

Obtenção de proteínas alternativas a partir de resíduos de arroz com potencial de aplicação em produtos cárneos vegetais

Silvia Leticia Rivero Meza^{1,2}; Inajara Beatriz Brose Piotrowicz¹; Brenda Dannenberg Kaster^{1,2}; Lázaro da Costa Corrêa Cañizares^{1,2}; Silvia Naiane Jappe^{1,2}; Adreano Spessato³; Marcio Schmiele⁴; Mauricio de Oliveira^{1,2}

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) apresenta um importante destaque econômico e social na região sul do Brasil. Na safra de 2020/2021, o estado do RS atingiu 70% da produção nacional, o que o torna a região que mais beneficia arroz, e consequentemente, que mais gera resíduos frutos deste processamento no Brasil. O farelo de arroz é um dos principais subprodutos resultantes do beneficiamento de arroz, alcançando uma produção de 700 mil toneladas. O farelo de arroz apresenta interessante característica nutritiva, como elevado teor protéico, fibras, minerais, lipídios e antioxidantes. Contudo ainda seu principal destino é na produção de óleo e ração animal. A proteína do farelo de arroz, além de ser hipoalergênica, apresenta importantes propriedades funcionais, que pode gerar uma diversidade de aplicação na indústria de alimentos. Com isso, este trabalho teve como objetivo extrair proteínas do farelo de arroz e verificar seu rendimento, de forma a obter concentrados proteicos com potencial para uso como ingredientes na formulação de produtos cárneos vegetais. O farelo de arroz desengordurado resultou em teores 25 e 49% superiores de proteínas e cinzas, respectivamente, e redução de 91% de lipídios, comprovando assim a eficiência do desengorduramento. O concentrado proteico obtido do farelo de arroz desengordurado apresentou 58,9% de proteína, atingindo um rendimento de 42,80%. Enquanto o resíduo ácido apresentou 13,3% e o resíduo alcalino 9,6% de proteína, e rendimento de 10,94 e 36,47%, respectivamente.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., farelo de arroz, proteínas, rendimento, plant-based food

¹ Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL).

² Unidade InovaAgro EMBRAPII – Tecnologias para a Agricultura

³ Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (IRGOVEL), Pelotas, Brasil

⁴ Laboratório Integrado de Cereais e Lipídeos (LICEL), Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (ICT/UFVJM)

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) se destaca por ser um alimento básico para mais de 60% da população mundial (World Rice Production, 2021). Sendo assim um dos cereais mais cultivado no mundo, com grande destaque do ponto de vista econômico e social (Tong et al., 2019). Neste contexto, o Brasil se destaca por ser o 10º produtor e consumidor, e 9º exportador mundial de arroz. A principal região produtora de arroz está localizada no sul do país. O RS registrou a quarta maior produção de arroz da história em 2020/2021, se responsabilizando por 70% da produção nacional e alcançando 8,5 milhões de toneladas (Mordor Intelligence, 2022).

O RS é o estado que mais produz e beneficia arroz no Brasil, e por consequência é o maior gerador de resíduos sólidos resultantes do processamento de arroz. Os principais subprodutos originados são a casca do arroz, o farelo do arroz e os grãos quebrados. Estes resíduos apresentam um grande problema as indústrias devido as dificuldades associadas à correta destinação e aos custos. O farelo de arroz representa um volume de 9% obtido no beneficiamento de arroz no RS, o que representa mais de 700 mil toneladas de matéria-prima subutilizada, pois apenas parte dela é destinada para ração animal ou a produção de óleo. No contexto global, este volume sobe para 11%, o que equivale a 84 milhões de toneladas de farelo de arroz produzido anualmente (Rappe et al., 2021). Contudo, a medida que a comunidade científica direciona as pesquisas para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais como o farelo de arroz, outras aplicações vão tomando espaço como na produção de suplementos, fertilizantes, meios de cultura, antioxidantes e proteínas (Bodie et al., 2019).

