

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose

Chemical characterization and extraction yield of rice starch with different amylose contents

Autores | Authors

✉ **Elessandra da Rosa ZAVAREZE**

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Rua Gomes Carneiro, 1, Centro
CEP: 96010-900
Caixa Postal: 354
Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial
Pelotas/RS - Brasil
e-mail: elessandrad@yahoo.com.br

Shanise Lisie Mello EI HALAL

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL),
Departamento de Ciência dos Alimentos,
e-mail: shanisemell@hotmail.com

Juliane Mascarenhas PEREIRA

André Luiz RADÜNZ

Moacir Cardoso ELIAS

Alvaro Renato Guerra DIAS

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Departamento de Ciência e Tecnologia
Agroindustrial
e-mail: juliane_mascarenhas@yahoo.com.br
alradunz@yahoo.com.br
eliasmc@ufpel.edu.br
argd@ufpel.edu.br

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de extração de amido de arroz com alta, média e baixa amilose e caracterizar quimicamente os amidos isolados. As amostras de arroz foram descascadas, polidas e moídas para obtenção das farinhas de arroz. Os amidos foram extraídos por método alcalino com NaOH 0,1% e o rendimento de extração de amido foi calculado sobre a quantidade inicial de amido presente na farinha de arroz e sobre a quantidade total de farinha. As farinhas e os amidos foram caracterizados pelo conteúdo de amilose, umidade, proteínas, cinzas, lipídios, amido disponível e amido resistente. As cultivares de arroz com alto, médio e baixo teor de amilose apresentaram rendimento de extração de 63,7, 51,9 e 32,4%, respectivamente, levando-se em consideração a quantidade total de amido presente nas farinhas. Os rendimentos de extração, tomando-se como base a quantidade total de farinha, foi de 56,3, 46,7 e 28,9% para farinhas com alto, médio e baixo teor de amilose, respectivamente. Os amidos de arroz apresentaram baixos resíduos de proteínas, lipídios e minerais e não diferiram quanto ao teor de amido resistente e amido disponível.

Palavras-chave: *Farinha de arroz; Resíduo de proteínas; Método alcalino.*

Summary

The objective of this research was to determine the extraction yield of rice starch with different amylose content and to characterize the isolated starch. Rice samples with high, medium and low amylose were dehusked, milled and ground to obtain rice flour. Rice starches were isolated by alkaline method with NaOH 0.1% and the starch yield was calculated as percentage in base on the initial amount of rice flour and in base on the amount of total starch present in the rice flour. The rice flours and starch were characterized by amylose, moisture, protein, ash and fat content. The rice with high, medium and low amylose presented extraction yield of 63.7, 51.9 and 32.4%, respectively, considering the total quantity of starch present in the flours. The extraction yield considering the total quantity of flour was 56.3, 46.7 and 28.9% for flours with high, medium and low amylose content, respectively. Rice starches presented low residual protein, fat and ash and did not presented significant difference of resistant starch and available starch content.

Key words: *Rice flour; Residual protein; Alkaline method.*

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose

ZAVAREZE, E. R. et al.

1 Introdução

O arroz é consumido no Brasil, principalmente, na forma de grãos inteiros, descascados e polidos, ao contrário do que ocorre com o trigo e o milho que são transformados em outros produtos antes do consumo (CASTRO et al., 1999). O desenvolvimento de produtos mais sofisticados utilizando o arroz como matéria-prima seria incompatível com o poder de compra da maioria da população mundial tradicionalmente consumidora de arroz (NABESHIMA e EL-DASH, 2004). Entretanto, o aproveitamento de seu subproduto torna-se viável, pois, durante o beneficiamento do arroz, resultam aproximadamente 14% de grãos quebrados (CASTRO et al., 1999), que apresentam menor valor comercial. Uma das alternativas para agregar valor aos grãos quebrados seria a extração de amido, transformando essa matéria-prima em um produto com maior interesse industrial e comercial.

O amido é formado basicamente por dois tipos de macromoléculas, a amilose e a amilopectina, e apresenta-se na forma de grânulos, com formas bastante distintas. O amido deve muito de sua funcionalidade a estas duas macromoléculas, assim como à organização física delas dentro da estrutura granular. A proporção entre amilose e amilopectina é variável com a fonte botânica, a qual confere características específicas à pasta de amido (CEREDA, 2002). O amido total presente em farinhas de arroz se divide em disponível e resistente, sendo que o amido resistente é representado pela fração não digerida no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentado no intestino grosso e suas propriedades são similares às da fibra alimentar. Possui efeito prebiótico e atua no metabolismo lipídico, reduzindo o colesterol e o risco de colite ulcerativa e câncer de cólon (SHAMAI et al., 2003; HELBIG et al., 2007).

