

CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA PRÉ-GELATINIZADA DE ARROZ INTEGRAL PRODUZIDA A PARTIR DE GRÃOS QUEBRADOS

W. AUGUSTO-RUIZ^{*}
S. R. BONATO
L. SILVA ARRIECHE
F. VAZ ALVES

RESUMO

O beneficiamento do arroz produz uma série de subprodutos que podem ser utilizados na elaboração de produtos alimentícios em função da qualidade da matéria-prima beneficiada e do potencial de produção. A farinha pré-gelatinizada de arroz é produzida a partir dos grãos quebrados de arroz, obtidos do beneficiamento mediante um processo industrial. Visando demonstrar a qualidade desse produto, foram determinadas: a composição química, propriedades físicas, propriedades viscoamilográficas e microbiológicas. Os resultados demonstram que a farinha pré-gelatinizada de arroz integral apresenta composição química e microbiológica, propriedades físicas e viscoamilográficas não muito diferentes das registradas na literatura para farinha de arroz branco, portanto pode ser utilizada na alimentação humana na sua forma direta ou como ingrediente na formulação de novos produtos alimentícios.

PALAVRAS-CHAVE: Arroz, farinha de arroz, farinha de arroz pré-gelatinizada.

ABSTRACT

Characterization of pregelatinized whole rice flour produced from broken rice grains

Rice industry generates a series of by-products which can be utilized for the production of food items due to the quality of the bulk material and production potential. Pre-jellied rice flour is produced from broken rice grains obtained during industrial rice beneficiation. In order to demonstrate the quality of this product, its chemical composition as well as physical, viscoamylographic and microbiological properties were determined. The results demonstrate that it presents properties at least similar to that of white rice flour, suggesting that this product may be utilized as human food, either directly or as an ingredient in the formulation of new food items.

KEY-WORDS: rice, rice flour, pregelatinized rice flour.

^{*}C.P. 474 – FURG – 96.201-900 – Rio Grande, RS. dgmwar@super.furg.br

1 – INTRODUÇÃO

No processo de beneficiamento do arroz, são obtidos vários subprodutos passíveis de agregar valor tecnológico e nutricional. Dentre esses, mencionam-se o farelo, a casca e os grãos quebrados. A quantidade de grãos quebrados representa aproximadamente 20% da matéria-prima, sendo que uma pequena porcentagem de grãos quebrados que não apresentam defeitos são misturados aos grãos inteiros. Desta forma, a maior porcentagem desse subproduto representa um potencial que necessita ter sua viabilidade técnica verificada desde que nas indústrias beneficiadoras de arroz existem várias oportunidades para o desenvolvimento de produtos alimentícios, assim o desenvolvimento de tecnologia que permita a melhor utilização desse subproduto poderia contribuir para aumentar o consumo *per capita* de arroz, estimado em torno de 50kg/ano.

Até a década de 80, aproximadamente 30% do total dos grãos quebrados de arroz era usado por cervejarias, e uma pequena porcentagem por indústrias de cereais matinais e formulações para "baby food". As indústrias produtoras de cerveja empregavam os grãos quebrados do arroz em função do baixo preço, mas gradualmente eles foram substituídos por glicose, obtida a partir do amido de milho.

A farinha de arroz, devido às suas características tecnológicas e nutricionais, geralmente é utilizada no preparo de alimentos infantis, instantâneos, matinais ou em combinação com produtos cárnicos e em produtos congelados. Identificar e caracterizar a matéria-prima a ser utilizada para a obtenção de farinha de arroz integral pré-gelatinizada é uma necessidade.

Estudar as características físicas, químicas, reológicas e microbiológicas da farinha integral pré-gelatinizada, proveniente dos grãos quebrados de arroz, tem por objetivo avaliar o potencial nutricional e tecnológico desse importante subproduto do beneficiamento do arroz, na busca de subsídios para posteriores estudos que objetivem a elaboração de produtos alimentícios.

1.1 – Cenário da produção e do consumo de arroz

Na década de 90 do século passado, a média da produção mundial de arroz foi estimada em 500 milhões de toneladas anuais, e atualmente passa de 700 milhões de toneladas. Os principais produtores são China com 34% e Índia com 27%, enquanto o Brasil contribuía com aproximadamente 1,7%, ocupando o oitavo lugar. A produção nacional concentra-se no Rio Grande do Sul, com aproximadamente 186.000 hectares plantados contribuindo com

aproximadamente 48% da produção nacional [9, 13, 18, 21].

O arroz é o cereal mais consumido no mundo, e é considerado um alimento básico para aproximadamente dois terços da população mundial [21]. No Brasil, o consumo de arroz é de aproximadamente 12 milhões de toneladas/ano, com tendência crescente, face ao aumento do poder aquisitivo dos consumidores e ao lançamento de novos produtos formulados. Esta demanda interna é suprida pela produção brasileira e complementada por importações provenientes do Uruguai, Argentina e, esporadicamente, dos Estados Unidos e de países asiáticos [7].

1.2 – Características químicas e nutricionais

O valor nutricional dos cereais pode ser avaliado principalmente através de sua composição química, energia disponível e qualidade biológica (Tabela 1). Os carboidratos são os componentes majoritários em todos os cereais, sendo o amido o carboidrato que aparece em maior concentração. O segundo maior componente em todos os cereais é a proteína, a qual encontra-se em maior concentração no "millet". Os cereais apresentam relativamente baixo teor de gordura, que varia de acordo com a espécie e outros fatores. O baixo teor de gordura caracteriza os cereais como sendo produtos de baixa densidade energética, com aproximadamente 450 Kcal. 100⁻¹g, o que pode representar um problema nutricional. O teor de fibra bruta também é baixa na maioria dos cereais, principalmente no arroz polido [6, 7].