Desta forma, o reaproveitamento de resíduos, como o farelo de arroz, é uma solução sustentável, pois contribui para a redução nos impactos econômicos decorrentes da sua produção. Além disso, o emprego do farelo de arroz em outros processos alimentares pode agregar valor à cadeia produtiva, gerando potenciais impactos sociais e oportunidade para o desenvolvimento da agroindústria local (Spessato et al., 2023). Atualmente, o setor do arroz gera mais de 30 mil empregos diretos e cerca de 200 municípios do RS dependem dessa cultura, sendo assim um mercado atrativo para o desenvolvimento de novos produtos à base de arroz, que possam ainda mais contribuir para a expansão deste setor. Desta forma, este trabalho teve como objetivo estudar o processo de obtenção dos concentrados proteicos de resíduos agroindustriais como o farelo de arroz e verificar seu rendimento, com potencial aplicabilidade no desenvolvimento de produtos cárneos vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra e preparo da amostra

O farelo de arroz desengordurado foi obtido pela indústria de beneficiamento de arroz localizado no RS e o processo de micronização realizado pela Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (IRGOVEL). O farelo de arroz foi desengordurado através da técnica de refluxo por meio do aparelho de soxhelet, utilizando o hexano como solvente, por um período

de 6 horas. A amostra foi exposta *over night* a temperatura ambiente em capela para a evaporação total do solvente. Este farelo desengordurado foi submetido ao peneiramento com o uso da peneira de malha 0,150 mm (100 mesh).

Composição química

Os teores de umidade, cinzas, lipídios e proteínas foram obtidos segundo AOCS (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Obtenção do concentrado proteico

A obtenção do concentrado proteico foi realizada conforme Piotrowicz e Salas-Mellado (2017). O processo de extração proteica consiste na técnica de solubilização em meio alcalino com NaOH 1,0 M a pH 11,0±0,1 por 60 minutos, e precipitação através da redução do pH até o ponto isoelétrico da proteína (pH 4,5±0,1 com HCl 1,0 M) por 30 minutos, processo decorrente a uma temperatura de 40°C.

Rendimento proteico

O rendimento proteico foi calculado através da Equação 1.

$$R_{pt} = [(M_{CP} \times Pt_{CP}) / (M \times Pt)] \times 100 \quad (1)$$

Sendo que M_{CP} é a massa de concentrado liofilizado obtido ao final do processo e Pt_{CP} o conteúdo de proteína deste concentrado o qual será relacionado com a massa de farelo desengordurado M_{FD} e o seu conteúdo de proteína Pt_{FD} .

No processo em geral, tanto na etapa de solubilização quanto na de precipitação foi realizada a centrifugação para a separação da fração de interesse, ou seja, o concentrado proteico (CP). No entanto, este mesmo processo promoveu a geração de frações sólidas (resíduo alcalino - RA) e líquidas (resíduo ácido - RAc), normalmente descartados e que, no entanto, tornou-se o foco de maior atenção, havendo a necessidade de maiores estudos.

Análise estatística

Os resultados foram analisados por meio de análise de variância One-way ANOVA comparando as médias, quando houver diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos foi realizado o Teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os processos decorrentes do preparo da matéria-prima, como polimento, desengorduramento e peneiramento, foi realizado as análises de composição proximal dos farelos, apresentando os valores na Tabela 1 de umidade e, em base seca, proteína, cinzas e lipídeos.

Tabela 1. Composição química do farelo de arroz integral e desengordurado em base seca (*).

Farelo de arroz	Umidade	Proteína*	Cinzas*	Lipídeos*
Integral	9,72±0,05 b	12,16±0,66 b	10,18±0,45 b	17,46±0,71 a
Desengordurado	11,30±0,14 a	15,30±0,32 a	15,21±0,12 a	1,48±0,13 b

Média ± desvio padrão de três repetições. Letras distintas na mesma coluna demonstram diferença significativa entre amostras ($p < 0,05$).