O amido de arroz não possui um volume de produção expressiva, no entanto, suas características especiais deveriam ser mais bem exploradas. O pequeno tamanho dos grânulos confere uma textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando; não é um produto alergênico, podendo ser consumido por portadores de doença celíaca como substituto do trigo na elaboração de produtos sem glúten (POLANCO et al., 1995; NABESHIMA e EL-DASH, 2004).

As indústrias de alimentos estão interessadas na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos nativos com características físico-químicas especiais. O amido pode, entre outras funções, servir para facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão e proteger os alimentos durante o processamento. O amido de arroz é utilizado como ingrediente em vários alimentos e produtos industriais, tais como, sobremesas, produtos de panificação e substituto de gorduras (PUCHONGKAVARIN et al., 2005). Também tem sido utilizado como ingrediente

para produção de cereais matinais, produtos hipoalergênicos e fórmulas infantis (LUNDUBWONG e SEIB, 2000).

O aumento na utilização de amido como ingrediente na indústria alimentícia tem estimulado o desenvolvimento de diferentes métodos de extração com o objetivo de obter produtos com alta pureza e propriedades físicas bem definidas. O procedimento para isolar amido de arroz é diferente do usado para extrair amido de milho, trigo e batata, principalmente devido às diferenças no conteúdo de proteínas e propriedades do amido de cada fonte. As proteínas presentes no grão de arroz estão fortemente associadas com a superfície do grânulo de amido dificultando assim sua remoção (CARDOSO et al., 2007). Conforme Lundubwong e Seib (2000), a separação e a purificação dos minúsculos grânulos de amido de arroz também são dificultadas pela lenta sedimentação em água. Shih et al. (1999), Lundubwong e Seib (2000) estudaram métodos de isolamento do amido de arroz de forma a otimizar o processo. Conforme os autores, a separação das proteínas do amido de arroz requer tratamento alcalino, detergente ou enzimático (protease). De acordo com Lundubwong e Seib (2000), a utilização tanto de álcali como de detergentes aniônicos resulta em amido com alta pureza. A extração alcalina tem sido estudada como um eficiente método para isolar amido de arroz, apresentando alto rendimento de extração e baixo resíduo de proteínas. O amido de arroz é convencionalmente isolado por método alcalino devido à principal fração de proteínas presente no arroz, a glutelina, ser solúvel em álcali (WANG e WANG, 2004). Durante a extração do amido, substâncias como lipídios, proteínas e sais minerais podem permanecer em pequenas quantidades na sua composição. Quanto menor o teor dessas substâncias, mais eficiente será o método de extração e purificação do amido e melhor a qualidade do produto.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento de extração de amido de arroz com alta, média e baixa amilose pelo método alcalino e caracterizar quimicamente os amidos isolados.

2 Material e métodos

2.1 Material

Foram utilizadas cultivares de arroz de alta (IRGA 417), média (Sasanishiki) e baixa (Motti) amilose. As amostras foram descascadas e polidas em engenho de provas modelo Zaccaria. Os grãos de arroz, livres de impurezas, foram moídos em moinho Perten para a obtenção da farinha de arroz.

2.2 Extração do amido de arroz

A extração de amido foi baseada no método descrito por Wang e Wang (2004), com algumas modifi-

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose

ZAVAREZE, E. R. et al.

cações (Figura 1). A farinha de arroz foi adicionada de solução de NaOH 0,1% na proporção de 1:2 e deixada em repouso durante 18 horas. Após a dispersão, foi submetida a agitação vigorosa em blender durante dois minutos. O material resultante foi passado por peneira de 63 μm e centrifugado a 1200 g durante cinco minutos à temperatura ambiente ($25\text{ }^\circ\text{C} \pm 2$). O sobrenadante foi descartado e o precipitado foi ressuspenso em solução de NaOH 0,1% e centrifugado novamente, sendo a operação realizada duas vezes. O amido extraído foi disperso com água destilada e neutralizado com HCl 1 M até pH 6,5 e centrifugado. O material sedimentado foi ressuspenso em água destilada e centrifugado; operação repedida duas vezes. O amido resultante foi seco em estufa com

circulação de ar a $40\text{ }^\circ\text{C}$ até $11\% \pm 0,5$ de umidade. O rendimento de extração de amido foi calculado sobre a quantidade inicial de amido presente na farinha de arroz e sobre a quantidade total de farinha.

