentagem de amilose foi calculada levando-se em consideração a concentração, a diluição e a massa da amostra de farinha de arroz. Ao resultado foram somados 2% devido à interferência dos lipídios, conforme previsto no método.

Na farinha de trigo foram feitas as seguintes análises, em duplicata.

- ✓ Umidade: em estufa a 105° C até peso constante (AOAC, 1995);
- ✓ *Falling number* (FN): determinado em 7 gramas de farinha de trigo no equipamento de mesmo nome, seguindo a metodologia oficial da AACC (56-81B).

Os sonhos foram caracterizados ainda por análises físicas, químicas e sensoriais.

4.2.3.1 Análises físico-químicas dos sonhos

As análises físicas, peso e volume, e a determinação do volume específico, foram feitas nos experimentos 1 e 2 separadamente. Para cada formulação de sonhos onde produziu-se 30 unidades, 10 foram escolhidas aleatoriamente e pesadas em balança marca Kern, capacidade máxima 600g, precisão 1 grama.

Nas mesmas 10 unidades, foi medido o volume, através do emprego do método proposto por NISHITA e colaboradores (1976), que consiste basicamente em medir um volume prévio de sementes de colza em proveta, adicionar o produto a ser analisado, recolocar as sementes e determinar o volume do produto pela diferença entre o volume inicial de sementes e o volume de sementes mais produto (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001).

Depois, foram calculados os volumes específicos. O volume específico é a razão entre o volume e o peso, neste caso em mL/g.

Para as análises de composição química dos sonhos, 10 unidades de sonhos de cada um dos experimentos, foram homogeneizadas e trituradas, gerando uma amostra única por formulação, conforme apresentado no planejamento experimental, Figura 8.

A umidade foi determinada para cada formulação. Foi usado o método em estufa convencional, a 105° C, até peso constante (AOAC, 1995). Esta análise foi feita em triplicata.

Para a análise de lipídios, foram usadas três metodologias. Uma primeira baseada em diferença de peso, que tem basicamente as vantagens de redução de tempo de análise e custo inferior às outras porque não são usados reagentes e nem equipamentos específicos, somente balança. As outras duas foram o método Bligh-Dyer, mais rápido, e o método de Soxhlet, oficial.

As determinações por diferença de peso do óleo foram feitas conforme descrito a seguir.

A panela com o óleo quente, foi pesada em balança, marca C&F, capacidade de 250g a 10kg, precisão de 5 g, antes e depois da fritura das 3 bateladas de 10 unidades cada, que correspondia a uma formulação.

A quantidade de óleo que o produto absorveu foi determinada da seguinte forma, calculou-se: o peso da panela com óleo antes da fritura menos o peso da panela com óleo pós-fritura, o que indicou a quantidade de óleo consumida da panela. No entanto, nem todo óleo que foi consumido da panela ficou nos sonhos, e desse valor foi então diminuído o peso de óleo retido no papel absorvente e na escumadeira, e com isso foi obtida a quantidade de óleo absorvida pelo produto. Esta metodologia foi aplicada em todos os testes.

O método de Bligh-Dyer, baseia-se na extração de gordura a frio utilizando uma mistura de três solventes, clorofórmio, metanol e água. Foi utilizado o método descrito por CECCHI, 1999. No entanto, este método demonstrou-se insatisfatório, visto que não houve a separação das fases, o que impossibilitou a análise.

O terceiro método foi a determinação do teor de lipídios por Soxhlet. Os lipídios foram extraídos usando 100 mL de éter de petróleo, 5 gramas de amostra de sonhos triturada previamente secas em estufa, durante 6 horas (AOAC, 1995). Em triplicata.

4.2.3.2 *Análise sensorial dos sonhos*

A análise sensorial dos sonhos foi realizada em três etapas.

- (1) Recrutamento e seleção dos provadores.
- (2) Teste de triagem.
- (3) Análise sensorial de aceitação.

(1) Recrutamento e seleção dos provadores

Para esta etapa foi aplicado um questionário a 100 candidatos, Anexo A, cujo objetivo era selecionar os provadores seguindo alguns critérios de inclusão e de exclusão.

Para o teste de triagem das amostras foram selecionados 30 provadores entre os 100 entrevistados com base nos seguintes critérios de inclusão: os provadores deveriam ser consumidores habituais de produtos de panificação, gostarem de “sonhos” e não terem nenhum problema de saúde que os impedisse de degustar o produto, além de estarem disponíveis nas datas e nos horários previstos para os testes. Também foram escolhidos somente alunos do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Católica de Goiás (UCG) que tivessem concluído as disciplinas de análise sensorial e tecnologia de panificação.

Para a análise de aceitação, foram selecionados 60 provadores, que atendiam aos mesmos critérios de inclusão do teste de triagem, exceto serem alunos do curso de Engenharia de Alimentos.

(2) Teste de triagem

Foi avaliada a aparência dos sonhos de todas as formulações que continham farinha de arroz, visando selecionar os melhores produtos e com isto reduzir o número de amostras que seriam degustadas na análise de aceitação.

As amostras foram codificadas com números de três dígitos não seqüenciais e apresentadas aleatoriamente. Os sonhos foram apresentados sem recheio e sem cobertura ou açúcar (DAMÁSIO & SILVA, 1996), sendo 1 unidade inteira e outra

cortada ao meio. A análise foi feita individualmente, em cabines do laboratório de análise sensorial.

Foi usado como instrumento de medida de aceitação a escala hedônica híbrida de 10 cm (0 = desgostei muitíssimo, 5 = não gostei, nem desgostei, 10 = gostei muitíssimo) proposta por VILLANUEVA, 2003. Foi incorporado na ficha de avaliação um campo para observações relativas à análise de aparência. A ficha de avaliação usada no teste de triagem encontra-se na Figura 12.

Análise de aparência

Nome: _____ Data: __/__/__

Você vai observar uma amostra com sonhos elaborados com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de arroz na formulação. Por favor, observe visualmente a aparência e marque na escala o quanto você gostou ou desgostou. Muito obrigado.

Amostra n°. _____

0 — ◆ — ◆ — ◆ — ◆ — 5 — ◆ — ◆ — ◆ — ◆ — 10

Desgostei Nem gostei Gostei
Muitíssimo Nem desgostei Muitíssimo

Observações:

Figura 12 - Ficha de avaliação visual de aparência.

A partir deste teste de triagem foram selecionadas sonhos de quatro formulações distintas que haviam recebido as melhores avaliações, sendo estas encaminhadas para a análise sensorial de aceitação.

(3) Análise sensorial de aceitação

Os produtos avaliados no teste de aceitação foram: controle, feito exclusivamente com farinha de trigo, os sonhos das formulações Momiji® (60:40, trigo:), Cristal® (90:10), Irga 417 (70:30) e Formosa (60:40) por serem consideradas no teste de triagem os de melhor aparência por marca ou variedade de arroz, e a amostra Formosa (70:30), visto ter sido o produto com o menor teor de lipídios de todos os testes.

Dentre os 60 provadores selecionados, 55 avaliaram os sonhos das seis formulações, em duas sessões com três produtos em cada, para evitar a fadiga sensorial.

Os sonhos foram recheados com creme e cobertos com açúcar, simulando o produto tradicional. O recheio de creme foi usado por ser menos marcante que os recheios de doce de leite ou goiabada (DAMÁSIO & SILVA, 1996).

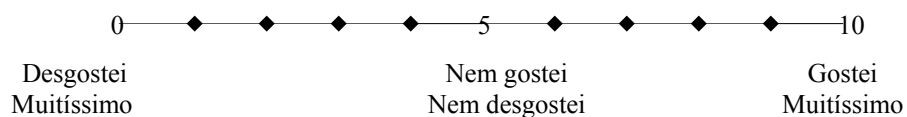
Foi usado como instrumento de medida de aceitação a escala hedônica híbrida de 10 cm (0 = desgostei muitíssimo, 5 = não gostei, nem desgostei, 10 = gostei muitíssimo) proposta por VILLANUEVA, 2003. Foi incorporado na ficha de avaliação um campo para observações. Na Figura 13 segue a ficha de avaliação.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

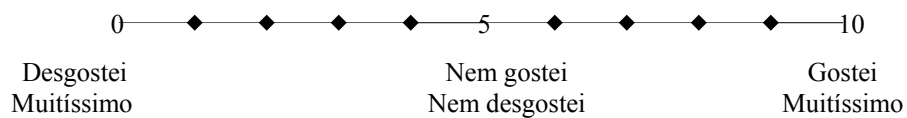
Nome: _____ Data: __/__/__

Você vai avaliar 3 amostras de sonhos elaborados com e sem farinha de arroz na formulação. Por favor, faça a degustação da esquerda para a direita e marque na escala relativa a cada amostra o quanto você gostou ou desgostou do produto. Muito obrigado.

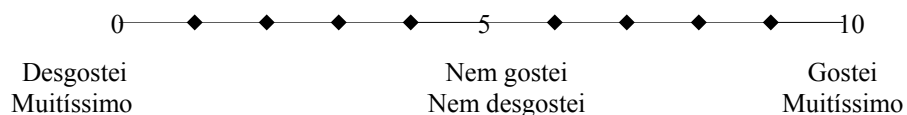
Amostra n°. _____



Amostra n°. _____



Amostra n°. _____



Observações:

Figura 13 - Ficha de avaliação sensorial do teste de aceitação.

Todo o projeto relativo à análise sensorial foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (USP), a folha de aprovação encontra-se no ANEXO B.

4.2.4 Análises estatísticas dos resultados

Na análise estatística foram usados os softwares Excel e Sisvar, versão 4.6⁶, e os resultados foram avaliados em função do tipo de análise, conforme descrito a seguir.

O tratamento dos resultados de peso foi feito por meio de análise de variância (ANOVA) das médias de cada experimento, com nível de significância de 5%. Quanto ao volume específico, foi feita uma análise de correlação entre as proporções de farinhas de trigo e arroz e o volume específico, por marca ou variedade de arroz.

Em relação aos resultados dos teores de umidade foi feita uma análise de correlação, e quanto ao teor de lipídios, foi feito um esquema de ANOVA fatorial tipo 4x5x3, sendo 4 tipos diferentes de arroz, 5 proporções diferentes das farinhas de trigo e arroz (que variaram entre 0 - controle e 40% de farinha de arroz na mistura de farinhas) e 3 repetições. Para a comparação das médias foi usado o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Os resultados da análise sensorial foram analisados através da ANOVA e teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

⁶ Desenvolvido por Daniel Furtado Ferreira, pesquisador do departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras, com suporte do CNPQ.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características das farinhas de arroz e trigo

As farinhas provenientes dos diferentes tipos de arroz polidos, Momiji® e Cristal®, e parboilizados, Irga 417 e Formosa, foram avaliadas em relação aos teores de umidade, lipídios, proteínas e amilose. A farinha de trigo usada em todas as formulações de sonhos foi analisada em relação ao teor de umidade e *Falling Number* (número de queda).

A umidade para as diferentes marcas ou variedades de arroz oscilou entre 12,3 e 12,7%, o teor de lipídios entre 0,4 e 0,6% e o teor de proteínas entre 6,6 e 6,9%. Os teores de amilose foram 19,5% para a amostra de arroz polido comercial Momiji® e 29,8% para o arroz comercial polido Cristal®. Para as amostras de arroz parboilizado Irga 417 e Formosa os teores de amilose foram, respectivamente, 27,3 e 23,6%. Estes dados encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Teores de umidade, lipídios, proteínas e amilose dos arrozes.

Marca ou variedade	Umidade	Lipídios	Proteínas	Amilose
	g/100g *			
Momiji®	12.7	0.4	6.8	19.5
Cristal®	12.5	0.6	6.9	29.8
Irga 417	12.3	0.5	6.7	27.3
Formosa	12.4	0.6	6.6	23.6

* Os resultados referem-se às médias das análises em duplicata.