O conteúdo de proteína do farelo integral foi de 12,16%, após a extração dos lipídeos, pode aumentar 15,3%. Enquanto o conteúdo de cinzas do farelo integral foi de 10,18% e após desengorduramento foi de 15,21%. Foi possível verificar que o processo de remoção dos lipídeos com hexano possibilitou a alteração na composição dos farelos, concentrando maiores teores de proteínas e cinzas. O farelo de arroz desengordurado resultou em teores 25 e 49% superiores de proteínas e cinzas, respectivamente, e redução de 91% de lipídios, comprovando assim a eficiência do desengorduramento. Valores semelhantes foram observados por Piotrowicz e Salas-Mellado (2017) em farelos de variedades de arroz pardo. O farelo de arroz representa cerca de 4 a 11% do total do grão de arroz (Oliveira et al., 2021) e apresenta uma composição rica em proteínas, fibras, lipídios, compostos funcionais como tocoferóis e tocotrienóis. O conteúdo de proteína bruta do farelo varia entre 10 a 16%, sendo superior à proteína do trigo e do milho (Gong et al., 2021). Estes teores podem variar devido à variedade e aspectos agrônômicos como tipo de solo, clima, qualidade da matéria prima utilizada e processo de beneficiamento. A qualidade das proteínas do farelo de arroz apresenta propriedades funcionais comparáveis a caseína. As proteínas do farelo de arroz consistem nas frações de albumina, globulina, glutelina e prolamina. A albumina apresenta elevado valor biológico e digestibilidade (Rappe et al., 2021).

Estas proteínas na forma de concentrados podem ser incorporados a produtos de alto valor agregado, apresentando assim excelente potencial na indústria de alimentos. Além do elevado valor nutricional, estas proteínas são hipoalergênicas, o que as tornam atrativas para sua inserção em produtos alimentícios destinados a pessoas alérgicas (Tran et al., 2019). Através do processo de *pH-shifting* obtiveram-se os concentrados proteicos e mais duas frações normalmente descartadas, ou seja, consideradas resíduos do processo. No entanto, o acúmulo destas frações pode ser dispendioso para o processo e, além disso, podem haver componentes importantes nutricionalmente, que ainda não foram investigados. Desta forma, inicialmente realizou-se a análise de proteínas do concentrado e das frações denominadas resíduo alcalino e resíduo ácido. Através das quantidades de proteínas e a massa de cada porção liofilizada foi possível calcular o rendimento proteico dos mesmos, sendo expostos na Tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de proteína do farelo de arroz desengordurado, concentrado proteico e resíduos alcalino e ácido com os respectivos valores de massa liofilizada e rendimento proteico.

Farelo de arroz	Proteína (%)	Massa (g)	Rendimento proteico (%)
Desengordurado	14,60±0,30b	50,00	-
Resíduo alcalino	9,60±0,40c	32,60	36,47±1,58 ^a
Concentrado proteico	58,90±1,10a	4,53	42,80±0,49 ^a
Resíduo ácido	13,30±0,30b,c	6,20	10,94±0,59b

Média ± desvio padrão de três repetições. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as amostras do mesmo farelo.

O conteúdo proteico das frações e as massas liofilizadas obtidas a partir do processo *pH-shifting* variou consideravelmente, na qual foi possível observar que de uma matéria-prima desengordurada extraiu-se a proteína, porém não em sua totalidade, ou seja, parte da proteína manteve-se no resíduo sólido alcalino e parte não foi precipitada, mantendo-se na fração líquida ácida. O concentrado proteico de farelo de arroz apresentou 58,9% de proteína. Enquanto o resíduo ácido apresentou 13,3% e o resíduo alcalino 9,6% de proteína. Relacionando a quantidade de proteínas do resíduo alcalino do farelo de arroz, podemos considerar que esta fração pode ser direcionada à aplicação em ração animal, por exemplo, assim como tem-se verificado na bibliografia com o farelo de arroz (Thamnarathip et al., 2016).

As massas obtidas após o processo e a liofilização distribuiu-se em maior quantidade no resíduo ácido, pois consistiu em uma fração com os componentes insolúveis ao meio e semelhante à matéria-prima, com um valor reduzido de proteína, porém correspondidas por maiores quantidades de carboidratos, fibras e cinzas, por exemplo. O concentrado proteico consiste em uma massa menor, no entanto com um conteúdo superior de proteína de grande importância nutricional. A fração líquida correspondente ao resíduo ácido, após liofilizado, consiste em uma massa pequena de compostos que conferem uma certa higroscopicidade, pois possuem uma capacidade elevada de união entre as partículas durante o manuseio. Sugere-se que uma maior concentração de açúcares possa ter se formado durante o processo.