A qualidade protéica pode ser estimada com base no perfil de aminoácidos essenciais e, dentre estes, pelos teores de aminoácidos limitantes. É estabelecido que os cereais são pobres em lisina e treonina. O trigo, por exemplo, é especialmente pobre nesses aminoácidos. A concentração de aminoácidos sulfurados é relativamente alta, com valores variando entre 3,6 e 4,0g por 16g de nitrogênio; no entanto, no sorgo a concentração é de 2,8g por 16g de nitrogênio [19].

Os cereais apresentam baixos teores de tiamina e riboflavina, mas relativamente altos teores de niacina. Dentre os minerais, os teores de ferro e zinco são relativamente baixos no arroz, e variam muito pouco nos outros cereais.

A digestibilidade das proteínas do sorgo é mais baixa do que as do arroz. A baixa digestibilidade das proteínas do sorgo pode ser explicada pela sua alta concentração de fibras e de tanino, enquanto no arroz esses teores são baixos, o que pode explicar sua alta digestibilidade aliada a sua alta digestibilidade energética [19].

O valor biológico (VB) dos cereais está relacionado com a concentração da lisina como aminoácido, no entanto o arroz apresenta

maior VB que o trigo. A proteína utilizável é um indicador da qualidade protéica; tanto o sorgo quanto o arroz apresentam baixos valores de proteína utilizável, provavelmente em função da baixa concentração de proteína [3, 6, 17, 19].

TABELA 1 – Composição química e nutricional de cereais*

	Trigo	Milho	Arroz integral	Av	Millet	Sorgo
Proteína (%)	12,3	11,4	8,5	12,8	13,4	9,6
Gordura (%)	2,2	5,7	2,6	3,9	5,5	4,5
Carboidratos(%)	81,1	74,0	74,8	64,9	73,7	67,4
Fibra bruta (%)	1,2	2,3	0,9	4,3	1,8	408
Cinzas (%)	1,6	1,6	1,6	2,2	1,8	3,0
Energia (Kcal/100g)	436	461	447	454	459	447
Tiamina (mg/100g)	0,52	0,37	0,34	0,12	0,73	0,38
Riboflavina (mg/100g)	0,12	0,12	0,05	0,05	0,38	0,15
Niacina (mg/100g)	4,3	2,2	4,7	3,1	2,3	3,9
Fe (mg/100g)	5	4	3	7	8	10
Zn (mg/100g)	3	3	2	3	3	2
Lisina (g/16g de N)	2,3	2,5	3,8	3,2	2,7	2,7
Treonina (g/16g de N)	2,8	3,2	3,6	2,9	3,2	3,3
Metionina + cisteína (g/16g de N)	3,6	3,9	3,9	3,9	3,6	2,8
Triptofano (g/16g de N)	1,0	0,6	1,1	1,1	1,3	1,0
TD (%)	96,0	95,0	99,7	88,0	93,0	84,8
BV (%)	55,0	61,0	74,0	70,0	60,0	59,2
NPU (%)	53,0	58,0	73,8	62,0	56,0	50,0
Proteína utilizável (%)	6,5,0	6,6	6,3	7,9	7,5	4,8
Energia digerível (%)	86,4	87,2	96,3	81,0	87,2	79,9
Tanino (%)	0,5	0,5	0,1	0,8	0,7	1,9

* valores em base seca [6].

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Grãos quebrados e farinha pré-gelatinizada

Os grãos quebrados de arroz e a farinha pré-gelatinizada de arroz integral (FAIPG) foram cedidos pela empresa Josapar, Pelotas, RS. A farinha pré-gelatinizada foi produzida a partir de grãos quebrados de arroz, segundo o fluxograma de operações descrito na Figura 1 do anexo.

2.2 – Caracterização físico-química

Os defeitos dos grãos quebrados de arroz foram determinados segundo a Portaria 269 do MARA [3]. O tamanho da partícula foi determinado utilizando um conjunto de peneiras de diferentes malhas.

Utilizou-se estufa com ventilação de ar para a determinação da umidade e a acidez foi determinada por titulação potenciométrica [14].

Foi utilizada metodologia da AOAC [1] para determinar a composição proximal das amostras, e o teor das fibras foi determinado segundo GONÇALVES [8]. A qualidade microbiológica da farinha de arroz foi determinada através de contagem de mofos e leveduras, teste presuntivo e confirmativo para coliformes fecais e totais, contagem de *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* (segundo portaria n.º 410 do Ministério da Agricultura, de 24/5/1987).

A estabilidade dos grãos e da farinha integral foi determinada mediante a acidez e o pH de amostras acondicionadas em sacos de juta e armazenadas à temperatura ambiente, durante 60 dias.

A estabilidade da farinha de arroz integral pré-gelatinizada foi determinada à temperatura ambiente e a 30 °C em estufa com circulação de ar. As amostras foram acondicionadas em sacos de 80kg de polietileno de baixa densidade, determinando o índice de acidez, pH, teste qualitativo para lipase e umidade.

Para o teste qualitativo da lipase, foram pesadas 15g de gordura de coco, adicionou-se 7,5mL de água deionizada e aqueceu-se até fundir a gordura, logo após resfriou-se até 30 °C e adicionou-se 50g da amostra. Agitou-se cuidadosamente para formar uma pasta homogênea, cobriu-se com vidro de relógio e levou-se à estufa a 30 °C. Após 24 horas a essa temperatura estima-se a ação da lipase pelo odor característico a ranço.