Os teores de umidade, lipídios e proteínas foram importantes para melhor caracterização das amostras de arroz utilizadas e estão dentro da faixa de variação

reportada para arroz cultivado no Brasil, de diferentes marcas e origens (HEINEMANN, FAGUNDES, PINTO, PENTEADO & LANFER-MARQUEZ, 2005).

Quanto à amilose, segundo a classificação proposta por JULIANO (1985), o arroz pode ser qualificado em ceroso (0-2% de amilose), muito baixo teor (2-10% de amilose), baixo (10-20% de amilose), intermediário (20-25% de amilose) e alto (25-32% de amilose). Sendo assim, o arroz polido da marca Momiji® enquadra-se como sendo de baixo teor de amilose, conforme esperado quando o produto foi adquirido. O arroz polido Cristal® tem alto teor de amilose bem com o arroz parboilizado Irga 417. O arroz Formosa foi classificado em relação ao teor de amilose como intermediário.

Foram testadas amostras de arroz com diferentes conteúdos de amilose, visto que o teor de amilose é o fator que mais afeta as propriedades físico-químicas dos grãos de arroz durante o cozimento e as suas características sensoriais pós cozimento. O menor teor de amilose implica em um arroz cozido mais macio do que o produto proveniente de arrozes com alta amilose (ONG & BLANSHARD, 1995; JULIANO & HICKS, 1996; KADAN, CHAMPAGNE, ZIEGLER JR & RICHARD, 1997; ZHOU, ROBARDS, HELLIWELL & BLANCHARD, 2002).

No Brasil o arroz excessivamente macio e portanto, com baixo teor de amilose, não é bem aceito pelos consumidores habituais. Ao contrário, para a culinária oriental a maciez do arroz depois de cozido é fundamental, e o arroz polido Momiji®, específico para esse fim tem, portanto, baixo teor de amilose que implica na característica de alta maciez e adesividade pós preparo. Em vista do reduzido consumo deste arroz pela população brasileira, foi necessário adquirir um produto produzido a partir de grãos cultivados e importados da Argentina.

Teores de amilose mais elevados implicam em menor adesividade: o arroz fica menos grudento e de textura mais firme que são características de qualidade valorizadas pelo consumidor brasileiro (GULARTE, 2003). Portanto, como esperado, o arroz polido Cristal® e o parboilizado Irga 417 que são amostras importantes do ponto de vista comercial, foram classificadas como alto teor de amilose.

A farinha de trigo foi avaliada em relação ao teor de umidade e *Falling Number*. A umidade determinada foi de 13,3%, atendendo à legislação brasileira que prevê um limite máximo de 15% de umidade (Portaria nº 354, de 18/07/96, ANVISA).

O *Falling Number* (FN) medido foi 367 segundos.

O *Falling Number* está relacionado com a atividade da α -amilase da farinha de trigo. O valor padrão para a farinha de trigo é 250 segundos, e valores menores que este, indicam uma atividade muito alta da α -amilase que pode resultar na hidrólise excessiva do amido nos estágios iniciais do cozimento. Tal fato produz pães úmidos, grudentos, escuros e de pequeno volume. Valores superiores a 250 segundos, indicam deficiência da α -amilase, de modo que pães produzidos com esta farinha tem suas características sensoriais afetadas por não produzirem açúcares fermentecíveis em quantidade suficiente (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997).

No entanto, normalmente as farinhas de trigo comerciais tem *Falling Number* superiores a 250 segundos, sendo usual adicionar α -amilase como melhorador para farinha nas formulações de pães (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997).

O resultado (367 segundos) obtido, justificou a adição de α -amilase na formulação dos sonhos, ingrediente do melhorador para farinha.

5.2 Absorção de água da massa crua

A absorção de água pela farinha de trigo e pelas misturas de farinha de trigo e de arroz em diferentes proporções variou em função do processo de beneficiamento do arroz, isto é, polido ou parboilizado e também em função da porcentagem de arroz presente na mistura.

A quantidade de água necessária para produzir uma massa com consistência pré-definida, corresponde à absorção de água pela massa crua e foi estimada pela análise das misturas de farinhas em farinógrafo.

Os resultados referentes à absorção de água utilizando arroz polido comercial encontram-se na Figura 14. Para a farinha de trigo pura (100:0) a absorção de água foi de 60% em relação ao peso da farinha, valor este considerado ideal para a fabricação de pães, inclusive o sonho (PIZZINATTO, VITTI, LEITÃO, MORAIS, AGUIRRE & CAMPOS, 1984). Observou-se que a substituição na proporção entre 10 e 40%, para ambas as amostras de arroz polido (Momiji® e Cristal®), resultou em decréscimo gradual de água absorvida à medida que a porcentagem de arroz

aumentou na mistura. A absorção de água foi ao redor de 52% quando a mistura continha 40% de arroz. Os resultados referentes aos ensaios utilizando arroz parboilizado encontram-se na Figura 15.

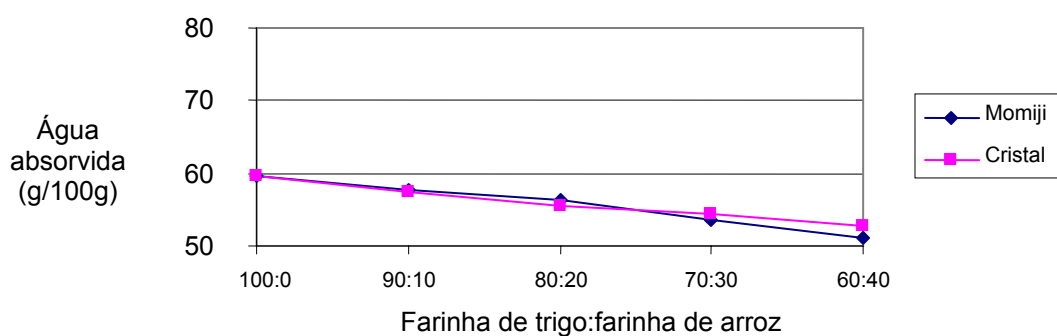


Figura 14 – Absorção de água determinada no farinógrafo pelas misturas de diferentes proporções de farinha de trigo e farinha de arroz polido marcas Momiji® e Cristal®.

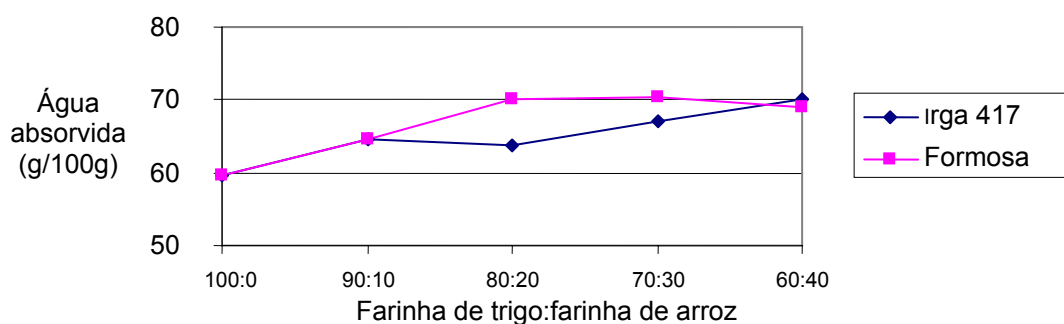


FIGURA 15 - Absorção de água determinada no farinógrafo pelas misturas de diferentes proporções de farinha de trigo e farinha de arroz parboilizado variedades Irga 417 e Formosa.

Considerando que o arroz Momiji® possui baixo teor de amilose (19,5%) e o arroz Cristal® um teor elevado (29,8) pode-se concluir que a porcentagem de amilose não pode ser responsabilizada pelo comportamento de absorção de água na mistura feita a frio, visto que os resultados foram similares, mas parece estar relacionada com a mudança na composição química (principalmente fibra e proteínas do glúten) da mistura à medida que a farinha de trigo é substituída por farinha de arroz.

Produtos, como biscoitos e bolos, para os quais se espera um crescimento de massa menor, costumam absorver menos água, por serem produzidos com farinhas que contêm menor teor de glúten, e portanto mais fracas.

Ao contrário do observado para o arroz polido, a substituição de farinha de trigo por arroz parboilizado resultou em aumento da absorção de água, à medida que a participação de arroz na mistura era maior, embora tivesse havido uma diferença em função da variedade de arroz testada. Enquanto a absorção pela farinha de trigo (controle) foi de 60%, a mistura contendo 40% de arroz atingiu uma absorção de 70% em peso.

Este aumento na absorção de água deve-se provavelmente ao fato do amido proveniente do arroz parboilizado encontrar-se já gelatinizado. O processo de parboilização consiste num tratamento hidro-térmico do arroz interfere nas propriedades do amido, produzindo assim um arroz com amido pré gelatinizado (KADAN, CHAMPAGNE, ZIEGLER JR & RICHARD, 1997). Portanto, pelo fato das condições do processo de parboilização poderem interferir, ele foi feito em laboratório, em processos padronizados, para evitar que esse processo fosse uma variável da pesquisa.

O amido pré-gelatinizado é um tipo de amido modificado, que tem tendência a apresentar maior capacidade de absorção de água a frio, o que é desejável, até certo ponto, pois aumenta o rendimento dos pães (PIZZINATTO, VITTI, LEITÃO, MORAIS, AGUIRRE & CAMPOS, 1984).

Portanto, as farinhas com arroz parboilizado, apesar de conterem menor teor de glúten, absorveram mais água que a farinha de trigo (controle). Resta saber, se a maior absorção irá se refletir em maior retenção de água e alteração de características físicas do sonho já frito.

Como já havia sido observado no experimento anterior, a porcentagem de amilose nas duas variedades de arroz aparentemente não influenciou na absorção de água.

A formulação da massa seguiu uma receita clássica, descrita no item 3, em Material e Métodos, na qual a única variável foi a quantidade de água a ser acrescentada, uma vez que ela dependia da composição química das farinhas, do teor de glúten e do amido pré-gelatinizado.

Por estas razões, devido à presença de arroz, a quantidade de água foi variável para cada uma das formulações tendo sido determinado por farinografia. Dos volumes de água assim determinados foram descontados 50 mL, relativos à quantidade de óleo usado na formulação. Experimentalmente, a adição de água predeterminada, produziu massas aparentemente adequadas para a produção de sonhos. Na Tabela 6 são apresentados os volumes de água efetivamente adicionados.

Tabela 6 - Quantidade de água efetivamente adicionada nas formulações dos sonhos.

Beneficiamento	Marca ou variedade	Farinha de trigo : Farinha de arroz	Água adicionada (mL)
	Controle (farinha de trigo)	100:0	248
		90:10	239
Polido	Momiji®	80:20	231
		70:30	218
		60:40	205
		90:10	238
Polido	Cristal®	80:20	228
		70:30	222
		60:40	214
		90:10	274
Parboilizado	Irga 417	80:20	269
		70:30	285
		60:40	301
		90:10	273
Parboilizado	Formosa	80:20	300
		70:30	303
		60:40	295

5.3 Caracterização dos sonhos fritos

Os sonhos produzidos a partir de todas as formulações foram avaliados quanto ao volume, peso, volume específico, teor de umidade, teor de lipídios e realizou-se a análise sensorial.

5.3.1 Volume

O volume dos sonhos foi avaliado, tanto para a formulação controle (100:0, farinha de trigo:farinha de arroz) e para todas as formulações com as quatro variedades e marcas de arroz, nos dois experimentos. O volume foi determinado em dez unidades de cada formulação e de cada experimento⁷.

Para ambos os tipos de arroz polidos, Momiji® e Cristal®, os volumes dos sonhos de todas as misturas de farinhas de trigo e arroz variaram entre 340 e 360 mL. Os resultados das médias, mínimos e máximos, para cada porcentagem de substituição de farinha de trigo por farinha de arroz, para os experimentos 1 e 2, encontram-se nas Figuras 16a e 16b.