2.3 Determinação de amilose

As farinhas e os amidos foram caracterizados pelo conteúdo de amilose determinado por método colorimétrico, conforme descrito por Martinez e Cuevas (1989), com adaptações. Uma amostra de 100 mg foi transferida para balão volumétrico de 100 mL, sendo acrescida de 1 mL de álcool etílico 96% GL e 9 mL de solução de NaOH 1 N e colocada em banho-maria a $100\text{ }^\circ\text{C}$ por 10 min, sendo resfriada durante 30 min e o volume completado com água destilada. De cada amostra, foi retirada uma alíquota de 5 mL e transferida para balão volumétrico de 100 mL, em que foi adicionado 1 mL de ácido acético 1 N e 2 mL de solução de iodo 2% (p/v) preparada três horas antes da análise, sendo, então, completado o volume de cada balão volumétrico com água destilada. Para a construção da curva padrão, foi utilizado 40 mg de amilose pura (Sigma) submetida ao mesmo procedimento utilizado nas amostras de farinha e amido de arroz. Foram retiradas alíquotas de 1, 2, 3, 4, e 5 mL do balão volumétrico e foram acrescidos de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 mL de ácido acético e de 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2 mL de iodo, respectivamente, completando-se o volume a 100 mL com água destilada. A leitura de absorbância foi realizada 30 min após adição da solução de iodo a 610 nm.

2.4 Composição química

O conteúdo de umidade foi determinado de acordo com o método 44-15A, da AACC (1995), utilizando estufa a $130\text{ }^\circ\text{C}$ por uma hora. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl n° 46-13, da AACC (1995), sendo o teor de proteína bruta obtido pela multiplicação pelo fator 5,95. O teor de cinza foi analisado pelo método n° 08-01, da AACC (1995), usando mufla a $600\text{ }^\circ\text{C}$ até peso constante. O teor de lipídios foi determinado de acordo com o método n° 30-20, da AACC (1995), utilizando extrator Soxhlet.

2.5 Determinação de amido disponível e amido resistente

O teor de amido disponível (AD) e resistente (AR) foi determinado de acordo com o método da AOAC 996.11 (AOAC, 1995) modificado por Walter et al. (2005), que recomenda a utilização de maior quantidade de amostra (300 mg ao invés de 100 mg), tampão fosfato pH 6,8, ao invés de MOPS (ácido 4-morfolino propano sulfônico), pH 7,0, e proteólise durante o processo de digestão. As enzimas utilizadas para determinação de amido disponível e resistente foram α -amilase termoestável (Termamyl