2.3 – Determinação dos índices de absorção e solubilidade em água

Os índices de absorção de água e solubilidade em água foram determinados com um procedimento padronizado no laboratório. Em tubo de ensaio, com tampa, pesaram-se 2,5g de amostra, adicionaram-se 30mL de água e, após agitar por 30 minutos, transferiu-se essa solução para um tubo de centrifuga previamente tarado e centrifugou-se a 3000 rpm durante 10 minutos. O líquido sobrenadante foi recolhido cuidadosamente em placa de Petri e evaporado em banho-maria a 100 °C, e, logo após, em estufa a 105 °C por três horas. O gel remanescente no tubo de centrifuga foi pesado. O índice de solubilidade em água (ISA) foi determinado a partir do resíduo da evaporação do sobrenadante. O índice de absorção de água (IAA) foi calculado com a seguinte equação:

$$IAA = \frac{\text{Peso do resíduo da centrifugação (gel)} * 100}{\text{Peso da amostra} - \text{Peso do resíduo da evaporação}};$$

e o índice de solubilidade em água (ISA) foi calculado com a seguinte equação:

$$\text{ISA} = \frac{\text{Peso do resíduo da evaporação} * 100}{\text{Peso da amostra}}$$

2.4 – Temperatura de gelatinização

Para determinar a temperatura de gelatinização da farinha de arroz integral, foi feita uma suspensão de 5% p/v da amostra em água, aquecendo-se lentamente, com agitação, e registrou-se a temperatura na qual a suspensão apresentou mudança de consistência, tornando-se mais viscosa.

2.5 – Propriedades viscoamilográficas

As propriedades de pasta do amido e de produtos compostos de amido são prontamente obtidas com o RVA (Rapid Visco Analyzer) [10]. Durante o teste o amido é submetido a alta temperatura e tensão, sendo gelatinizado aumenta a viscosidade, e determina-se sua estabilidade. A determinação das propriedades viscoamilográficas é aplicável a qualquer material como amidos, farinhas, formulações que contenham amido, etc. Essas determinações foram realizadas com o RVA do laboratório de cereais da UNICAMP.

2.6 – Calor de combustão

O calor de combustão foi determinado utilizando uma bomba Parr, a qual foi calibrada utilizando ácido benzóico [2].

2.7 – Determinações microbiológicas

Na farinha de arroz integral pré-gelatinizada foram determinadas as seguintes contagens: bolores e leveduras, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*, coliformes fecais e totais e determinação de *Salmonella* [20].

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Defeitos dos grãos quebrados de arroz

Após eletrônica, os grãos quebrados apresentaram 3,20% de defeitos (Tabela 2), verificando-se a eliminação das curriolas, a redução 96,20% de grãos vermelhos, 81,82% de grãos pretos, 73,33% de inços, 69,12% de grãos verdes e 50% de cascas. Dessa forma, a seleção eletrônica permitiu eliminar 20,26% do total dos defeitos, o que equivale a um rendimento de 79,74%.

Como a farinha de arroz integral tende a ser mais escura,

sugere-se que sejam eliminados apenas as cascas e inços, de forma a aumentar o rendimento, desde que não seja constatada a presença de micotoxinas.

TABELA 2 – Porcentagem de defeitos nos grãos quebrados de arroz integral

Defeitos	Antes da eletrônica	Após a eletrônica
Vermelhos	12,02	0,46
Verdes	5,44	1,68
Cascas	0,04	0,02
Pretos	5,28	0,96
Inços	0,30	0,08
Curriolas	0,38	0,00
Total	23,46	3,20

3.2 – Tamanho dos Grãos Quebrados

Observou-se que a maior porcentagem (aproximadamente 95%) dos grãos quebrados de arroz integral apresentaram um tamanho entre 1,5 e 1,8mm, que corresponde a uma malha de 9 a 12 mesh e um diâmetro médio de Sauter de 1,61mm, o que dá uma boa idéia da homogeneidade do tamanho dos pedaços de grãos (Figura 1).

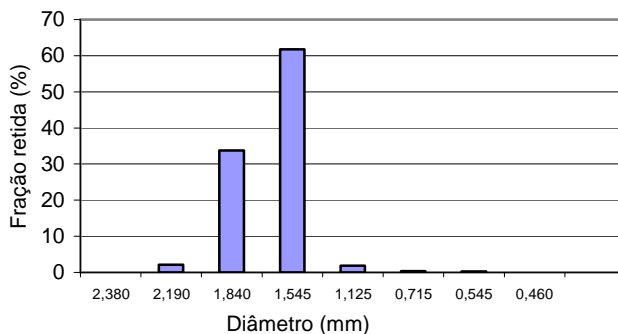


FIGURA 1 – Distribuição granulométrica dos grãos de arroz integral quebrados

Uma função matemática que descreve melhor a distribuição do tamanho do grão é a seguinte equação:

$$X_p = (A + B * D)^2$$

Onde: X_p = fração passante; A = parâmetro adimensional;

B = (mm)⁻¹; D = diâmetro da partícula (mm).

Por regressão não-linear, pode-se observar que o parâmetro B indicou ser significativo ($p < 0,05$), enquanto o parâmetro A não teve significância (Tabela 2). O modelo se ajusta razoavelmente bem à distribuição granulométrica e permite calcular, de forma mais precisa, o diâmetro médio de Sauter, podendo, portanto, ser utilizado para representar o tamanho dos pedaços de grãos. A função também pode ser utilizada na especificação de moinhos, utilizando-se o diâmetro em função da porcentagem passante, obtendo-se as potências requeridas para os moinhos a fim de se obter a distribuição granulométrica desejada para o produto.

TABELA 2 – Análise estatística para o modelo ajustado à distribuição granulométrica dos quebrados

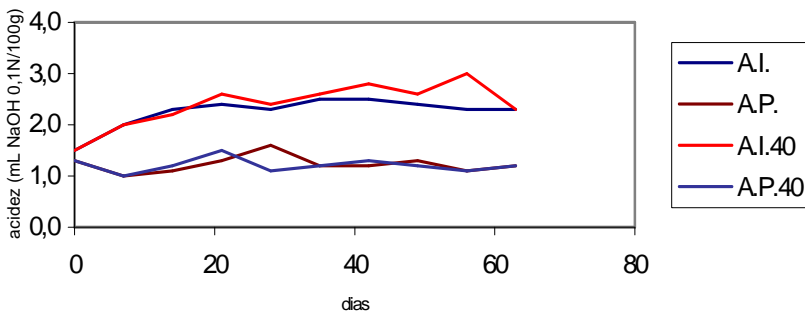
Parâmetros	A	B
Estimação	-0,56166	0,679691
Desvio-padrão	0,23263	0,108945
Teste T (parâmetro/desvio-padrão)	-2,41436	6,238853
"p-level"	0,06054	0,001549
Coeficiente de determinação	0,9237	
Coeficiente de correlação	0,9611	

3.3 – Acidez, umidade e pH

Os grãos quebrados de arroz integral apresentaram um índice de acidez de 0,15 meq, 14% umidade e pH 6,7. Considera-se que um índice de acidez acima de 0,25 meq pode produzir uma farinha de qualidade inferior [7], o que não é o caso das amostras testadas.

