

Análise térmica do amido de arroz japônica submetido a diferentes tipos de moagem
Thermal analysis of japonica rice starch submitted to different types of milling
Análisis térmico de almidón de arroz japónica sometido a diferentes tipos de molienda

Recebido: 03/12/2019 | Revisado: 10/12/2019 | Aceito: 10/12/2019 | Publicado: 19/12/2019

Raphael Lucas Jacinto Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7232-2373>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9603-2503>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Tamires dos Santos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2627-036X>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: tsantosp16@gmail.com

Williane Silva Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2393-1743>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: willianepinheiro@live.com

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6493-3203>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: virginia.mirtes2015@gmail.com

Eliélson Rafael Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-7395>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: elielsnrafael@gmail.com

Cecília Elisa de Sousa Muniz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7402-9354>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: ceciliamuniz.qi@gmail.com

Moisés Sesion de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9536-0214>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: moisesion@live.com

Denise Silva do Amaral Miranda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4470-8604>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Ceará, Brasil

E-mail: denise.amaral@ifce.edu.br

Josilene de Assis Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1179-1576>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: josy_cavalcante@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo tem como objetivo realizar a análise térmica do amido de arroz japônica submetido a diferentes processos de moagem (bolas, discos e facas). O amido foi extraído com a solução de metabissulfito de sódio (0,2%), triturado, decantado e seco a (50 °C) até peso constate. As propriedades térmicas foram analisada através das técnicas de termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial. Pode-se afirmar que os grânulos do amido nativo de arroz japônica são pouco resistentes e a trituração com moinho de facas os deixou mais susceptíveis à quebra com o aquecimento prolongado. As diferentes técnicas de moagem modificaram significativamente as propriedades térmicas do amido de arroz japônica, visto que na análise termogravimetria a formulação obtida através do moinho de discos apresentou distinção em relação a perda de massa, enquanto que para a calorimetria exploratória diferencial o amido obtido no processo de moagem com o moinho de bolas apresentou menor temperatura inicial de gelatinização e maior entalpia de gelatinização.

Palavras-chave: Amilopectina; ATG; DSC.

Abstract

This study aims to perform the thermal analysis of Japanese rice starch submitted to different milling processes (balls, discs and knives). Starch was extracted with sodium metabisulphite solution (0.2%), crushed, decanted and dried at (50 °C) to constant weight. The thermal properties were analyzed by thermogravimetry and differential exploratory calorimetry techniques. It can be argued that the granules of the Japanese rice native starch are poorly

resistant and knife milling made them more susceptible to breakage with prolonged heating. The different milling techniques significantly modified the thermal properties of the Japanese rice starch, since in the thermogravimetry analysis the formulation obtained through the disc mill presented distinction in relation to the mass loss, while for the differential exploratory calorimetry the starch obtained in the process. The milling process with the ball mill presented lower initial gelatinization temperature and higher gelatinization enthalpy.

Keywords: Amylopectin; ATG; DSC.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo realizar el análisis térmico del almidón de arroz japonés sometido a diferentes procesos de molienda (bolas, discos y cuchillos). El almidón se extrajo con una solución de metabisulfito de sodio (0.2%), se trituró, se decantó y se secó a (50 °C) hasta peso constante. Las propiedades térmicas se analizaron mediante técnicas de termogravimetría y calorimetría exploratoria diferencial. Se puede argumentar que los gránulos del almidón nativo de arroz japonés son poco resistentes y la molienda con cuchilla los hizo más susceptibles a la rotura con un calentamiento prolongado. Las diferentes técnicas de molienda modificaron significativamente las propiedades térmicas del almidón de arroz japonés, ya que en el análisis termogravimétrico la formulación obtenida a través del molino de discos presentó distinción en relación con la pérdida de masa, mientras que para la calorimetría exploratoria diferencial el almidón obtenido en el proceso. El proceso de molienda con el molino de bolas presentó una temperatura de gelatinización inicial más baja y una entalpía de gelatinización más alta.

Palabras clave: Amilopectina; ATG; DSC.

1. Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das principais culturas de cereais e alimentos básicos consumidos como arroz cozido ou alimentos processados, em mais da metade dos países e regiões do mundo. O amido é o principal constituinte do arroz e suas propriedades físico-químicas, como o teor de amilose e os índices de colagem, determinam os vários aspectos da qualidade do arroz, incluindo a qualidade do cozimento e do processamento (Yanjie et al., 2018). A complexa estrutura fina da amilose e amilopectina do amido de arroz determina as diferenças nas propriedades físico-químicas, como as propriedades cristalinas, de gelatinização e de colagem (Li et al., 2016).