⁷ Os experimentos 1 e 2 são repetições.

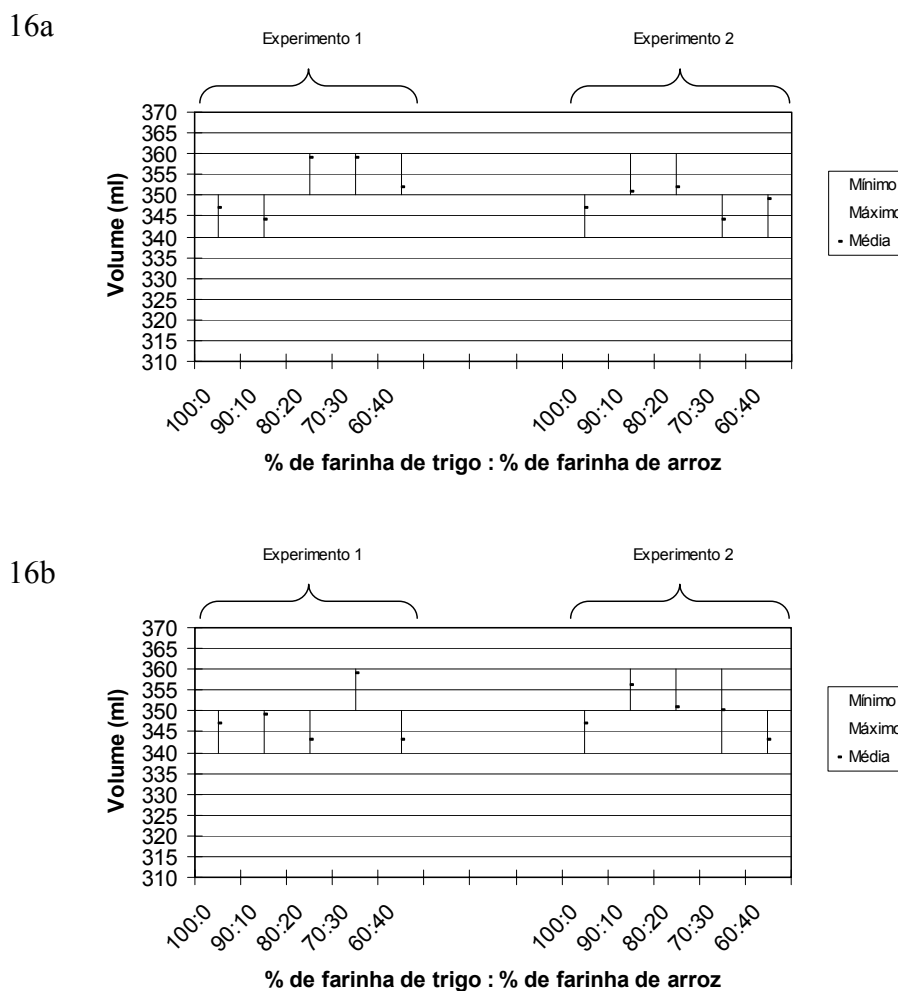
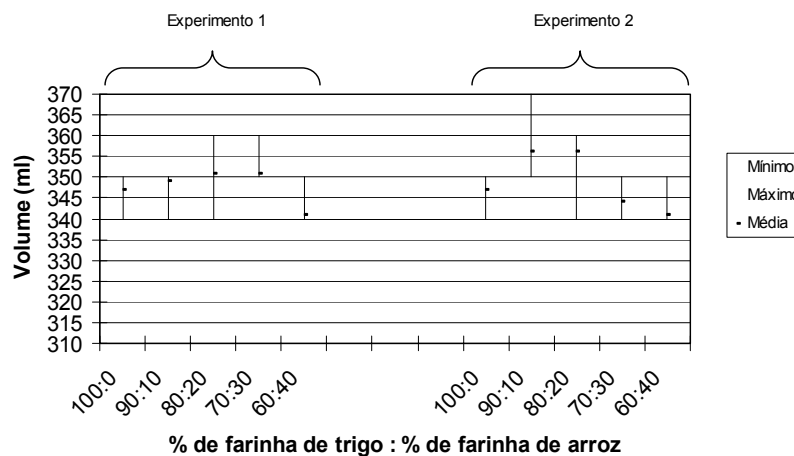


Figura 16 (a-b) – Volume médio e amplitude (mínimo e máximo) dos sonhos, para cada porcentagem de substituição de farinha de trigo por farinha de arroz polido Momiji® e Cristal®, experimentos 1 e 2.

Analisando-se os resultados para ambas as marcas de arroz, observa-se que as médias dos volumes dos sonhos foram variáveis, não seguindo tendência clara em relação à porcentagem de substituição de farinha de trigo pela farinha de arroz. A variação entre os volumes mínimo e máximo foi de apenas 20 mL que se traduziu numa diferença de 1,6 mm no diâmetro do produto (em torno de 87 mm), dificilmente detectada visualmente.

Os volumes dos sonhos feitos com substituição de farinha de trigo por farinha de arroz parboilizado Irga 417 e Formosa, nas diferentes proporções, variaram entre 340 mL e 370 mL. A variação foi superior à dos testes com os dois tipos de arroz polido. Os resultados das médias, e respectivas variações para o arroz Irga 417 e o Formosa, encontram-se na Figuras 17a e 17b, respectivamente.

17a



17b

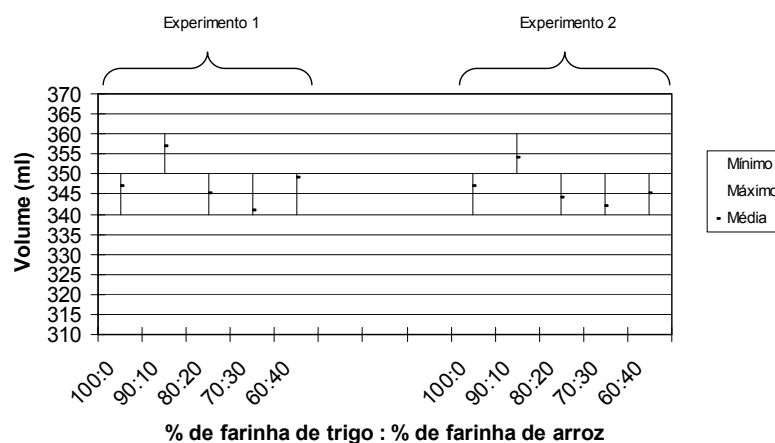


Figura 17 (a-b) - Volume médio e amplitude (mínimo e máximo) dos sonhos, para cada porcentagem de substituição de farinha de trigo por farinha de arroz parboilizado Irga 417 e Formosa, experimentos 1 e 2.

O volume dos sonhos para ambas as variedades de arroz parboilizado testadas foi variável, não podendo ser explicado apenas pela substituição de farinha de trigo por arroz. A variação no volume dos sonhos foi de 30 ml, o que implica em uma diferença no diâmetro de produto (aproximadamente 87 mm) de apenas 2,5 mm que também, ainda é dificilmente detectada visualmente.

Portanto, nos sonhos produzidos com os quatro tipos de farinha de arroz (polidos Momiji® e Cristal® e parboilizado Irga 417 e Formosa) houve uma tendência à manutenção ou relativo aumento de volume em relação ao produto controle feito

somente com farinha de trigo, para todas as porcentagens de substituição de farinha de trigo por arroz.

Segundo AGUILAR, PALOMO & BRESSANI, (2004), a substituição de farinha de trigo por farinha de arroz em pães de forma reduz o volume do produto final uma vez que a capacidade de reter o gás carbônico produzido durante a fermentação está diretamente ligada à formação da rede de glúten, característica própria da farinha de trigo.

Entretanto, em pães produzidos com amido de trigo e adição de glúten do trigo, o volume foi inferior ao dos pães elaborados somente com farinha de trigo, o que indica que além do glúten, existem outros componentes e mecanismos de interação que interferem no volume dos pães (TEDRUS, ORMENESE, SPERANZA, CHANG & BUSTOS, 2001). Ainda em relação ao glúten, durante o cozimento ocorrem modificações que implicam na estrutura típica do miolo dos pães, como os alvéolos (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

Nos sonhos, a presença de grandes alvéolos foi maior no produto controle, feito somente com farinha de trigo e portanto com maior teor de glúten. Nos sonhos feitos com farinha de arroz, o miolo teve uma estrutura mais homogênea, conforme ilustrado na Figura 18.

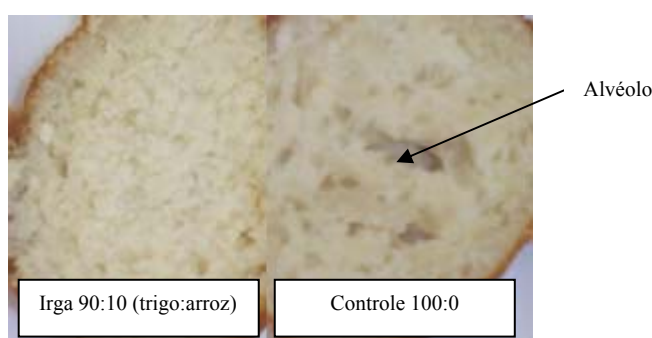


Figura 18 – Ilustração da estrutura do miolo dos sonhos.

Portanto, além da rede de glúten, existem outros fatores que interferem no volume dos produtos de panificação. Um deles é a capacidade do fermento produzir gás carbônico. Esta capacidade está ligada a fatores intrínsecos da levedura

(*Sacharomyces cerevisiae*) que compõem o fermento, além de características externas como quantidade de açúcares fermentecíveis disponíveis, tempo, temperatura e umidade relativa (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997).

No processo de produção dos sonhos, foi utilizado o mesmo fermento biológico e padronizados o tempo, a temperatura e a umidade relativa durante a fermentação. Poderia ter sido feito um trabalho para otimizar as condições de fermentação em função de cada tipo e proporção de arroz utilizados, no entanto isto dificultaria a comparação dos resultados, visto que as condições de processo poderiam ser diferentes.

Quanto ao substrato, o amido ao ser hidrolisado pela ação enzimática, resulta em açúcares redutores. Os grânulos de amido são dificilmente degradados pela α -amilase. No entanto, quando danificados pelo processo de moagem, ocorrendo desta forma a ruptura da estrutura granular e exposição da amilose e da amilopectina, esses se tornam susceptíveis a ação enzimática (LINKO, JAVANAINEN & LINKO, 1997).

A moagem do trigo para produção de farinha é feita em moinhos tipo cilindro, onde a principal força aplicada é a compressão, e produz cerca de 8% de amido danificado (HOSENEY, 1984), sendo o processo de moagem do trigo um dos fatores que mais influencia na qualidade dos pães (KIHLBERG, JOHANSSON, KOHLER & RISVIK, 2004).

A moagem do arroz foi feita em moinho tipo martelo, onde a principal força aplicada é a força de impacto, o que pode ter gerado uma maior quantidade de amido danificado, facilmente hidrolisado pela ação enzimática, disponibilizando desta forma mais substrato para o fermento.

É importante também, um equilíbrio entre a quantidade de amido e açúcares para produção de produtos de panificação com volumes apropriados, visto que os açúcares são fundamentais à fermentação e o amido é necessário porque é gelatinizado durante o processo de cozimento e retrogradado imediatamente pós cozimento (amilose) o que é fundamental para a textura e formato dos pães (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

A substituição de farinha de trigo por arroz em sonhos, nas condições dos testes, resultou em produtos similares em relação ao volume do produto controle,

elaborado somente com farinha de trigo. Isto provavelmente deve-se a uma interação entre vários fatores, tais como condições de fermentação, reduzidas dimensões do sonho em relação a outros tipos de pães (como pães de forma, por exemplo), e amido danificado durante o processo de moagem da farinha de arroz.