3.4 – Estabilidade dos grãos quebrados de arroz integral

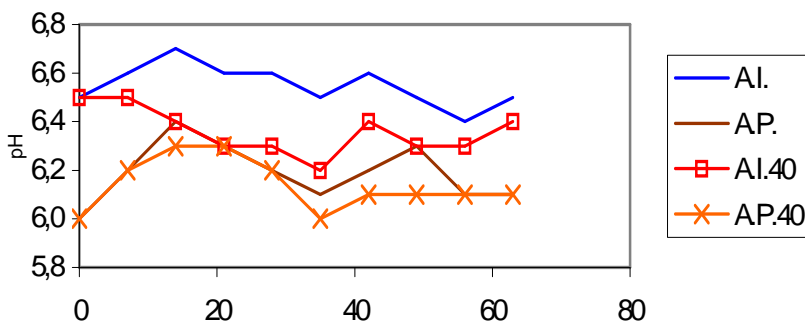
Como era esperado, o arroz integral foi menos estável que o arroz polido, devido ao fato de que o arroz integral não sofre o processo de beneficiamento para a retirada do germe e das camadas periféricas que contêm lipases; conseqüentemente, sofre um processo mais rápido de degradação lipídica, o qual é influenciado pela temperatura, umidade e outros fatores bióticos e abióticos (Figura 2).



(Legenda: arroz integral à temperatura ambiente (A.I) e a aprox. 40 °C (A.I.40); arroz polido à temperatura ambiente (A.P) e a aproximadamente 40 °C (A.P.40).

FIGURA 2 – Variação da acidez dos pedaços de grãos de arroz, em função do tempo

A variação do pH foi maior no arroz integral (pH entre 6,4 e 6,7) que no arroz polido (pH entre 6,0 e 6,4). Essa variação era esperada em função da natureza de ambas as amostras (Figura 3).

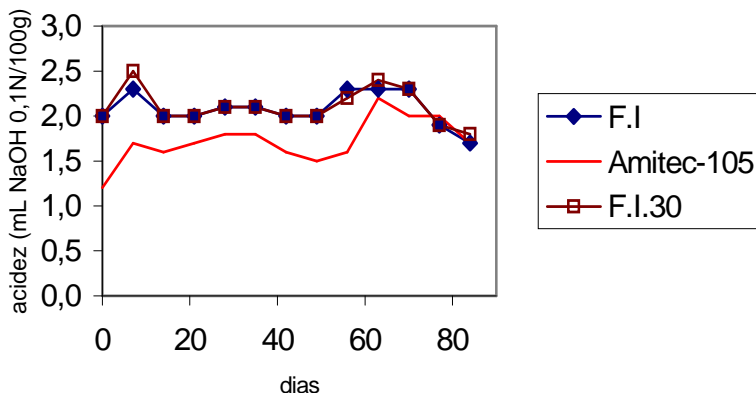


(Legenda: arroz integral à temperatura ambiente (A.I) e a aprox. 40 °C (A.I.40); arroz polido à temperatura ambiente (A.P) e a aproximadamente 40 °C (A.P.40).

FIGURA 3 – Variação do pH nos grãos quebrados de arroz integral

3.5 – Estabilidade da farinha de arroz integral pré-gelatinizada

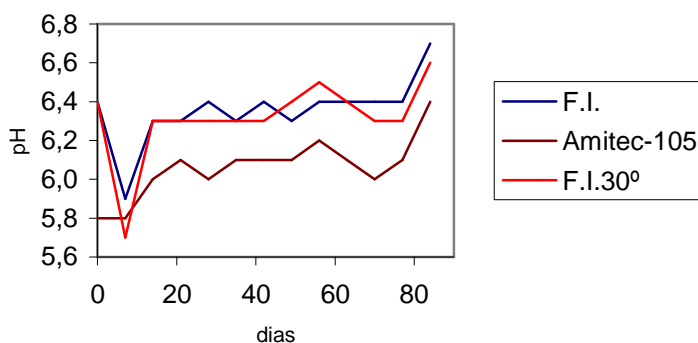
Como era esperado, a estabilidade, em termos de acidez e pH, da farinha integral dos grãos quebrados de arroz foi menor do que a da farinha de arroz polido (Amitec 105), conforme pode ser verificado nas Figuras 4 e 5.



(Legenda: farinha integral pré-gelatinizada à temp. amb. (F. I.) e a 30 °C (F. I. 30)

FIGURA 4 – Variação da acidez da farinha pré-gelatinizada de arroz em função do tempo

A estabilidade da farinha pré-gelatinizada dos grãos de arroz integral, armazenada tanto em temperatura ambiente quanto a 30°C, não apresentou praticamente diferenças na variação de pH, entretanto houve marcada diferença com a Amitec-105 (Figura 21). De um modo geral, observou-se, num período de 85 dias, que a farinha de arroz integral foi menos estável do que a farinha Amitec-105, que foi elaborada a partir de grãos quebrados de arroz polido, portanto, com menor teor de lipídios do que a farinha integral.