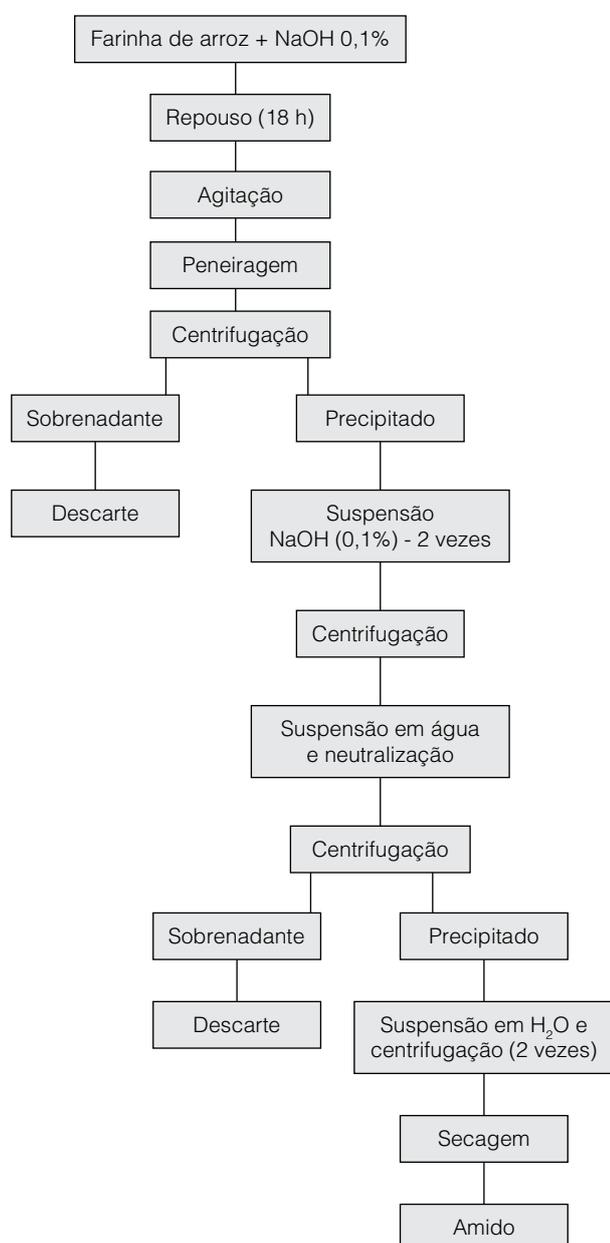


Figura 1. Fluxograma de extração de amido pelo método alcalino.

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose

ZAVAREZE, E. R. et al.

2X) produzida pela Novozymes Latin American Limited (Araucária/Brasil), amiloglicosidase (A9913) produzida pela Sigma e protease fornecida pela Granotec. A glicose liberada durante a hidrólise do amido foi determinada colorimetricamente ($\lambda = 505 \text{ nm}$), utilizando kit glicose-oxidase-peroxidase (Glicose PAP Liquiform, da Labtest). O conteúdo de AD e AR foi calculado multiplicando o resultado final de glicose por 0,9 (para converter glicose livre em amido), e apresentado como porcentagem na

materia seca. O teor de amido total foi determinado pela soma do amido disponível e resistente. A Figura 2 apresenta o fluxograma da técnica de determinação de amido disponível e resistente *in vitro*.

2.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), correlação de Pearson e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