Os valores de rendimentos proteicos são de grande importância quando se considera não apenas a quantidade de proteína, mas também a massa de sólido obtido e que pode apresentar diferentes aplicações. O rendimento proteico foi maior no concentrado, o que era esperado, pois utilizou-se de condições para que essas proteínas se precipitassem. Notou-se que o rendimento foi mais dependente da massa de concentrado do que da

própria porcentagem de proteína destes. Este comportamento também foi evidenciado por Piotrowicz e Salas-Mellado (2017) em seus concentrados proteicos provenientes do farelo de arroz pardo desengordurado na indústria e no laboratório. Este mesmo fato explica o porquê das amostras resíduo ácido e concentrado proteico do farelo pardo não apresentarem diferença significativa entre seus rendimentos proteicos.

Os concentrados proteicos provenientes de farelo de arroz tem sido foco de muitos estudos há alguns anos, destacando principalmente a propriedade de suas proteínas, pela presença de aminoácidos essenciais e por ser considerada uma proteína hipoalergênica. Além disso, o arroz tem sido o foco e a matéria-prima de diferentes alimentos devido a esta característica e conveniência de consumo. Destaca-se que o reaproveitamento do farelo de arroz em produtos de alto valor agregado é uma solução sustentável para redução de custos. Além disso, o mercado de produtos à base de vegetais, substituintes da proteína animal, esta em pleno crescimento, exigindo assim o desenvolvimento de novos produtos com matérias-primas diferentes a da soja, comumente utilizada. Com isso, este trabalho pode demonstrar até o momento o potencial de obter concentrados proteicos com alto teor de proteína. Contudo, ainda estudos futuros são necessários para alcançar maiores rendimentos de proteína, bem como a verificação de sua funcionalidade, para posterior uso como ingredientes em produtos plant-based foods.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS, 22/2551-0001051-2), Unidade EMBRAPIL InovaAgro-UFPel e a Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (IRGOVEL).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BODIE, A. R.; MICCICHE, A. C.; ATUNGULU, G. G.; ROTHROCK, M. J.; RICKE, S. C. Current trends of rice milling byproducts for agricultural applications and alternative food production systems [Review]. *Front. Sustain. Food Syst.*, v. 3, 2019.

GONG, X.; SUI, A.; MORTON, J.; BRENNAN, M.; BRENNAN, C. Investigation of nutritional and functional effects of rice bran protein hydrolysates by using Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines: A review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 110, 2021.

Mordor Intelligence/EMIS - ISI Emerging Markets Group Company. Global Dry Beans Market (2020-2025). Disponível em: <https://www.emis.com/pt>. Acesso em: 26 jan. 2022.

OLIVEIRA, M.; AMATO, G. W. (Org.). Arroz: tecnologia, processos e usos. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2021. v. 1. 218p.

PIOTROWICZ, I. B. B.; SALAS-MELLADO, M. M. Protein concentrates from defatted rice bran: preparation and characterization. *Food Science and Technology*, v. 37, p. 165-172, 2017.

RAPPE, U. N.; & GORJI, S.; FITZGERALD, M. Genotypic variability in the composition of soluble protein from rice bran – Opportunities for nutrition. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 103, p. 104077, 2021.

SPESSATO, A.; MEZA, S. L. R.; CAÑIZARES, L. C. C.; TIMM, N. S.; MARDADE, C. J. J.; ROMBALDI, C. V.; OLIVEIRA, M. Effect of industrial bleaching on the physicochemical and nutritional quality of non-allergenic lecithin derived from rice bran oil (*Oryza sativa* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 51, p. 102768, 2023.

THAMNARATHIP, P.; JANGCHUD, K.; JANGCHUD, A.; VARDHANABHUTI, B. Functional properties of protein hydrolysates from Rice berry rice bran. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v. 51, p. 1110–1119, 2016.

TONG, C.; GAO, H.; LUO, S.; LIU, L.; BAO, J. Impact of Postharvest Operations on Rice Grain Quality: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 18, 2019

TRAN, K. N.; WITT, T.; GIDLEY, M. J.; FITZGERALD, M. Extraction, Characterisation and Properties Of Protein From By-Product Of Rice Milling. The University of Queensland, School of Agriculture and Food Sciences, 2019

WORLD RICE PRODUCTION (2021). World Rice Production 2020/2021. Disponível em: <http://www.worldagriculturalproduction.com/crops/rice.aspx/>. Acesso em: 01 fev. 2022