(legenda: farinha integral à temperatura ambiente(F.I.) e a 30 °C (F.I. 30)

FIGURA 5 – Variação do pH da farinha pré-gelatinizada em função do tempo e da temperatura

A lipase é uma enzima presente nos cereais responsável pela decomposição dos lipídios. Sua ação química é sobre a ligação ácido graxo/glicerol (éster), produzindo a hidrólise do lipídio, com conseqüente liberação dos ácidos graxos. Como alguns ácidos graxos voláteis apresentam odor marcante e desagradável, a ação da lipase é caracterizada pelo odor de ranço. O teste qualitativo para lipase tem a finalidade de verificar se o processo de inativação foi realmente eficaz. O resultado pode ser obtido em 24 ou 48 horas.

3.6 – Caracterização granulométrica da farinha pré-gelatinizada de arroz integral

Observa-se, na Figura 6, que aproximadamente 53% das partículas da farinha do arroz integral pré-gelatinizada, 45% das partículas da farinha Amitec-105 e 39% das partículas da farinha de aveia ficaram retidas nas peneiras entre 325-270 e 200-270 mesh, respectivamente, o que corresponde a diâmetros entre 0,0485 e 0,0635mm. Entretanto, esta última apresentou cerca de 32% de partículas com diâmetros entre 0,2135 e 0,2735mm (60 a 80 mesh). Essa característica torna-se importante em função da finalidade desse tipo de produto, principalmente destinado para alimentação infantil.

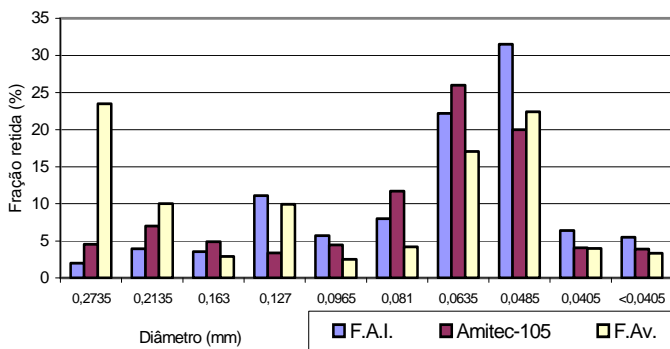


FIGURA 6 – Distribuição do tamanho da partícula das farinhas dos grãos quebrados de arroz integral pré-gelatinizada (F.A.I.), Amitec-105 e farinha de aveia (F.Av.).

A função matemática que melhor descreve o tamanho da partícula é a seguinte

$$X_p = A + B \cdot (D)^{-1}$$

Onde: X_p = fração passante; A = parâmetro adimensional;
 $B = (\text{mm})^{-1}$; D = diâmetro da partícula (mm).

Por regressão não-linear, verificou-se que 98,29% dos dados experimentais ajustaram-se bem ao modelo, sendo significativos os parâmetros A e B ($p < 0,05$), enquanto os valores "t" indicam que o desvio-padrão do parâmetro A foi 36,82 menor do que seu valor estimado; da mesma forma, o desvio-padrão do parâmetro B foi 20,06 menor do que seu valor estimado. Dessa forma, o modelo pode ser utilizado para calcular o diâmetro médio com mais precisão e, assim, especificar o produto com maior exatidão.

TABELA 3 – Análise estatística para o modelo ajustado à distribuição granulométrica da farinha pré-gelatinizada de arroz integral

Parâmetros	A	B
Estimação	1,17939	-0,0471
Desvio padrão	0,0320	0,0023
Teste T	36,8233	-20,0665
"p-level"	< 0,0001	< 0,0001
Coeficiente de determinação	0,9829	
Coeficiente de correlação	0,9914	

3.7 – Caracterização física e química da farinha de arroz integral pré-gelatinizada

Os carboidratos são os componentes que se encontram em maior porcentagem na farinha de arroz integral pré-gelatinizada (figura 7). Nessa fração, as fibras perfazem um total de 9%. Embora o teor de proteína e lipídios seja próximo a 8 e 1,5%, respectivamente, essa farinha não pode ser considerada como uma fonte protéica, e sim como uma fonte energética.

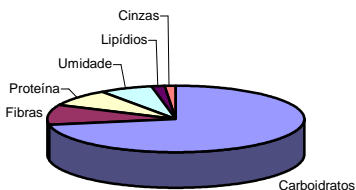


FIGURA 7 – Composição proximal da farinha de arroz integral pré-gelatinizada

TABELA 4 – Caracterização química e física da farinha de arroz integral pré-gelatinizada comparada com outras farinhas

Parâmetros	Integral	Aveia*	Trigo*	Maisena*	Amitec 100*	Amitec 105*
Cinzas (%)	1,52	1,60	0,47	0,04	0,56	0,57
Acidez (%)	2,0	4,50	2,70	2,30	1,50	1,20
Umidade (%)	6,8	7,60	12,60	9,40	5,80	5,80
Proteína (%)	8,21	16,55	10,00	0,30	7,19	7,50
Fibras alimentares (%)	9,63	11,80	2,26	2,06	2,62	4,78
Lipídios (%)	1,52	11,26	0,67	0,00	0,81	0,25
Carboidratos (%)	72,32	51,19	74,00	88,20	83,05	81,10
Abs. de água (% p/p)	338,60	250,50	186,56	177,10	273,80	540,00
Sol. em água (% p/p)	6,73	4,44	5,78	4,18	2,06	7,20
Energia ^a (kcal/100g)	335,80	372,30	342,03	354,00	368,25	356,65
Energia ^b (kcal/100g)	336,44	-----	-----	-----	-----	-----

^a Calculada com base nos fatores *Atwater*. ^b Determinados com a bomba calorimétrica. *

Quando comparada com as farinhas de aveia, trigo e outras (Tabela 4), verifica-se que a farinha de arroz integral, bem como a de aveia, é a que apresenta maior teor de cinzas, devido a conter componentes das camadas externas do grão, acontecendo o mesmo com o teor de proteínas. As farinhas de arroz pré-gelatinizadas, farinha integral e Amitec-105 foram as que apresentaram os maiores índices de absorção e solubilização de água, sendo a Amitec-105 a que apresentou maior absorção; ambas apresentaram similar índice de solubilidade, provavelmente porque ambas a sofrem o mesmo processo de gelatinização. Essa característica justifica seu uso em produtos alimentícios instantâneos. Em comparação com as demais farinhas, a farinha integral leva vantagem quanto à capacidade de absorção de água, o que sugere seu uso em formulações de produtos instantâneos também.