Geralmente, o arroz é classificado como três variedades (indica, japonica e arroz ceroso) com base na variação no teor de amilose. O arroz indica e japonica são compostos aproximadamente de 10 a 25% de amilose linear e 55 a 70% de amilopectina altamente ramificada, enquanto o arroz ceroso consiste em amilopectina ramificada ainda mais alta e outros componentes basais. Kang et al. (2006) sugeriram que o arroz japonica mostra elasticidade e viscosidade moderada no processamento ou cozimento, devido ao seu teor de amilose apropriado ao arroz indica e ceroso, e é geralmente usado em produtos prontos para consumo.

Ahmed et al. (2008) estudaram as propriedades térmicas e dinâmicas do amido de arroz e descobriram diferenças significativas entre o amido e a farinha de arroz. Em geral, devido às diferenças entre variedades, regiões e ambientes, o conteúdo de componentes básicos no grão de arroz varia significativamente. A intensidade da moagem e textura do grão determina o teor de amido danificado na farinha e tem grande influência na determinação dos testes de avaliação da qualidade tecnológica (Bordignon et al., 2015). Segundo Rosentrater & Evers (2017), as alterações que ocorrem como resultados das operações de moagem são observadas nas formas e nos tamanhos de grãos que são alterados, nas diferentes composições obtidas na moagem que são concentradas pelo fracionamento, e na temperatura e/ou no teor de água dos estoques que são alterados. O presente estudo tem como objetivo realizar a análise térmica do amido de arroz japonica submetido a diferentes processos de moagem (bolas, discos e facas).

2. Metodologia

Extração do amido do arroz japonica

O amido foi obtido pelo método descrito por Adebowale et al. (2005) com adaptações. A solução de metabissulfito de sódio (0,2%) foi utilizada no processo, onde o arroz foi imerso nesta solução numa proporção de 1:2 m/v por 48 horas, seguido por uma lavagem em água corrente por cerca de 3 minutos. O arroz foi triturado com água destilada na proporção de 1:2 m/v em liquidificador industrial (Fabricante Kohlbach, modelo KM42A) por 5 minutos, o produto da operação foi filtrado com auxílio de redes de nylon, para aumento do rendimento o resíduo foi triturado novamente por três vezes.

A suspensão do amido foi decantada por um período de 24 horas, em ambiente refrigerado a 7 °C para evitar ação enzimática ou fermentativa durante o processo de

decação. Após passar pela primeira decação, foi descartado o sobrenadante e adicionado 300 mL de água destilada ao amido precipitado com o objetivo de lavar a amostra. Após 24 horas desta nova decação, o sobrenadante foi novamente descartado e o precipitado acrescido de água na mesma quantidade (300 mL).

Este procedimento de suspensão e decação do amido foi efetuado 5 vezes. O amido decantado foi submetido ao processo de secagem convectiva, realizada em estufa com circulação de ar na temperatura de 50 °C até peso constante.

Análise termogravimétrica (ATG)

As análises termogravimétricas foram realizadas em analisador termogravimétrico segundo a metodologia descrita por Tian et al. (2011). A faixa de temperatura foi de 25 a 600 °C com varredura de 10 °C/min. em atmosfera de N₂ com fluxo de ar de 150 mL.min⁻¹.

Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

A análise de DSC seguiu a metodologia descrita por Chung e Liu (2009) com adaptações. Para preparação da amostra adicionou-se 6,0 µL de água destilada a 2,0 mg de amido em cadinhos (painéis para o DSC). O recipiente foi selado, pesado novamente e mantido a 30 ± 2°C por 24 h para assegurar o equilíbrio da amostra de amido e da água. Logo após foram submetidas a um ciclo de aquecimento e resfriamento de 20-200 °C a 10 °C/minuto para determinação da entalpia de gelatinização. Sendo utilizadas cápsulas de alumínio fechadas e como referência uma cápsula fechada vazia. O experimento foi conduzido em atmosfera dinâmica com o gás nitrogênio a 50 mL/minuto. Além das entalpias foram obtidos: a temperatura inicial (T₀) e a temperatura de pico da gelatinização (T_p).