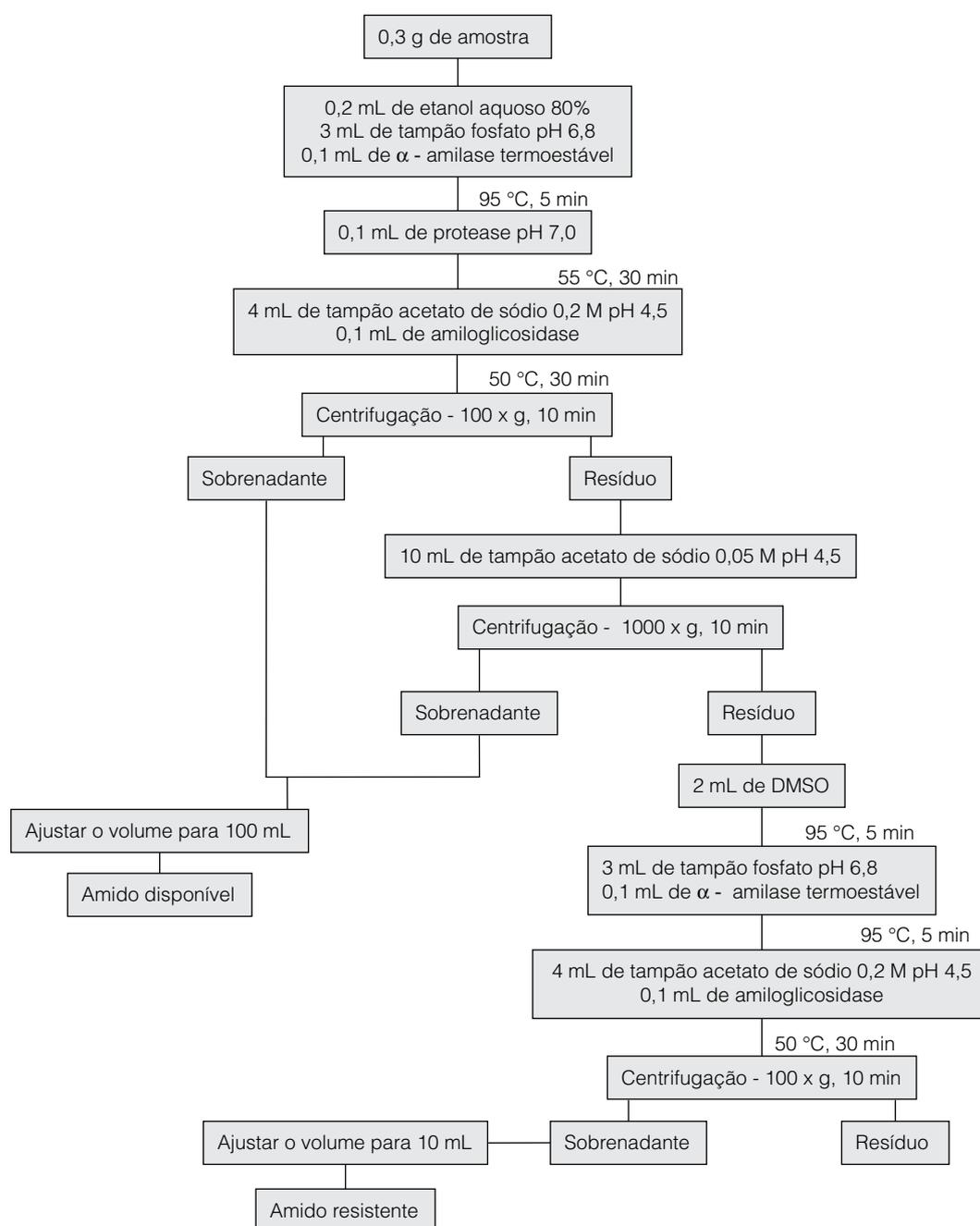


Figura 2. Técnica da AOAC 996.11 modificada por Walter et al. (2005) para determinação de amido disponível e resistente *in vitro*.

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose

ZAVAREZE, E. R. et al.

3 Resultados e discussão

3.1 Caracterização química das farinhas

A Tabela 1 apresenta o conteúdo de amilose e a composição química das farinhas de arroz com alta, média e baixa amilose utilizadas para extração de amido.

As proteínas são um dos maiores componentes presentes na farinha de arroz depois dos carboidratos, portanto são utilizadas como parâmetro de determinação da eficiência do método de extração de amido, ou seja, quanto menor o teor de proteínas presente no amido isolado, melhor a qualidade do produto. Segundo Kennedy e Burlingame (2003), o conteúdo protéico da farinha de arroz situa-se em torno de 7,5% (base úmida), podendo oscilar entre 5 e 13%. A proteína do arroz é constituída por diferentes frações protéicas (albumina, globulina, prolamina e glutelina). A glutelina, maior fração presente no grão de arroz, representa entre 70 a 80% da proteína total (SGARBIERI, 1996) e esta fração proteica é solúvel em álcali, sendo por este motivo que se utiliza solução alcalina para extração de amido da farinha de arroz, principalmente solução de hidróxido de sódio em baixa concentração para evitar a gelatinização do amido. Conforme Tabela 1, as cultivares de arroz com alta e baixa amilose apresentaram maiores teores de proteínas ($p < 0,05$) em comparação à cultivar com média amilose. Estes resultados estão de acordo com Helbig et al. (2007).

Os valores de lipídios e cinzas encontrados nas farinhas foram baixos (Tabela 1), concordando com Storck et al. (2005) que estudaram a composição química de diferentes cultivares de arroz e encontraram baixos teores de lipídios e cinzas (menos de 1%).

O amido total foi determinado pela soma do amido disponível e resistente presente na farinha de arroz. O amido resistente é aquele que resiste à digestão e absorção no intestino delgado (YUE e WARING, 1998) e não é degradado por enzimas amilolíticas (α -amilase e amiloglicosidase). A Tabela 2 apresenta o conteúdo de amido disponível, resistente e total presente nas farinhas de arroz com alta, média e baixa amilose.

Observando a Tabela 2, pode-se verificar que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos teores de

Tabela 1. Caracterização das farinhas de arroz com diferentes conteúdos de amilose.

Farinha de arroz*	Amilose (%)	% em base seca		
		Proteínas	Lipídios	Cinzas
Alta amilose	31,62 ^a	8,42 ^a	0,66 ^a	0,92 ^a
Média amilose	23,40 ^b	6,62 ^b	0,78 ^a	0,44 ^b
Baixa amilose	6,90 ^c	8,13 ^a	0,72 ^a	0,32 ^b

* Letras diferentes na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

amido disponível, resistente e total para as diferentes cultivares de arroz. Os teores de amido resistente foram semelhantes aos encontrados por Sambucetti e Zuleta (1996) e Helbig et al. (2007). E os teores de amido disponível, semelhantes aos encontrados por Walter et al. (2005), que variaram entre 76,3 e 87,6%, dependendo da cultivar de arroz estudada.