3.8 – Caracterização microbiológica

Como se pode verificar na Tabela 5, a farinha de arroz integral pré-gelatinizada apresentou uma quantidade de unidades formadoras de colônias de mofos e leveduras menor que a permitida pela legislação. A falta de referência para coliformes totais não permitiu saber se a quantidade apresentada encontrava-se nos limites permitidos, entretanto não foram detectados coliformes fecais, indicando boas práticas de higiene no preparo e manipulação da farinha, o que foi corroborado pela ausência de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Salmonella*, indicando que esse produto está apto para alimentação humana ou para fazer parte no desenvolvimento de produtos alimentícios.

TABELA 5 – Análises microbiológicas da farinha de arroz integral pré-gelatinizada

Análises	Contagem	Referência*
Mofos e leveduras	50 UFC/g	10 ⁴ UFC/g
Coliformes Totais	91 (NMP)/g	-----
Coliformes fecais	Zero (NMP)/g	10 NMP/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente	5.10 ² NMP/g
<i>Bacillus cereus</i>	Zero/g	10 ³ /g
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausência em 25 g

*. Legislação brasileira

3.9 – Temperatura de gelatinização

A gelatinização das farinhas de arroz branco (Amitec 100 e 105) iniciou em torno de 60 °C, e considerou-se que entre 74 e 75°C ambas atingiram a máxima gelatinização. Esses resultados estão de acordo com dados encontrados na literatura, que menciona entre 61 e 77°C [4]; entretanto, a farinha integral pré-gelatinizada mostrou uma faixa de temperatura diferente – iniciou em 68 °C e terminou em 84°C.

As farinhas Amitec-105 e Amitec-100 não apresentaram diferenças na temperatura de gelatinização, embora a primeira seja pré-gelatinizada e a outra não. O fato de a farinha de arroz integral pré-gelatinizada ter se comportado de forma distinta pode ser atribuído à presença de diferentes proporções de fibras, proteínas e minerais, que podem contribuir na alteração da temperatura para gelatinizar o amido.

3.10 – Características viscoamilográficas da farinha pré-gelatinizada de arroz integral

A Tabela 6 e a Figura 8 permitem verificar que o tempo para atingir o pico de viscosidade foi menor na farinha pré-gelatinizada de arroz integral do que na farinha de arroz branco, provavelmente pelo fato de o amido ter sofrido um pré-aquecimento com a extrusão. Do mesmo modo, a viscosidade também foi menor, e conseqüentemente todos os outros parâmetros de viscosidade foram menores do que os da farinha de arroz branco. Pode-se observar também que a temperatura de pastificação (início do aumento da viscosidade) foi praticamente igual em ambas as amostras.

O "set back" é um parâmetro que indica a ocorrência de retrogradação. Os resultados mostraram uma maior retrogradação com a farinha de arroz branco do que com a farinha pré-gelatinizada de arroz integral, conseqüentemente há mais chances de ocorrer sinérese com a farinha de arroz comum. Por essas características, a farinha de arroz integral pode ser utilizada como espessante em produtos refrigerados com menos probabilidade de ocorrer separação de fases. Entretanto, a

viscosidade da farinha de arroz branco apresentou uma temperatura de pasta quente 7,42 vezes maior do que a farinha de arroz integral, indicando que em produtos que são servidos quentes, como sopas instantâneas, a farinha de arroz comum apresenta uma capacidade espessante muito maior.

TABELA 6 – Características viscoamilográficas da farinha de arroz integral pré-gelatinizada e da farinha de arroz comum

Parâmetros	Farinha de arroz integral pré-gelatinizada	Farinha de arroz branco comum
Tempo de pico	4,04 min	5,31min
Viscosidade de pico	875,00 cP	5529,00 cP
Viscosidade de pasta quente	303,00 cP	2250,00 cP
Queda de viscosidade	572,00 cP	3279,00 cP
Queda de viscosidade x 100	65,37%	59,31%
Viscosidade final	617,00 cP	6397,00 cP
Temperatura de pastificação	49,95°C	50,05°C
Set back pasta	314,00 cP	4147,00 cP
Set back pico	-258 cP	868 cP
(Viscosidade final – Viscosidade de pasta quente)*100/viscosidade de pasta quente	103,63%	184,31%

Tanto em produtos refrigerados quanto em produtos instantâneos, a farinha pré-gelatinizada de arroz integral apresenta uma viscosidade menor quando utilizada na mesma quantidade que a farinha de arroz comum. Conseqüentemente, ela deverá ser utilizada em maior quantidade para atingir a mesma viscosidade.

Pode-se observar nas Figuras 8 e 9 que a temperatura de pastificação foi de aproximadamente 50°C em ambas as amostras, sendo que a farinha de arroz integral pré-gelatinizada apresentou uma viscosidade de aproximadamente 600 cP, enquanto nessa condição a viscosidade da farinha de arroz branco tende a zero. Esses comportamentos sugerem que a farinha pré-gelatinizada de arroz integral pode ser empregada em produtos que requerem menores temperaturas para apresentar maior viscosidade como produtos instantâneos, como em farinhas lácteas, etc.