5.3.2 Peso

O peso unitário foi determinado em dez unidades de cada formulação e de cada repetição. As médias e os desvios padrão estão representados na Tabela 7.

Tabela 7 – Médias e desvios padrão do peso em gramas dos sonhos.

Beneficiamento	Marca ou variedade	Farinha de trigo: farinha de arroz	Peso (g) *	
			Experimento 1	Experimento 2
	Controle	100:0	21.9 ±0.9	25.7 ±1.2
		90:10	21.2 ±1.0	25.1 ±0.7
Polido	Momiji®	80:20	21.2 ±1.3	22.1 ±0.8
		70:30	25.7 ±0.7	21.2 ±0.8
		60:40	25.3 ±0.8	26.8 ±0.9
		90:10	24.4 ±1.1	25.8 ±0.5
Polido	Cristal®	80:20	26.7 ±1.1	27.1 ±0.6
		70:30	26.2 ±0.6	22.8 ±0.9
		60:40	26.1 ±0.7	22.8 ±0.6
		90:10	22.6 ±0.9	23.0 ±1.0
Parboilizado	Irga 417	80:20	26.6 ±1.0	25.8 ±0.7
		70:30	26.2 ±1.2	24.6 ±0.7
		60:40	25.9 ±0.8	21.3 ±0.7
		90:10	26.3 ±1.2	25.5 ±0.8
Parboilizado	Formosa	80:20	25.5 ±0.6	26.4 ±0.8
		70:30	20.3 ±0.8	21.1 ±0.6
		60:40	20.6 ±0.9	25.4 ±1.1

* Médias e desvios padrão relativos a dez repetições.

Em relação ao peso médio dos sonhos de cada formulação, observa-se que os experimentos não obtiveram reprodutibilidade. Por exemplo, o peso unitário médio foi de 21,9 gramas para o produto controle, feito somente com farinha de trigo, no experimento 1 e de 25,7 gramas no experimento 2.

Os reduzidos desvios padrão indicam que houve apenas uma pequena variação entre dos pesos dos sonhos das mesmas formulações de modo que a falta de reprodutibilidade entre os dois experimentos, provavelmente deve a algum fator experimental não controlado.

Um destes fatores foi a troca de calor durante a fritura. Como os sonhos foram fritos de dez em dez unidades, é possível que as unidades que ficaram mais próximas das paredes da panela tenham recebido calor de forma diferente do que as unidades que ficaram mais centralizadas.

Não existe correlação entre o peso unitário e a substituição de farinha de trigo por arroz. Em um experimento anterior, onde a farinha de trigo foi substituída por farinha de arroz em pães de forma e seis unidades destes foram assadas juntas, também foi verificada uma variação nos resultados dos pesos unitários e nenhuma correlação entre o peso unitário e a porcentagem de substituição farinha de trigo por arroz (AGUILAR, PALOMO & BRESSANI, 2004).

Cabe ressaltar que o peso inicial de cada sonho foi padronizado em 26 gramas. No entanto, como a quantidade de água adicionada a massa crua diferiu em razão do tipo de arroz e da relação farinha de trigo:farinha de arroz, a porcentagem de água nos sonhos de cada formulação foi diferente.

A quantidade de ingredientes foi sempre a mesma, 627,5 gramas, conforme descrito na Tabela 4, em material e métodos. No entanto, a quantidade de água adicionada oscilou conforme a determinação por farinografia, e do peso total da massa crua (ingredientes mais água) foram retiradas 780 gramas, que correspondem a 30 sonhos de 26 gramas, e o excedente da massa, desprezado. A quantidade de massa produzida e as porcentagens de ingredientes e água nos sonhos crus, seguem na tabela 8.

Tabela 8 – Total de massa crua de sonho produzida a partir de cada mistura de farinhas e respectivas porcentagens de peso de ingredientes e água adicionada.

Marca ou variedade	Farinha de trigo: farinha de arroz	Massa crua produzida (g)	Sonhos crus		
			Ingredientes (g/100g)	Água adicionada (g/100g)	
Controle	100:0	875,5	71,7	28,3	
	90:10	866,5	72,4	27,6	
	Momiji®	80:20	858,5	73,1	26,9
		70:30	845,5	74,2	25,8
		60:40	832,5	75,4	24,6
Cristal®	90:10	865,5	72,5	27,5	
	80:20	855,5	73,3	26,7	
	70:30	849,5	73,9	26,1	
	60:40	841,5	74,6	25,4	
	Irga 417	90:10	901,5	69,6	30,4
80:20		896,5	70,0	30,0	
70:30		912,5	68,8	31,2	
60:40		928,5	67,6	32,4	
Formosa		90:10	900,5	69,7	30,3
	80:20	927,5	67,7	32,3	
	70:30	930,5	67,4	32,6	
	60:40	922,5	68,0	32,0	

Para ambos os tipos de arroz polido, Momiji® e Cristal®, a quantidade de massa produzida diminuiu à medida que a farinha de arroz substituiu a farinha de trigo, visto que a massa proveniente destas misturas absorveu menos água do que o controle. Ao contrário, as massas feitas com as farinhas de arroz parboilizado, Irga

417 e Formosa, absorveram mais água e portanto tiveram maior rendimento em peso de massa crua.

Se toda a massa tivesse sido dividida em sonhos pesando 26 g cada um, a massa crua produzida com a formulação controle, somente com farinha de trigo, renderia cerca de 34 unidades de sonhos, a formulação com 40% de substituição de farinha de trigo por arroz polido, Momiji® e Cristal®, resultaria em aproximadamente 32 unidades de sonhos, enquanto a massa produzida com a mesma proporção (60:40, farinha de trigo:farinha de arroz) de arroz parboilizado renderia 36 unidades de sonhos, 5,7% a mais de produção em relação ao controle.

O rendimento maior para as amostras com arroz parboilizado é justificado pela maior absorção de água. Cada sonho cru feito com farinha de trigo:farinha de arroz na proporção 60:40 de arroz polido continha aproximadamente 6,5 gramas de água adicionada, enquanto para a mesma proporção de arroz parboilizado, o sonho tinha 8,3 g.

Como não existe diferença significativa (ns 5%) entre as médias de peso dos sonhos pós fritura, isto indica que quanto mais água a massa crua absorver maior será o rendimento dos sonhos. Senso assim, a substituição de farinha de trigo por arroz parboilizado nos sonhos é interessante se levado em consideração o aumento no rendimento.

5.3.3 Volume específico

Os volumes específicos foram calculados dividindo-se o volume unitário, em mL, pelo peso unitário, em gramas. Isto foi feito para cada uma das 10 unidades de cada formulação, e para a repetição dos experimentos 1 e 2.

Os resultados variaram entre 12,8 e 17 mL/g. As médias, bem como as respectivas variações para cada tipo de arroz testado, encontram-se na Figura 19.

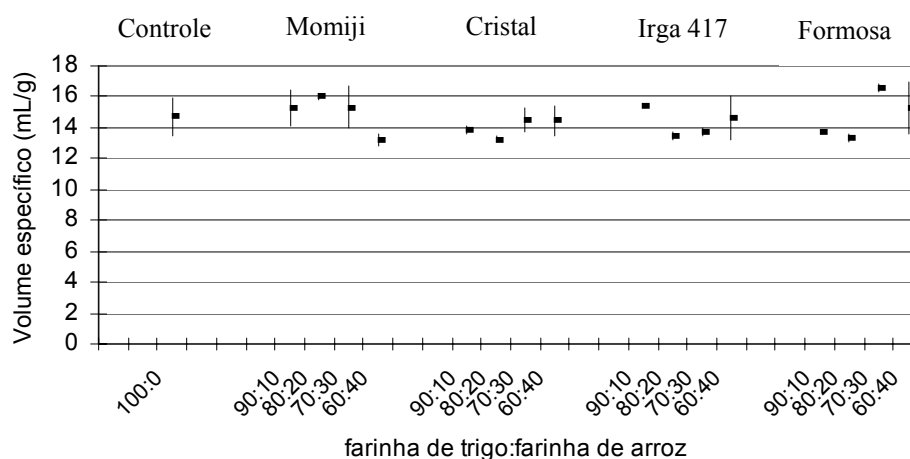


Figura 19 – Médias, mínimos e máximos do volume específico (mL/g) para os sonhos produzidos com diferentes tipos e proporções de arroz.

A medida do volume específico tem relação direta com a fermentação durante o processo e retenção de gás carbônico pelos sonhos. Produtos com menor volume específico são mais compactos. Neste trabalho, não existiu uma relação entre a porcentagem de substituição de farinha de trigo por arroz nos sonhos e o volume específico.

Pães feitos exclusivamente com farinha de arroz tiveram volume específico inferior ao controle, feito somente com farinha de trigo, porém isto se deve ao fato da total ausência de glúten (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001).

Neste trabalho, em função da não haver reprodutibilidade nos pesos unitários, o cálculo do volume específico pode estar comprometido.

5.3.4 Umidade

Os sonhos dos experimentos 1 e 2 foram agrupados, gerando uma única amostra para os testes químicos. Isto foi feito para reduzir o número de amostras.

Os teores de umidade nos sonhos produzidos com todas as formulações, analisados após o resfriamento encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9 – Umidade nos sonhos por mistura de farinha de trigo e arroz.

Beneficiamento	Marca ou variedade	Farinha de trigo: farinha de arroz	Umidade (g/100g) *	Desvio padrão
	Controle	100:0	26.7	0.2
		90:10	26.5	0.2
Polido	Momiji®	80:20	28.5	0.4
		70:30	22.7	0.4
		60:40	26.2	0.5
		90:10	27.2	0.9
Polido	Cristal®	80:20	24.5	0.1
		70:30	23.1	0.4
		60:40	23.3	0.9
		90:10	27.3	0.1
Parboilizado	Irga 417	80:20	27.6	1.2
		70:30	30.6	0.7
		60:40	29.1	1.0
		90:10	28.5	1.2
Parboilizado	Formosa	80:20	29.4	0.3
		70:30	31.9	0.2
		60:40	30.2	0.1

* Resultados referentes a análise feita em triplicata.

Observa-se que os sonhos produzidos a partir das misturas contendo arroz polido, continham teores de água similares ou inferiores ao sonho padrão, fabricado

apenas com farinha de trigo. Em contrapartida, os sonhos produzidos com arroz parboilizado, apresentavam teores de umidade semelhantes ou superiores ao controle, e proporcionais à porcentagem de arroz na mistura.

Estes resultados têm uma correlação direta com a quantidade de água adicionada à massa: As massas produzidas tanto com arroz polido, como com arroz parboilizado, perderam igualmente durante o processo de fritura, ao redor de 15% de água. Este fato é interessante, por que indica que a retenção de água no produto final está relacionada com a capacidade da massa crua em absorver água. Ou seja, quanto maior a adição de água na massa crua, maior a retenção no produto final, o que vem a confirmar o maior rendimento dos produtos feitos com substituição de farinha de trigo por farinha de arroz parboilizado. Na Figura 20 segue a representação gráfica dos dados e a linha de tendência que representa a correlação a quantidade de água absorvida pela massa durante o preparo e o teor de umidade nos sonhos. O coeficiente de correlação, R , foi de 0,84.