3.2 Rendimento de extração de amido

Na Figura 3, estão apresentados os rendimentos de extração de amido de arroz em base seca para as cultivares de alta, média e baixa amilose levando-se em consideração a quantidade inicial de amido presente na farinha de arroz (Tabela 2) e sobre a quantidade total de farinha.

Os amidos com média e baixa amilose apresentaram menor resíduo de proteínas, no entanto apresentaram menor rendimento de extração de amido em relação ao amido com alta amilose. O menor rendimento de extração do amido de baixo teor de amilose é devido à maior absorção de água dos grânulos, dificultando a separação das proteínas aderidas ao grânulo de

Tabela 2. Teor de amido disponível, resistente e total das farinhas de arroz com diferentes conteúdos de amilose em base seca.

Farinhas de arroz	Amido disponível (%)	Amido resistente (%)	Amido total (%)
Alta amilose	87,15 ^a	1,27 ^a	88,42 ^a
Média amilose	88,75 ^a	1,22 ^a	89,97 ^a
Baixa amilose	88,18 ^a	1,14 ^a	89,32 ^a

* Letras diferentes na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

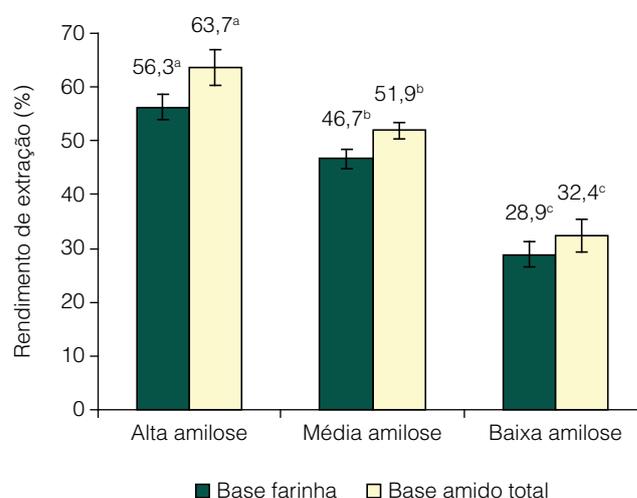


Figura 3. Rendimento de extração dos amidos de arroz com diferentes teores de amilose. * Letras diferentes nas colunas de mesma cor, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose

ZAVAREZE, E. R. et al.

amido e, assim, ocorrendo uma perda maior de amido liberado juntamente com as proteínas.

O rendimento de extração do amido de alta amilose (Figura 3) foi pouco inferior ao encontrado por Wang e Wang (2001) que estudaram extração de amido de arroz e encontraram 72,2% de rendimento de extração em base amido, utilizando extração alcalina.

3.3 Caracterização química dos amidos

Na Tabela 3, são apresentados o teor de amilose e a composição química dos amidos de arroz com diferentes conteúdos de amilose.

O teor de amilose determinado nos amidos foi pouco superior ao encontrado nas farinhas de arroz, isto pode ser devido à quantidade de proteínas e lipídios presentes nas farinhas de arroz (Tabela 1) que é superior ao encontrado nos amidos. Analisando a Tabela 3, pode-se observar que os amidos extraídos apresentaram baixo resíduo de proteínas, lipídios e cinzas, mostrando boa eficiência no método de extração de amido. Puchongkavarin et al. (2005) encontraram resíduos de proteínas de 0,48% em amido isolado de arroz que possuía 6,9% de proteínas, utilizando método de extração alcalina.

3.4 Correlação de Pearson

A Tabela 4 apresenta os coeficientes de correlação entre os parâmetros avaliados para os amidos isolados.

Na Tabela 4, pode-se observar uma correlação positiva e significativa entre o teor de amilose, resíduo de proteínas, teor de cinzas e rendimento de extração, ou

Tabela 3. Teor de amilose e composição química dos amidos de arroz com diferentes conteúdos de amilose.