3.11 – Potencial de produtos para a utilização da farinha pré gelatinizada de arroz integral

Informação colhida em supermercados da cidade, registrada na Tabela 25, revelou um potencial de produtos que poderiam utilizar a farinha pré-gelatinizada de arroz integral. Pode-se observar que a farinha de arroz está presente em maior ou menor proporção em muitos

dos produtos listados, constituindo um ingrediente auxiliar como no caso dos empanados, como espessante em iogurtes, sopas e papinhas para bebês, como um componente majoritário em farinhas lácteas como *Cerelac*, e pós para adicionar ao leite como *Cereal shake diet*. A presença da farinha de arroz é bastante freqüente em *baby foods*, portanto a farinha pré-gelatinizada de arroz integral constitui-se naturalmente em uma boa alternativa de utilização.

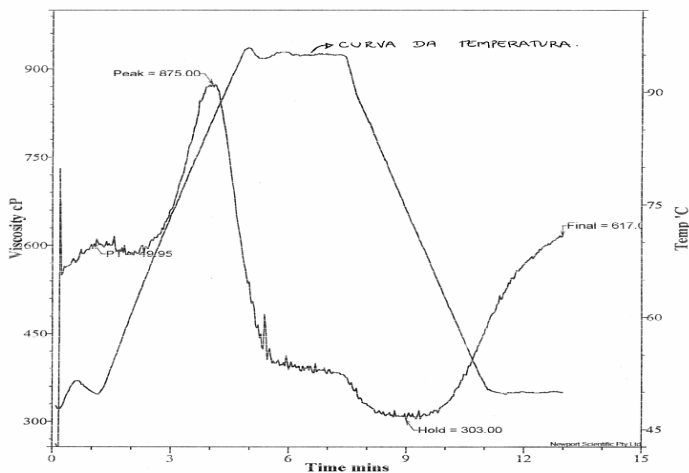


FIGURA 8 – Viscoamilograma para a farinha pré-gelatinizada de arroz integral

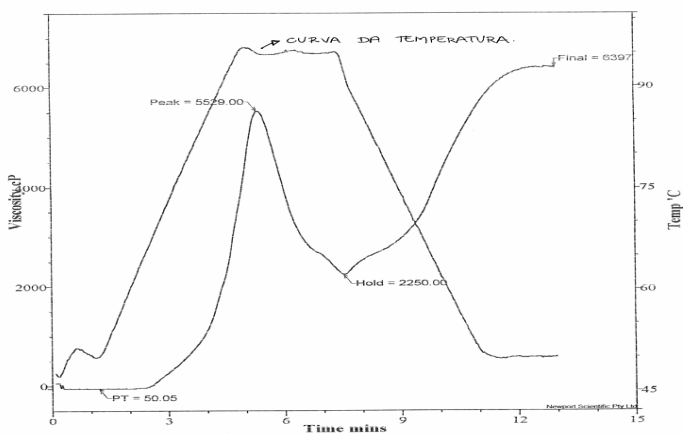


FIGURA 9 – Viscoamilograma da farinha de arroz branco

TABELA 7 – Produtos potenciais para a utilização da farinha pré-gelatinizada de arroz integral e que possuem farinha de arroz em suas formulações

Produto	Marca	Variação	Descrição	Público-alvo	Peso (g)	Preço médio no mercado (R\$)
<i>Nuggets</i>	Sadia	Frango com queijo, presunto e legumes	Empanados recheados congelados semiprontos	Jovens e adultos de classe média e alta	375	3,69
Empanados recheados	Sadia	<i>Champignon</i> , peito de frango, queijo e presunto	Empanados recheados congelados semiprontos	Jovens e adultos de classe média e alta	540	6,25
Filé de frango	Sadia	<i>Parmiggiana</i>	Filé de frango empanado recheado e congelado, semipronto	Jovens e adultos de classe média e alta	550	6,69
Cereal shake diet	Olivebra	-	Pó para adicionar ao leite	Jovens, adultos e esportistas que desejam manter a forma.	300	5,49
<i>Mucilon</i>	Nestlé	-	Mingau instantâneo de arroz	<i>Baby food</i>	500	2,98
<i>Nutrilon</i>	Nutritional	-	Mingau instantâneo de arroz	<i>Baby food</i>	400	2,79
<i>Cerelac</i>	Nestlé	-	Mingau instantâneo de arroz, milho e trigo	<i>Baby food</i>	400	3,45
<i>Arrozina</i>	Refinações de Milho	Pura ou com vitaminas	Amido de milho com farinha de arroz	<i>Baby food</i>	200	0,66
Sopinhas	Nestlé	Galinha com legumes	Semiprontos	<i>Baby food</i>	210	2,39
Papinha cremosa com creme de arroz	Nestlé	Frutas sortidas	Semiprontos	<i>Baby food</i>	155	1,69
<i>Novo Milke</i>	Olivebra	Morango, chocolate, banana e mel	Pó para adicionar ao leite	<i>Baby food</i>	400	4,25
<i>Sustare</i>	Olivebra	Chocolate e morango	Pó para adicionar ao leite	Jovens, esportistas e crianças desnutridas	400	10,99
<i>Ninho</i>	Nestlé	Morango	logurte	Público em geral	720	3,05
<i>Neston</i>	Nestlé	Morango, banana e maçã	logurte	Público em geral	200	0,94

4 – CONCLUSÕES

A seleção eletrônica permitiu remover aproximadamente 86,36% do total de defeitos dos grãos quebrados de arroz. Entretanto, poderia haver adaptações nessa operação, pois os grãos de arroz integral são naturalmente mais escuros do que os grãos polidos.

Os grãos quebrados apresentaram um diâmetro de Sauter de 1,61mm, e seu tamanho encontra-se distribuído conforme a equação $X_p = (-0,562 + 0,680)^2$, enquanto o diâmetro de Sauter da farinha de arroz integral pré-gelatinizada foi de 0,0625 mm, e distribuída segundo a equação $X_p = 1,179 - 0,047D^{-1}$.

A estabilidade da acidez da farinha pré-gelatinizada de arroz integral é menor do que de arroz branco polido, em 86 dias de armazenamento em condições ambientais.