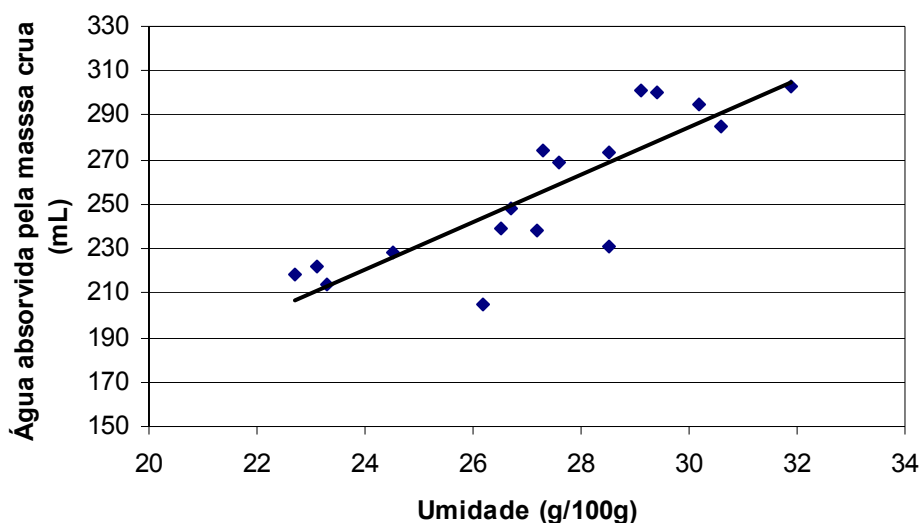


Figura 20 – Representação da linha de tendência da correlação entre a quantidade de água absorvida pela massa crua e a umidade dos sonhos.

Por outro lado, não parece existir uma retenção de água diferenciada entre o arroz polido e parboilizado durante o processo de fritura. As alterações de características moleculares do amido pré-gelatinizado durante o processo de parboilização não parecem ter influenciado a retenção de água, ao menos durante a fritura.

Embora, não tenha sido realizada uma análise relativa à capacidade de retenção de água e de atividade de água durante a vida de prateleira, esta poderia dar informações importantes sobre um eventual aumento do *shelf-life*, devido à manutenção da maciez.

O conteúdo de umidade dos sonhos está diretamente relacionado com a maciez do produto final. A perda de umidade durante a vida de prateleira, processo relacionado á retrogradação do amido, provoca efeitos indesejáveis, tais como, sinerese e migração da água para a superfície do produto, causando alterações na superfície e dissolução do açúcar empregado sobre o sonho, bem como alterações na consistência e textura, tornando a massa borrachenta.

Desta forma, sugerem-se testes adicionais relativos a retenção de água, durante a vida de prateleira, dos produtos feitos com farinha de arroz parboilizado que necessitaram de uma maior adição de água durante o preparo da massa.

5.3.5 Lipídios

O teor de lipídios totais foi determinado nos sonhos de todas as formulações pelo método da diferença de peso do óleo antes e após a fritura do produto, que é o método mais fácil, rápido e barato. Entretanto, os resultados obtidos desta maneira não foram adequados, de modo que formulações semelhantes originavam valores de absorção de óleo diferentes, mesmo mantendo as variáveis do processo de fabricação e de fritura as mais constantes possível. Uma das explicações é o fato da imersão dos sonhos na panela e o próprio processo de fritura causar perdas de óleo, que espirra. Assim, as variações nos valores de absorção de óleo foram tão grandes que não permitiram observar diferenças confiáveis e reprodutíveis entre as diversas formulações.

A análise do conteúdo total de óleo nos sonhos foi então realizada pelo método de *Soxhlet*, cujos resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Teores de lipídios nos sonhos produzidos com as diferentes proporções de farinha de trigo e arroz.

Beneficiamento	Marca ou variedade	Farinha de trigo: farinha de arroz	Lipídios (g/100g) *	Desvio padrão
	Controle	100:0	15.4	0.7
		90:10	33.6	1.3
Polido	Momiji®	80:20	14.6	0.5
		70:30	16.0	0.2
		60:40	22.5	0.7
		90:10	24.8	0.2
Polido	Cristal®	80:20	15.8	0.2
		70:30	14.6	1.4
		60:40	15.1	0.2
		90:10	13.7	0.5
Parboilizado	Irga 417	80:20	14.2	0.6
		70:30	11.2	0.4
		60:40	14.1	0.7
		90:10	16.3	1.4
Parboilizado	Formosa	80:20	20.7	0.3
		70:30	11.2	0.6
		60:40	14.8	0.1

* Resultados referentes a análise feita em triplicata.

O teor de lipídios foi significativamente maior nos sonhos produzidos com arroz polido Momiji® e Cristal®. Para ambas, a proporção 90:10, farinha de trigo:farinha de arroz gerou resultados significativamente superiores ao controle, Momiji® 90:10 – 33,6%, Cristal® 90:10 – 24,8%, controle 100:0 – 15,4% (n.s.5%).

Em relação aos produtos elaborados com as farinhas de arroz parboilizado, estes tiveram menor teor de lipídios em relação aos sonhos com arroz polido. A formulação com Irga 417 70:30, farinha de trigo:farinha de arroz, teve o teor de lipídios de 11,2%, e a formulação com a mesma proporção (70:30), para a variedade Formosa, também 11,2%, significativamente menores que a amostra controle, 15,4% (n.s. 5%).

No entanto, para os quatro tipos de arroz testados, o teor de lipídios nos produtos finais não pode ser explicado pela adição de farinha de arroz, porque não existe uma diminuição ou aumento regular no teor de lipídios totais à medida que a farinha de trigo é substituída por arroz. Isto pode indicar alguma mecanismo de interação entre os componentes das formulações.

WALDE e colaboradores, em um trabalho feito com um tipo de pão não fermentado, tipicamente indiano, *pesarattu*, encontraram uma relação direta entre a absorção de lipídios e a substituição de farinha de *green gram* (tipo de feijão) por farinha de arroz. Houve decréscimo no teor de lipídios a medida que foi adicionada a farinha de arroz. No entanto, esta análise foi conduzida sem a aplicação da mistura de farinhas no produto *pesarattu* (tipo de pão não fermentado). Esta análise foi feita exclusivamente com a mistura de farinhas em tubo de ensaio sob centrifugação (WALDE; TUMMALA, LAKSHMINARAYAN & BALARAMAN, 2005).

Sugere-se testes adicionais para melhor explicar a absorção de lipídios no produto em relação ao tipo de arroz, processamento e níveis de substituição de farinha de trigo por arroz.

5.3.6 Análise Sensorial

Conforme o planejamento experimental, a análise sensorial foi realizada em três etapas: (1) recrutamento e seleção dos provadores, (2) teste de triagem e (3) análise sensorial de aceitação.

(1) Recrutamento e seleção dos provadores

Para o recrutamento e seleção de provadores, com possíveis candidatos à análise sensorial responderam a um questionário (Anexo A) que continha perguntas relativas à frequência de consumo de produtos de panificação, atributos que influenciavam a decisão de compra, hábito de consumir sonhos, questões e problemas de saúde que os impedisse de participar da pesquisa, e dados para identificação.

Sobre as respostas aos questionários, 88 % dos entrevistados afirmaram consumir produtos de panificação diariamente. Os produtos citados como mais consumidos foram: pães, bolos, pizza, rosca e pão de queijo. Entre os atributos mais importantes no momento da compra, a aparência do produto foi mencionada por 78% das pessoas. Os resultados seguem na Figura 21.

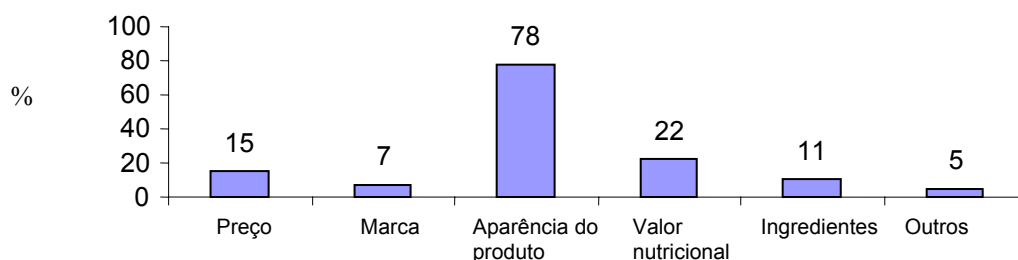


Figura 21 – Número de respostas dos entrevistados em relação aos atributos que influenciam a decisão de compra de produtos de panificação.

A aparência do produto de panificação, além de ser um importante atributo mercadológico (COBRA, 2002) também é valorizada devido a usual exposição nas padarias e outros pontos de venda.

Através da literatura especializada em *marketing*, sabe-se que o preço e a marca são atributos muito importantes na decisão de compra de qualquer produto. No entanto, o valor nutricional foi considerado, pelos entrevistados, um atributo mais

importante que o preço e a marca. Esta resposta pode ter sido de alguma forma influenciada porque no cabeçalho do questionário (Anexo A), onde ficava explícito que tratava-se de um projeto de pesquisa de sonhos com farinha de arroz.

No atributo outros, foi mencionada por todos que marcaram esta opção, a característica de sabor.

Quanto a pergunta sobre gostar de sonho, 100 % dos questionados responderam que gostavam de sonhos e a média geral da nota foi 7,8 (escala de 0 a 10). Ninguém afirmou ter problemas de saúde que restringisse o consumo.

(2) Teste de triagem

No teste de triagem, foi feita a análise visual da aparência dos sonhos de todas as formulações com farinha de arroz. Trinta provadores participaram deste teste, segundo os critérios de inclusão mencionados anteriormente.

Os sonhos produzidos com todas as formulações que continham arroz das diferentes marcas ou variedades e diferentes proporções de farinha de trigo e farinha de arroz foram avaliadas, totalizando 16 amostras. Não foi analisada a formulação controle visto esta ser obrigatória no teste posterior de aceitação para possibilitar a comparação.

Devido a este alto número de amostras para a avaliação visual de aparência um dos critérios de inclusão foi que todos os participantes do teste de triagem fossem alunos do curso de engenharia de alimentos da UCG e tivessem cursado as disciplinas de análise sensorial e tecnologia de panificação porque supostamente levariam o teste com mais constância e acuidade.

As médias das notas da análise de aparência pelo grupo com 30 provadores, para cada tipo de arroz e cada proporção de farinhas, encontra-se na Figura 22.

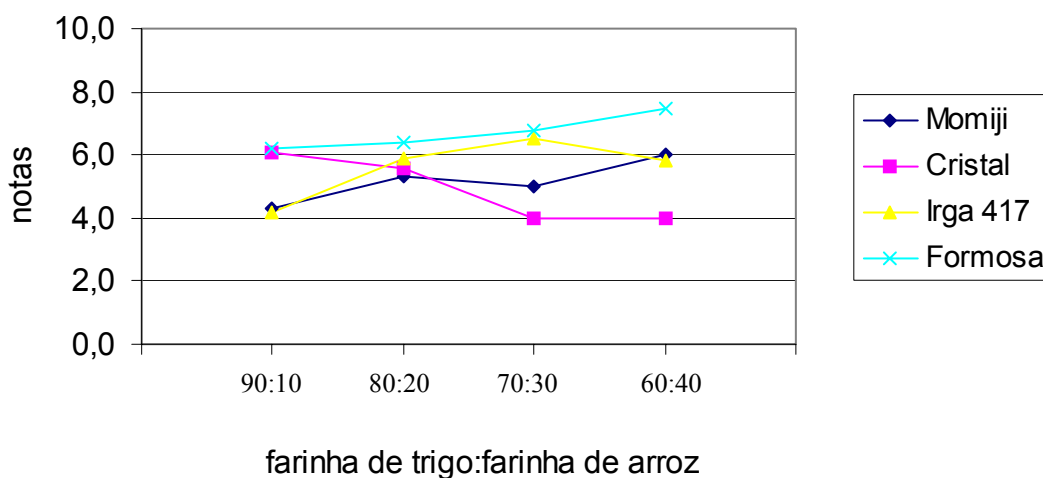


Figura 22 –Médias das notas da análise sensorial do atributo aparência para os sonhos produzidos com diferentes tipos e proporções de arroz

As melhores médias de notas da análise de aparência dos sonhos por marca ou variedade de arroz e proporção farinha de trigo:farinha de arroz foram: Momiji® 60:40 (nota 6,0), Cristal® 90:10 (nota 6,1), Irga 417 70:30 (nota 6,5), Formosa 60:40 (nota 7,5).