Amido*	Amilose (%)	% em base seca		
		Proteínas	Lipídios	Cinzas
Alta amilose	36,59 ^a	1,03 ^a	0,27 ^a	0,40 ^a
Média amilose	25,49 ^b	0,51 ^b	0,25 ^a	0,31 ^b
Baixa amilose	7,41 ^c	0,40 ^b	0,30 ^a	0,19 ^c

* Letras diferentes na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4. Coeficientes de correlação (r) entre amidos de diferentes teores de amilose, resíduos de proteínas, lipídios, cinzas e rendimento de extração.

Parâmetros	Amilose	Resíduo de proteínas	Lipídios	Cinzas
Resíduo de proteínas	0,86*	-	-	-
Lipídios	-0,50	-0,20	-	-
Cinzas	0,98*	0,86*	-0,53	-
Rendimento extração (b.a)	0,98*	0,83*	-0,52	0,96*

* Correlação estatisticamente significante ao nível de 5%.

seja, quanto maior o teor de amilose dos amidos maior o resíduo de proteínas, de lipídios, de cinzas e o rendimento de extração de amido.

4 Conclusão

As cultivares de arroz com maior teor de amilose apresentam maior rendimento de extração de amido pelo método alcalino. A extração alcalina de amido de arroz resulta em produto com baixos resíduos de proteínas, lipídios e minerais.

Referências

- AACC – American Association Cereal Chemists. **Approved methods**. 8 ed. Saint Paul, 1995.
- CARDOSO, M. B.; PUTAUX, J. L.; SAMIOS, D.; SILVEIRA, N. P. Influence of alkali concentration on the deproteinization and/of gelatinization of rice starch. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 70, n. 2, p. 160-165, 2007.
- CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p.
- CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas).
- HELBIG, E.; ROMANO, C. M.; RADÜNZ, A. L.; RUTZ, D.; DIAS, A. R. G.; ELIAS, M. C. Efeitos da amilose e do processamento na formação e estabilidade do amido resistente em arroz. **Brazilian Journal of Food and Technology**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 296-301, 2007.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16 ed. Washington: AOAC, 1995. 1018p.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, Kidlington Oxford, v. 80, n. 4, p. 589-596, 2003.
- LUMDUBWONG, N.; SEIB, P. A. Rice isolation by alkaline protease digestion of wet-millet rice flour. **Journal of Cereal Science**, London, v. 31, n. 1, p. 63-74, 2000.
- MARTINEZ, C. Y.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. Guia del estudio. Cali: CIAT, 1989. 75 p.
- NABESHIMA, H. A.; EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2004.
- POLANCO, I.; MOLINA, M.; PIETRO, G.; CARRACO, S.; LAMA, R. Dieta y enfermedad celíaca. **Alimentaria**, Madrid, v. 33, n. 264, p. 91-93, 1995.
- PUCHONGKAVARIN, H.; VARAVINIT, S.; BERGTHALLER, W. Comparative study of pilot scale rice starch production by an

Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amiloseZAVAREZE, E. R. *et al.*

alkaline and an enzymatic process. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 57, n. 3-4, p. 134 - 144, 2005.

SAMBUCETTI, M. E.; ZULETA, A. Resistant starch in dietary fiber values measured by the AOAC method in different cereals.

Cereal Chemistry, Saint Paul, v. 73, n. 6, p. 759-761, 1996.

SGARBIERI, V. C. Fontes de proteínas na alimentação. In: SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. p.139-257.

SHAMAI, K.; BIANCO-PELED, H.; SHIMONI, E. Polymorphism of resistant starch type III. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 54, n. 3, p. 363-369, 2003.

SHIH, F. F.; CHAMPAGNE, E. T.; DAIGLE, K.; ZARINS, Z. Use of enzymes in the processing of protein products from rice bran and rice flour. **Nahrung-Food**, Berlin, v. 43, n.1, p.14-18, 1999.

STORCK, C. R.; SILVA, L. P.; FAGUNDES, C. A. A. Categorizing rice cultivars based on differences in chemical composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 18, n. 4, p. 333-341, 2005.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PERDOMO, D. Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método da AOAC 996.11. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 39-43, 2005.

WANG, L.; WANG, Y. J. Comparison of Protease Digestion at Neutral pH with Alkaline Steeping Method for Rice Starch Isolation. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 78, n. 6, p. 690-692, 2001.

WANG, L.; WANG, Y. J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. **Journal of Cereal Science**, London, v. 39, n. 2, p. 291 - 296, 2004.

YUE, P.; WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v. 43, n. 9, p. 690-695, 1998.