Segundo os padrões de qualidade microbiológica, a farinha de arroz integral pré-gelatinizada encontra-se apta para consumo humano ou para ser utilizada na elaboração de produtos alimentícios.

As características viscoamilográficas da farinha pré-gelatinizada de arroz integral indicam que ela pode ser bem utilizada em produtos formulados instantâneos e geleificados.

REFERÊNCIAS

- [1]. AOAC – ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL. *Official Methods of Analysis of AOAC*. 14 ed. USA, 1995.
- [2]. AUGUSTO-RUIZ, W. *Práticas de nutrição*. Rio Grande: FURG, 1998.
- [3]. BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária – MARA. Secretaria Nacional de Abastecimento. *Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação de arroz*. Brasília, 1988.
- [4]. CIACCO, C. F.; CRUZ, R. *Fabricação de amido e sua utilização*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Sec. da Ind. e Com, 1982.
- [5]. CLAIRE, E. A.; SWANNIE, M.; ALESSANDRO, D. SEAMAN, C. Choice of weaning foods. *British Food Journal*, p.13-16, 1996.
- [6]. EGGUN, B.. Comparison of rice grain with other cereals. Proceeding of The In: WORKSHOP ON CHEMICAL ASPECTS OF RICE GRAIN QUALITY. *Proceedings...* Los Banos, Phillipines: International Rice Research Institute, 1979.
- [7]. GASTAUD, R. S. *Amitec - Farinha de arroz: características, produção e utilização*. Pelotas: Josapar, 2000.
- [8]. GONÇALVES, A. A.; BADIALE, E.; SOARES, L. A. Enzymatic determination of soluble and insoluble dietary fiber in rice and wheat bran. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 48, n. 4, 1998.
- [9]. PORTO, A. Gonçalves. *Avaliação da qualidade de sementes de arroz, secas e armazenadas em silos metálicos*. Rio Grande, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade do Rio Grande, 2001.

- [10]. HARPER, J. M. Food extrusion. *CRC Crit. Rev. Food. Sci. Nur*, p. 47-48, Feb. 1979.
- [11]. HOSENEY, R. Chemical changes in carbohydrates produced by thermal processing. *Journal of Chemical Education*, v. 61, n. 4, p. 308-312, 1984.
- [12]. INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ – IRGA, 2000.
- [13]. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*, v. 1, 1976.
- [14]. MANS, J. Extruders. *Prep. Foods*, v. 11, p. 60-63, 1982.
- [15]. MOHINDRA, B. R.; KENDALL, H. J.; KOHLWEY, D. E. Using the physical properties of rice as a guide to formulation. *American Association of Cereal Chemists*, v. 40, n. 10, Oct. 1995.
- [16]. NESS, R.; AUGUSTO RUIZ, W. Qualidade do arroz em casca seco e armazenado em mini silos metálicos com aeração controlada. *Engenharia na Agricultura*, v. 9, n. 1, p. 35-54, 2001.
- [17] NESS, R. Qualidade de arroz em casca seco e armazenado em silos metálicos com aeração controlada. Rio Grande, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade do Rio Grande, 1998.
- [18]. SGARBIERI, V. C. *Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. Campinas: Ed. da Unicamp, 1987.
- [19]. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. *Manual de microbiologia*. Ed Varela, 1997.
- [20]. HANDBOOK OF RAPID VISCO ANALYSER. *General pasting method using the RVA*. 1999.
- [21]. ZILBERKNOP, D. *Perfil descritivo – JOSAPAR*. Joaquim Oliveira S/A Participações. Pelotas, 1998.

ANEXO

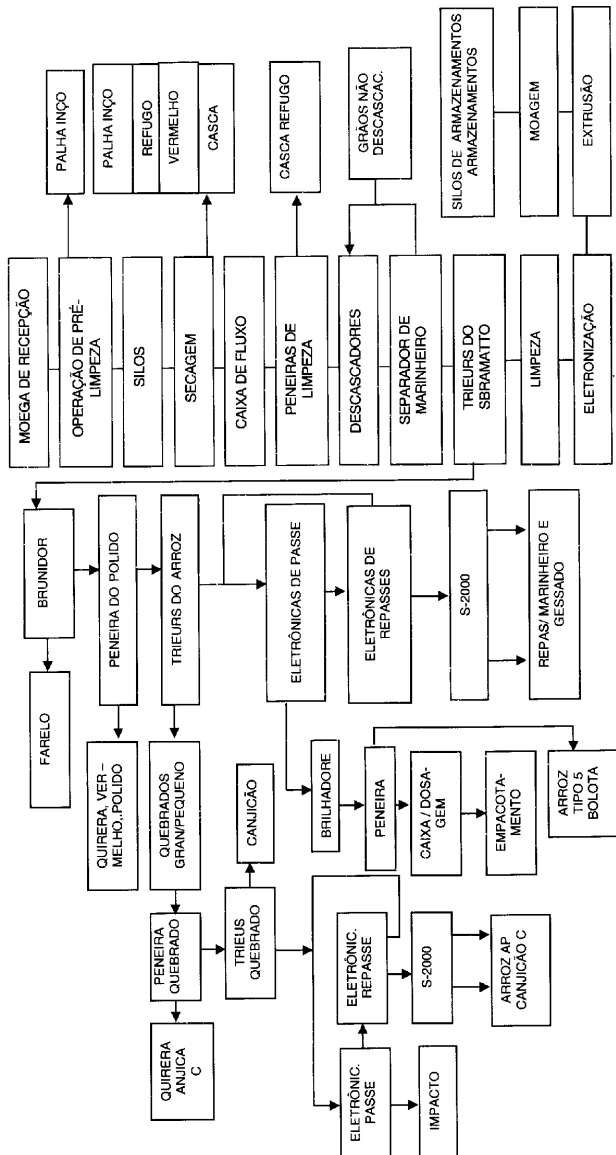


FIGURA 1 – Fluxograma operacional de produção industrial da farinha de arroz