A partir dos resultados da análise de aparência, teste de triagem, conclui-se que o aumento da quantidade de farinha de arroz na proporção de farinhas teve um impacto positivo, ou seja, as notas da análise sensorial de aparência foram melhores, exceto para o arroz polido Cristal®. Para este, a substituição gradual pela farinha de arroz causou escurecimento o que implicou em certa rejeição.

A cor mais escura foi devida à reação de Maillard, que ocorre principalmente durante a fritura. Provavelmente, nesta amostra de arroz havia uma maior disponibilidade de açúcar redutor. Uma hipótese para explicar o excessivo escurecimento pode ser a hidrólise enzimática do amido.

Ao contrário do arroz que é praticamente isento de atividade enzimática, a farinha de trigo tem alta concentração de β -amilase, uma exo-enzima que hidrolisa o amido agindo nas ligações α -(1,4) a partir das extremidades não redutoras, e não hidrolisa ligações α -(1,6) tendo sua ação cessada neste ponto (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

O arroz polido Cristal® foi a amostra que teve o maior teor de amilose, que é a fração linear do amido e tem basicamente ligações α -(1,4) entre as moléculas de glicose. Estas ligações são hidrolisadas pela ação da β -amilase, gerando açúcar redutor (β -maltose), que através da reação de *Maillard*, principalmente durante a fritura dos sonhos implicou no escurecimento excessivo do produto, à medida que a farinha deste arroz é adicionada na formulação.

Há produção de açúcar redutor também pela ação da α -amilase proveniente da farinha de trigo e do melhorador para farinhas.

O mesmo poderia ter sido verificado no arroz parboilizado Irga porque este também teve alto teor de amilose. Mas, o processo de parboilização, provavelmente produziu amido resistente, tornando-o menos suscetível à ação enzimática.

Nas figuras 23 e 24, seguem as fotos dos sonhos feitos com 30% de farinha de arroz Cristal®, e a amostra controle, para demonstrar o que foi observado.

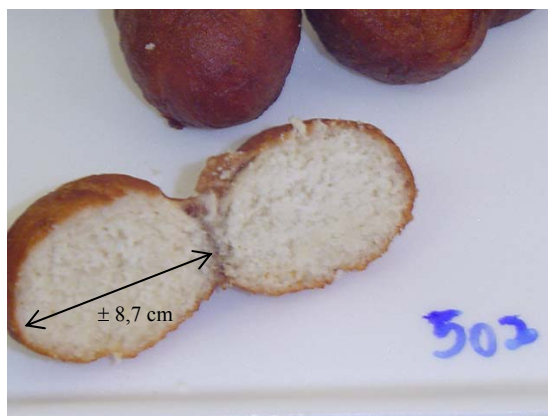


Figura 23 – Sonhos produzidos com 70:30, farinha de trigo:farinha de arroz Cristal®.

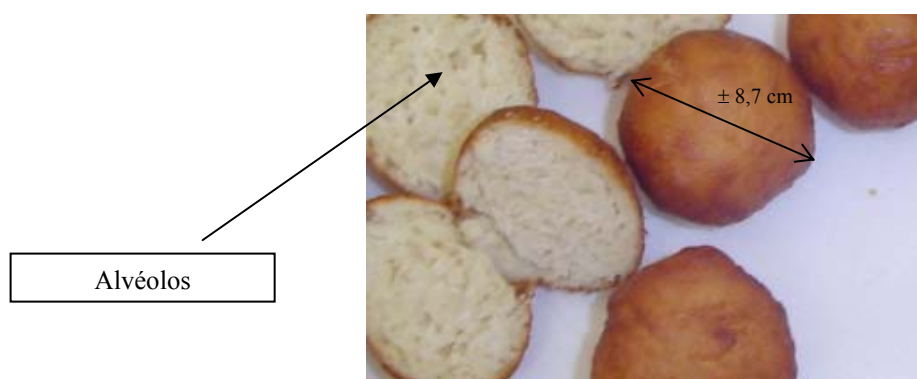


Figura 24 - Sonhos controle, produzidos somente com farinha de trigo.

Para o arroz polido Momiji®, parboilizado Irga 417 e parboilizado Formosa, os provadores avaliaram positivamente a adição de farinha de arroz. Houve correlação linear positiva entre a nota da análise sensorial e % de substituição de farinha de trigo por arroz para as variedades polido Momiji® (coeficiente de correlação = $R = 0,87$), Irga ($R = 0,79$) e Formosa ($R = 0,94$). Isto indica que para os provadores, a adição de farinha de arroz melhorou a aparência dos sonhos.

Em relação as outras análises realizadas, os provadores não relacionaram o volume com as notas da análise sensorial de aparência, o que se deve provavelmente à diferença no volume ser sutil (cerca de 2 mm no diâmetro). Em produtos maiores, como pães de forma, esta diferença provavelmente teria sido percebida.

Quanto ao teor de lipídios dos sonhos, que variou entre 11,2 e 33,6%, suspeitou-se haver uma possível relação entre a aparência do produto e a quantidade de gordura, visto que o produto poderia parecer gorduroso, mas, os provadores também não associaram estas duas características.

Avaliou-se também uma possível relação entre o teor de umidade dos sonhos e as notas dadas à aparência pelos consumidores. Observou-se uma relação direta, isto é, à medida que o teor de umidade nos produtos era maior, a nota da análise sensorial de aparência também era maior, conforme apresentado na Figura 25. Vale lembrar que os sonhos com maior conteúdo de umidade correspondiam aqueles produzidos com arroz parboilizado.

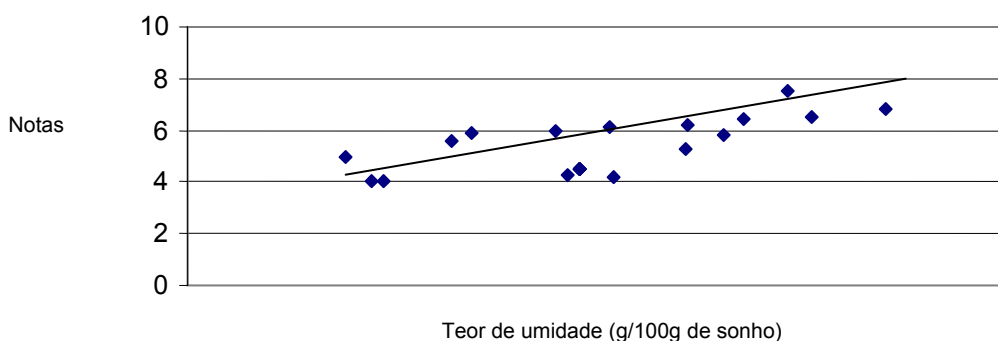


Figura 25 – Notas da análise do atributo aparência em relação ao teor de umidade nos sonhos.

Pães em geral, inclusive os sonhos, perdem água por sinerese durante a estocagem, no processo de retrogradação do amido. Isto causa alterações de textura, normalmente responsáveis pelo fim da vida útil destes produtos (STEINMETZ, 2002; YAO, ZHANG & DING, 2002). Provavelmente, os consumidores atribuíram as maiores notas justamente aos produtos com maiores conteúdos de umidade, pela percepção, talvez inconsciente, de maior maciez e frescor.

(3) Análise de aceitação

A terceira etapa da análise sensorial consistiu na avaliação da aceitação global. Neste teste foram avaliados os sonhos que haviam obtido as notas mais altas na análise de aparência, na triagem, por marca ou variedade de arroz. Os sonhos foram apresentados aos consumidores de forma similar ao encontrado no mercado, com açúcar e recheio de creme. O recheio de creme foi selecionado em função de ser menos marcante que a goiabada ou doce de leite.

Os produtos testados foram: Momiji® 60:40 (farinha de trigo:farinha de arroz), Cristal® 90:10; Irga 417 70:30 e Formosa 60:40. Também foi avaliada a amostra controle, feita exclusivamente com farinha de trigo, para efeito de comparação, bem como os sonhos da formulação Formosa 70:30, pelo fato de ter sido o produto com menor teor de lipídios dentre todos os produtos avaliados. As médias das notas, que podiam variar de 0 a 10, encontram-se na Tabela 11.

Tabela 111 – Médias das notas da análise sensorial de aceitação dos sonhos.

Marca ou variedade de arroz	Farinha de trigo: farinha de arroz	Nota ^(*)
Formosa	60:40	7.3 ^a
Formosa	70:30	7.1 ^a
Irga 417	70:30	7.1 ^a
Cristal®	90:10	7.1 ^a
Controle	100:0	6.9 ^a
Momiji®	60:40	6.0 ^b

(*) Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey, nível de significância de 5%.

Os sonhos produzidos com as farinhas de arroz e proporções de farinha de trigo:farinha de arroz Formosa 60:40, Formosa 70:30, Irga 417 70:30 e Cristal® 90:10 tiveram uma aceitação similar ao produto controle 100:0, não mostrando diferenças significativas entre as notas da análise global dos sonhos. Os sonhos da formulação Momiji® 60:40, que tem baixo teor de amilose, foram pior avaliados, com nota 6,0 significativamente menor que a nota da amostra controle, 6,9.

O histograma com a distribuição das notas da análise sensorial de aceitação em relação a cada marca ou variedade de arroz encontra-se na Figura 26.

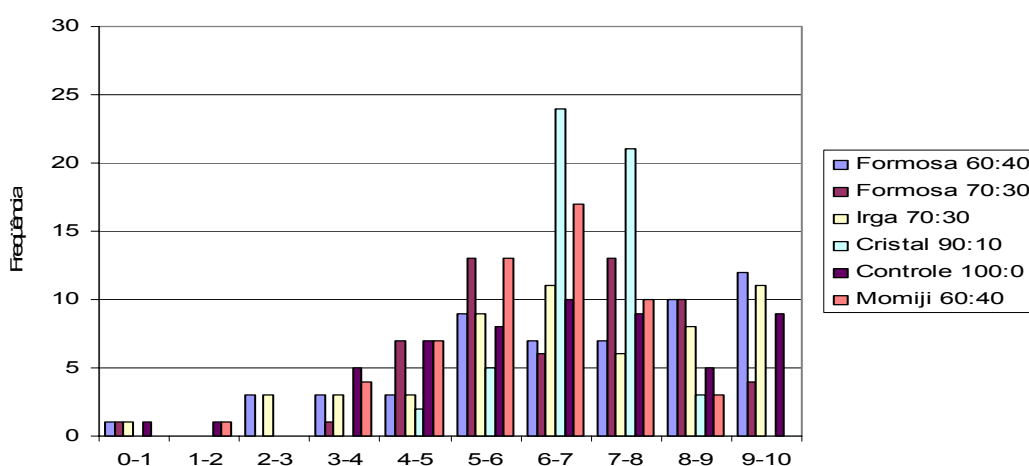


Figura 26 – Histograma das notas da análise sensorial de aceitação.

A distribuição das notas para as formulações Formosa 60:40, Formosa 70:30, Irga 417 70:30, Cristal® 90:10 e controle 100:0 foi similar e mais de 40% dos provadores julgaram estes produtos com notas superiores a 7,0. Para a amostra Momiji® 60:40, a única com aceitação inferior a dos sonhos controle, apenas 24% dos provadores avaliaram este produto com notas maiores a 7,0.

De acordo com NISHITA & BEAN, 1979, variedades de arroz com baixos teores de amilose e menores temperaturas de gelatinização, resultariam em pães com melhores características sensoriais (KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001), no entanto os sonhos feitos com o arroz Momiji® que tem baixo teor de amilose foram os piores na avaliação sensorial.

Porém, segundo ELIASSON & LARSSON (1993) citados por GOESAERT (2005) farinhas de trigo sem amilose, provenientes de amidos cerosos, não são adequadas para fabricação de pães e seus produtos ficam com péssimas

características de textura, devido à ausência ou pequena quantidade de amilose, fundamental para a estruturação do formato dos pães no processo de retrogradação do amido (GOESAERT, BRIJS, VERAVERBEKE, COURTIN, GEBREUS & DELCOUR, 2005).

KADAN, CHAMPAGNE, ZIEGLER JR & RICHARD (1997) também avaliaram dez tipos diferentes de arroz, com teores de amilose distintos, e concluíram que uma farinha de arroz com alto teor de amilose seria mais adequada em relação à textura.

Nas condições da pesquisa, os sonhos produzidos com a farinha de arroz Momiji® que tem baixo teor de amilose, na proporção 60:40, farinha de trigo:farinha de arroz, resultaram em um produto pior, e portanto o seu emprego não é indicado para a produção de sonhos. Amostras de arroz com teores de amilose alto ou intermediário produziram resultados similares ao produto elaborado somente com farinha de trigo.

Para o arroz polido com alto teor de amilose, Cristal®, indica-se a proporção 90:10, farinha de trigo:farinha de arroz. Para o parboilizado *Formosa*, teor intermediário de amilose, a substituição de 30 e 40% de farinha de trigo resultou em sonhos similares ao controle, enquanto para o arroz parboilizado Irga 417, alto teor de amilose, sugere-se a proporção 60:30.

Uma vez comprovado que os sonhos produzidos com farinha de arroz parboilizado em substituição a de trigo são aceitos sensorialmente, pode ser estimada uma redução significativa no custo direto. Considerando o aumento de rendimento em peso de produto de 5,7% e a redução no preço da farinha de arroz em relação a de trigo, a provável redução de custos é em torno de 32% para a proporção 60:40 de farinha de trigo:farinha de arroz e 25% para a proporção 70:30.

A substituição de farinha de trigo pelo arroz polido Momiji® não é indicada devido à rejeição sensorial e para o arroz *Cristal*® a redução de custo seria aproximadamente 7% com a substituição de 10% de farinha de trigo por farinha de arroz.

6 CONCLUSÕES

- O estudo permitiu concluir que a substituição parcial de farinha de trigo por farinha de arroz no produto teste, “sonho”, é possível, e a qualidade do produto final varia em função do tipo e da quantidade de arroz. Dentre as diversas formulações testadas, o melhor resultado foi obtido com substituição de 30% da farinha de trigo por arroz parboilizado, que teve um rendimento 5,3% superior e foi aceito sensorialmente como o produto elaborado apenas com farinha de trigo. O maior rendimento implica em redução no custo de produção.
- O custo de produção também é reduzido em função da farinha de arroz ser obtida a partir do arroz quebrado, que é um subproduto do processo de beneficiamento do arroz e, portanto, tem valor inferior ao da farinha de trigo. Levando-se em consideração esses dois fatores, aumento no rendimento e redução no preço da farinha, os sonhos produzidos com 30% de farinha de arroz em substituição a de trigo tem uma provável redução de custos em torno de 25%.
- A avaliação sensorial dos sonhos feitos com 30% de farinha de arroz parboilizado com teores alto e intermediário de amilose foi similar ao produto controle. O produto feito com 40% de farinha de arroz com teor intermediário de amilose também foi aceito sensorialmente.
- A utilização de arroz polido com alto teor de amilose permitiu uma substituição de apenas 10% do trigo, mas que ainda gerou um produto físico-químico e sensorialmente similar ao controle e com redução de custos em torno de 7%.
- Em relação à absorção de lipídios sugere-se testes adicionais visto que a variação na absorção de óleo que ocorreu durante a fritura do sonhos não pode ser explicada pela substituição de farinha de trigo por arroz.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁸

AGUILAR,M.J.R.;PALOMO,P.;BRESSANI,R. Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo Y harina de arroz. *Archivos Latino Americanos de Nutricion*, v.54, n.3, p.314-321, 2004.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). Approved Methods of AACC. 10. ed. St Paul, MN, 2005. Disponível em: <http://www.aaccnet.org/ApprovedMethods/top.htm> . Acesso em: 12 dez. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS DE PANIFICAÇÃO (ABIP). Perfil do setor de panificação no Brasil. Disponível em: www.abip.org.br. Acesso em: 02 mai. 2006.

AMATO,G.W.;CARVALHO,J.L.V.;SILVEIRA,F.S. Arroz parboilizado: tecnologia limpa, produto nobre. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2002. 240p.

APOVIAN,C.M. Clinical Obesity in Adults and Children. *New England Journal of Medicine*, v. 10, n. 354, p. 1101-1102, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of AOAC international. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995.

BAARDSETH,P.; KVAAL,K.; LEA,P.; ELLEKJAER,M.R.; FAERGESTAD,E.M. The effects of bread making process and wheat quality on french baguettes. *Journal of Cereal Science*, v.32, p. 73-87, 2000.

BOBBIO,P.A.; BOBBIO,F.O. Química do processamento de alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 3^a. ed., 2001. 144p.

BRASIL. Portaria n. 354, de 18 de julho de 1996. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova a norma técnica referente à farinha de trigo. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Obtido em: 27 abr. 2006.

⁸ As referências bibliográficas estão de acordo com a norma NBR6023/2002 preconizada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

-
- BRASIL. RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: www.anvisa.gov.br . Acesso em: 27 abr. 2006.
- BRASIL. Portaria no. 269 de 17 de novembro de 1988. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprova a norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/consultasislegis>. Acesso em: 17 nov. 2005.
- BRASIL. Resolução Mercosul no. 5, de 25 de abril de 1997. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprova o regulamento técnico Mercosul de identidade e de qualidade de arroz beneficiado. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/consultasislegis>. Acesso em: 17 nov. 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa n. 7, de 15 de agosto de 2001. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade do trigo. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/consultasislegis>. Acesso em: 10 de jun. de 2006.
- CANADIAN GRAIN COMMISSION. Methods wheat, 2004. Disponível em : <http://www.grainscanada.gc.ca/> . Acesso em: 25 mai. 2006.
- CALAVERAS, J. Tratado de panificación e bollería. España: Editorial Acribia, 1ª. ed, 1996. 469p.
- CHEFTEL, J.C. Aminoacids, peptides and proteins. In: FENEMA, O.R. (Ed.) Food Chemistry. 2ed. New York: Marcel Dekker, p.246-369, 1985.
- COBRA, M. Administração de marketing. 2ª. Edição. São Paulo: Atlas, 1992.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Brasil: balanço de oferta e demanda, 2005. Disponível em: www.conab.gov.br/download/safra/oferta_demanda_fev_2005.pdf. Acesso em: 19 jul. 2005.
- DAMÁSIO, M.H.; SILVA, M.A.A.P. Análise Sensorial de Alimentos. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1996. 71p.

-
- ELIAS, M.C.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A.; NORA, L.; DIAS, A.R.G. Secagem e Armazenamento de Grãos: sistemas métodos e processos. Pelotas: UFPel-FAEM-DCTA, 1996. 36 p.
- EMBRAPA. Cultivo do arroz irrigado no Brasil: consumo, mercado e comercialização do arroz no Brasil, 2006. Disponível em: www.cpact.embrapa.br/sistemas/arroz/cap18.htm. Acesso em: 17 mar. 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). FAO Statistical Databases Agriculture, 2005. Disponível em: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>. Acesso em: 10 jun. 2006.
- FERREIRA, S.M.; LINO-LÔBO, A.P.R.; MORAL-GIL, C.R.; GALERA, J.S. Avaliação de pão de queijo recheado com fécula de mandioca e farinha de arroz. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 6, Campinas, 2005. **Anais**. Campinas: SLACA, 2005.
- FONSECA, A.A.; ARAÚJO, W.M.C.; FALCIROLLI, D.M.C.; PILLA, N.; MARQUES, A.O. Avaliação da qualidade tecnológica de pães enriquecidos com farelo de trigo. *Alim. Nutr.*, v.8, p.17-25, 1997.
- GALERA, J.S.; LOPES, V.C.; QUIRINO, V.N.; ROSA, R.C.P. Avaliação do uso de farinha de trigo sarraceno em produtos de panificação. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 6, Campinas, 2005. **Anais**. Campinas: SLACA, 2005.
- GALVANI, A.; CAMARGO, C.R.O.; CIACCO, C.F. Efeito de lipídios, açúcares, sais e ácidos nas propriedades de gelatinização e retrogradação do amido. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.14(1), p.3-13, 1994.
- GANNON, R. Value-added rice. *Rice Journal*, v. 101(1), p.14-18, 1998.
- GOESAERT, H.; BRIJS, K.; VERAVERBEKE, W.S.; COURTIN, C.M.; GEBREUS, K.; DELCOUR, J.A. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science and Technology*, v.16, p.12-30, 2005.

-
- GRAY, J.A.; BEMILLER, J.N. Bread staling: Molecular basis and control. *Food Science*, p 1-20, 2003.
- GUEDES, J.M. Indústrias de panificação buscam tecnologia para ter competitividade. *Revista Engenharia de Alimentos*, v.4(19), p.17-21, 1998.
- GULARTE, M.A. Arroz: propriedades de consumo e preferências do consumidor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, Itajaí, 2003. **Anais**. Itajaí: EPAGRI, 2003.
- HEINEMANN, R.J.B.; FAGUNDES, P.L.; PINTO, E.A.; PENTEADO, M.C.V.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. *Journal of Food composition and Analysis*, v.18, p.287-296, 2005.
- HOSENEY, R.C. Functional properties of pentosans in baked foods. *Food Technology*, v.38, p.114–117, 1984.
- INTERNATIONAL RICE INSTITUTE (IRRI). Rice supply/utilization balances, by country and geographical region, selected years, 2004. Disponível em : <http://www.irri.org/science/ricestat/pdfs/Table%2017.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2005.
- INTERNATIONAL RICE INSTITUTE (IRRI). Rice calorie supply as percentage of total calorie supply, by country and geographical region, 2006. Disponível em <http://www.irri.org/science/ricestat/pdfs/Table%2016.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2006.
- JULIANO, B.O. et al. International cooperative testing on the amylose content of milled rice. *Starch/Starke*, v.33, n.5, p.157-162, 1981.
- JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B.O. Rice: chemistry and technology. 2.ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemistry, p.17-57, 1985.
- JULIANO, B.O.; HICKS, P.A. Rice functional properties and rice food products. *Food Rev. Int.*, v.12(1), p.71-103, 1996.

-
- KADAN,R.S.;BRYANT,R.J.;BOYKIN,D.L. Effects of processing conditions on qualities of rice fries. *Journal of Food Science*, v.66, n.4, p.610-613, 2001a.
- KADAN,R.S.;BRYANT,R.J.;BOYKIN,D.L. Rice fry texture as affect by gum application and mechanical perforation. *Journal of Food Science*, v.66, n.8, p.1084-1088, 2001b.
- KADAN,R.S.,CHAMPAGNE,E.T.,ZIEGLER,G.M.;RICHARD,O.A. Amylose and protein contents of rice cultivars as related to texture of rice based fries. *Journal of Food Science*, v.62, n.4, p.701-703, 1997.
- KADAN,R.S.;ROBINSON,M.G.;THIBODEAUX,D.P.; PEPPERMAN,A.B. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal of Food Science*, v.66, n.7, p.940-944, 2001.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a genetic resource perspective. *Food Chemistry*, v.80, p.589-596, 2003.
- KIHLBERG,I.; JOHANSSON,L.; KOHLER,A.; RISVIK,E. Sensory qualities of whole wheat pan bread – influence of farming system, milling and bakind technique. *Journal of Cereal Science*, v. 39(1), p. 67-84, 2004.
- KLAPTHOR,J.N. Skinny doughnuts: reducing fat with the help of rice. *Institute of Food Technologists*, 2001. Disponível em: www.ift.org. Acesso em: 17 out. 2002.
- LARA Jr, J.M.; GARCIA, D.M.; PEREIRA, E.P.;ANDRADE, R.B.; GALERA, J.S. Avaliação de pães de forma produzidos com farinha de arroz e glúten vital. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 6, Campinas, 2005. **Anais**. Campinas: SLACA, 2005.
- LEITÃO,R.F.F.;PIZZINATTO,A.;VITTI,P.;SHIROSE,I.;MORI,E.E.M. Estudo de duas cultivares de triticale e sua aplicação em produtos de massa alimentícias (macarrão, biscoito) e bolos. *Boletim ITAL*, v.21(3), p.325-342, 1984.
- LINDEN,G.; LORIENT,D. Bioquímica agroindustrial. España: Editorial Acribia, 1996. 428p.

-
- LINKO,Y.;JAVANAINEN,P.;LINKO,S.L. Biotechnology of bread baking. *Trends in Food Science and Technology*, v.8, p.339-344, 1997.
- MARTINEZ,C.Y.; CUEVAS,F. Evaluacion de la calidad culinaria e molinera del arroz. Cali: CIAT, 1989. 75p.
- NISHITA;K.D.;BEAN,R.L. Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chemistry*, v.56(3), p.185-189, 1979 *apud* KADAN, ROBINSON, THIBODEAUX & PEPPERMAN JR, 2001 Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. *Journal of Food Science*, v.66, n.7, p.940-944, 2001.
- OLIVEIRA,C.L.;FISBERG,M. Obesidade na Infância e na Adolescência – Uma Verdadeira Epidemia. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 47, n.2, p. 107-108, 2003.
- ONG, M.H.; BLANSHARD,J.M.V. Texture determinants in cooked, parboiled rice. *Journal of Cereal Science*, v. 21, p. 251-260, 1995.
- PERTEN, 2006. Disponível em: <http://www.perten.com/pages/ProductPage>. Acesso em: 10 jun. 2006.
- PIZZINATTO,A. Farinha de quirera de arroz em pão francês. *Boletim Ital*, n.52, 1977.
- PIZZINATTO,A.;VITTI,P.;LEITÃO,R.F.;MORAIS,C.;AGUIRRE,J.M.;CAMPOS,S.D.S. Uso da farinha mista de polpa de peixe e arroz na produção de pão, macarrão e biscoito. *Boletim Ital*, v.21(2), p 157-182, 1984.
- PSZCZOLA,D.E. New ingredient developments are going with the grain. *Food Technology*, v. 57, n.2, p. 46-57, 2003.
- PSZCZOLA,D.E. Rice: not just for throwing. *Food Technology*, v. 55, n.2, p. 53-59, 2001.
- RASPER, V. Theoretical aspects of amylographology. The Amylograph Handbook, compiled and edited by SHUEY,W.C. & TIPPLES,K.H. American Association of Cereal Chemists, AACC, 1982.

SAFRAS E MERCADO. Relatório diário de informações e previsões de mercados interno e externo. Disponível em: www.safras.com.br . Acesso em: 26 abr. 2006.

SAVELLI,R.A.;PADUA,T.S.;DOBRZYCKI,J.H.;CAL-VIDAL,J. Análises texturométricas e microestruturais de pães franceses contendo farinha de batata-doce. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.30, n.3, p.395-400, 1995.

SILVEIRA,E.T.F.;TRAVAGLINI,D.A.;VITTI,P.;CAMPOS,S.D.S.;AGUIRRE,J.M.; FIGUEIREDO,I.B.;SHIROSE,I.. Farinha composta de resíduo do extrato de soja e de arroz em mistura com farinha de trigo para uso em panificação. *Boletim ITAL*, v.18(4), p. 509-542, 1981.

SLOAN,A.E. Wholly grain! *Food Technology*, v.59, n.6, p.16, 2005.

STEINMETZ,M. Melhoria de textura em pães industriais através do uso de hidrocolóides. *Revista Aditivos e Ingredientes*, n.19, p.71-72, 2002.

SUMMERKAMP,B.;HESSER,M. Fat substitute up date. *Food Technology*, v. 44, n.3, p. 92-97, 1990.

TAYLOR,S.L.;HEFLE,S.L. Allergen Control. *Food Technology*, v.59, n.2, p 40-43, 2005.

TIPPLES,K.H. Theoretical aspects of amylographology. *The Amylograph Handbook*, compiled and edited by SHUEY,W.C. & TIPPLES,K.H. American Association of Cereal Chemists, AACC, 1982.

TEDRUS,G.A.S.;ORMENESE,R.C.S.;SPERANZA,S.M.;CHANG,Y.K.;BUSTOS,F.M. Estudo da adição de vital glúten a farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade dos pães. *Cienc. Technol. Aliment*, v.21, n.1, 2001.

VENTRIA BIOSCIENCE, 2006. Disponível em: <http://www.ventria.com>, acesso em: 22 mai 2006.

VILLANUEVA, N.D.M. Avaliação do desempenho de quatro métodos de escalonamento em testes sensoriais de aceitação utilizando modelos normais aditivos de análise de variância e mapas internos de preferência. Campinas, SP,

2003. 140p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

WALDE,S.G.;TUMMALA,J.;LAKSHMINARAYAN,S.M.;BALARAMAN,M. The effect of rice flour on pasting and particle size distribution of green gram (*Phaseolus radiata*) dried batter. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 40, p.935-942, 2005.

WALTER,M.;SILVA,L.P.;PAZINI,M.;NÖRNBERG,J.L.;FAGUNDES,C.A.A. Teor de amilose, retrogradação e formação de amido resistente em cultivares de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, Itajaí, 2003. **Anais**. Itajaí: EPAGRI, 2003.

WATANABE,E. Adaptação de novas tecnologias de panificação à produção de pão no Brasil. *Embrapa Agroindústria de Alimentos*, 2003. Disponível em: <http://www.ctaa.embrapa.br/ped/101998755.htm>. Acesso em: 20 mai. 2003.

WEBER,J.;BOCHI,V.C.;VICTÓRIO,A.M.;SILVA,L.P.;EMANUELLI,T. Avaliação sensorial e de cor de biscoito achocolatado formulado com farinha de quirera de arroz e feijão quebrado. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 6, Campinas, 2005. **Anais**. Campinas: SLACA, 2005.

WILKINSON, H.C.;CHAMPAGNE,E.T. Value-added rice products in today's market. *Cereal Foods World.*, v.49(3), p.134-138, 2004.

YAO,Y;ZHANG,J.;DING,X. Structure – retrogradation relationship of rice starch in purified starches and cooked rice grains: a statistical investigation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, p. 7420-7425, 2002.

ZAMBRANO, F.;CAMARGO,C.R.O. Substitutos de gordura derivados de amido utilizados em panificação. *Boletim SBCTA*, v.33(2), p. 235-244, 1999.

ZHOU,Z.; ROBARDS,K.; HELLIWELL,S.; BLANCHARD,C. Ageing of stored rice: changes in chemical and physical attributes. *Journal of Cereal Science*, v.35, p. 65-78, 2002.

ANEXO A – Questionário utilizado para o recrutamento e seleção dos provadores.

QUESTIONÁRIO

Estamos recrutando consumidores para participar de uma análise de sonhos a ser realizada nos dias 29 de abril e 6 de maio de 2006 que tem o objetivo de avaliar a aceitação do consumidor frente a diferentes formulações. Os sonhos serão elaborados utilizando misturas de farinha de trigo e de farinha de arroz e demais ingredientes usuais. Por favor, responda:

1- Qual a frequência que você consome produtos de panificação, como por exemplo: pães, bolos, rocamboles, sonhos, pizzas, entre outros.

1- Todos os dias; 2- Até três vezes por semana; 3- Uma vez por semana;

4- Ocasionalmente; 5- Nunca consumo.

Se consome, por favor, escreva quais os produtos de panificação costuma consumir:

2- O que é mais importante no momento de sua compra de um produto de panificação?

() Preço

() Aparência do produto.

() Valor nutricional

() Ingredientes / formulação

() Marca

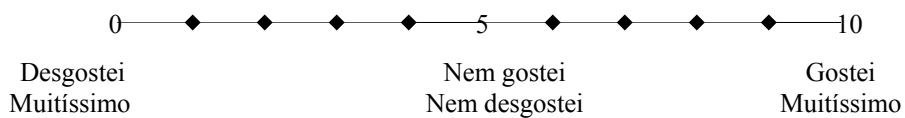
() Outros: _____

3- Você gosta de sonho?

() Sim

() Não

4-Caso seja consumidor de SONHO, marque com um "X", na escala abaixo, o lugar (inclusive entre pontos) que melhor representa o quanto você gosta ou desgosta deste tipo de produto.



5 – Se você tem algum problema de saúde que restrinja o consumo de sonho ou de arroz, como alergia, doença celíaca, diabetes, entre outras?

() Sim () Não

Em caso positivo, especifique: _____

Dados Pessoais

Nome: _____

Telefone: _____

E-mail _____

Agradecemos a participação.

ANEXO B – Cópia do Parecer do comitê de Ética em pesquisa FCF/USP.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Comitê de Ética em Pesquisa - CEPOfício CEP nº 10/2006

São Paulo, 16 de fevereiro de 2006.

Ilmo(a). Sr(a).
Juliana Schmidt Galera
Orientador: Profa. Ursula Maria Lanfer Márquez
FBA

Prezado(a) Senhor(a),

Vimos informar que o Comitê de Ética em Pesquisa da FCF/USP, em reunião realizada em 13 de fevereiro de 2006, **APROVOU** o projeto "Efeito da substituição parcial de farinha de trigo por farinha de arroz em produto de panificação frito (sonho)" (Protocolo CEP nº 352) apresentado por Vossa Senhoria, devendo apenas ser acrescentado à primeira página do TCLE, item III, o que segue: "Além dos ingredientes básicos para a fabricação dos sonhos será usada a farinha de arroz em substituição à farinha de trigo".

Lembramos que após a execução de 50% do cronograma do projeto, deverá ser apresentado um relatório parcial, de acordo com o Artigo 18 – item C, da Portaria FCF-111/97.

Atenciosamente,

Prof. Dra. Valentina Porta
Coordenadora do Comitê de Ética
em Pesquisa da FCF/USP

ANEXO C – Informações para os Membros de Bancas Julgadoras de Mestrado.

Informações para os Membros de Bancas Julgadoras de Mestrado

1. O candidato fará uma apresentação oral do seu trabalho, com duração máxima de trinta minutos.

2. Os membros da banca farão a argüição oral. Cada examinador disporá, no máximo, de trinta minutos para argüir o candidato, exclusivamente sobre o tema do trabalho apresentado, e o candidato disporá de trinta minutos para sua resposta.

2.1 Com a devida anuência das partes (examinador e candidato), é facultada a argüição na forma de diálogo em até sessenta minutos por examinador.

3. A sessão de defesa será aberta ao público.

4. Terminada a argüição por todos os membros da banca, a mesma se reunirá reservadamente e expressará na ata (relatório de defesa) a aprovação ou reprovação do candidato, baseando-se no trabalho escrito e na argüição.

4.1 Caso algum membro da banca reprove o candidato, a Comissão Julgadora deverá emitir um parecer a ser escrito em campo exclusivamente indicado na ata.

4.2 Será considerado aprovado o aluno que obtiver aprovação por unanimidade ou pela maioria da banca.

5. Dúvidas poderão ser esclarecidas junto à Secretaria de Pós-Graduação: pgfarma@usp.br, (11) 3091 3621.

São Paulo, 18 de março de 2005.

Profa. Dra. Bernadette D. G. M. Franco
Presidente da CPG/FCF/USP