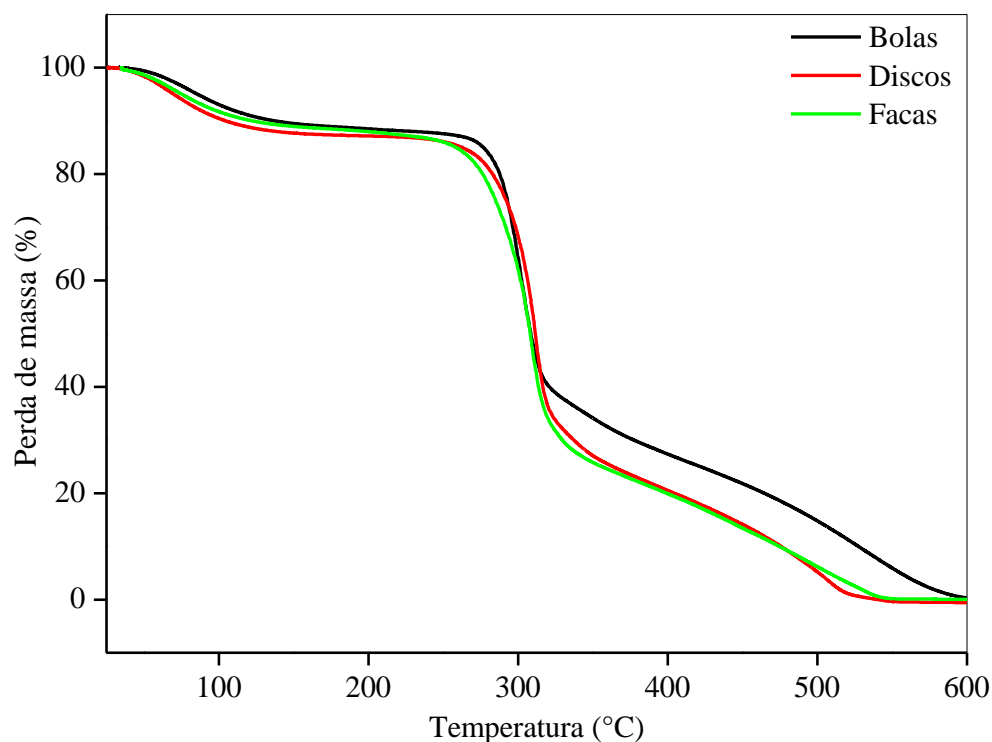
Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas para os dados experimentais em triplicata e os resultados foram submetidos à análise de variância de fator único (ANOVA) de 5% de probabilidade e as respostas qualitativas significativas foram submetidas ao teste de Tukey adotando-se o mesmo nível de 5% de significância. Para o desenvolvimento das análises estatísticas o software ASSISTAT versão 7.0 foi utilizado.

3. Resultados

A análise termogravimétrica para o amido de arroz japônica submetido a moagem com moinho de disco, facas e bolas é mostrada na Figura 1.

Figura 1- Porcentagem de perda de massa x temperatura.



Fonte: Própria (2019).

Os principais eventos e seus respectivos valores de porcentagem de perda de massa, faixa temperatura e temperatura de perda máxima são mostrados na Tabela 1.

O primeiro evento é caracterizado por um pico discreto representado pela evaporação da água, onde para a F3 essa perda de massa é mais acentuada (12,6%), que vai do início da análise até a temperatura de 183,7°C e obteve sua perda máxima na temperatura de 129,9 °C.

O segundo evento é caracterizado por um pico mais acentuado que provavelmente deve-se a degradação do anel de glicose nos polímeros do amido, amilose e/ou amilopectina. Para a F3 a perda de massa foi maior (77,8%) em relação às outras formulações, obtendo sua perda massa máxima a 350,4°C. A degradação térmica do amido de arroz japônica tem seu início em (182,3; 212,7 °C e 183,7 °C), respectivamente para a formulação (F1, F2 e F3), chegando ao seu máximo de degradação em 399,7 °C; 444 °C e 477,8 °C, como podemos observar na Tabela 1 acima, e confirmado pelo trabalho de Shujun et al. (2005).

Tabela 1- Resultados termoanalíticos obtidos por ATG nas amostras de amido de arroz japônica.

Formulações	Eventos	Perda de massa (%)	ΔT (°C)	Tp (°C)
F1 (Bolas)	(I)	11,6%	T _{amb} – 182,3	119,5
	(II)	69,1%	182,3 – 399,7	321,4
	(III)	19,1%	399,7 – 577,6	457,3
F2 (Discos)	(I)	11,6%	T _{amb} – 212,7	73,6
	(II)	65,8%	212,7 – 444,0	318,9
	(III)	21,7%	444,0 – 600,0	518,3
F3 (Facas)	(I)	12,6%	T _{amb} – 183,7	129,9
	(II)	77,8%	183,7 – 477,8	350,4
	(III)	6,5%	477,8 – 594,0	516,8

Fonte: Própria (2019).

Uma degradação térmica similar do amido da castanha de caju foi observada após a remoção do óleo, com a máxima taxa de degradação do anel de glicose ocorrendo a 319 °C, mas a partir de 174 °C. Liu et al. (2009), relataram o início dessa degradação a 220 °C para amido de milho. Relatórios publicados por Fabian et al. (2011) apontaram que parte da degradação da glicose do amido de arroz acontece 210 °C.

Um terceiro evento térmico foi encontrado na ATG com temperatura acima de 399 °C, para a (F2) a perda de massa foi maior do que para as outras formulações, com a porcentagem de 21,7% e sua perda máxima na temperatura de 518,3 °C. Fabian et al. (2011), em seu estudo com o amido do farelo de arroz notaram que o segundo e terceiro evento foram consecutivos e correspondem à decomposição no intervalo de temperatura de 210–540 °C.

O resultado da análise do DSC é apresentado na Tabela 2 para os parâmetros: temperatura dos eventos térmicos e a variação da entalpia (ΔH).

Tabela 2- Valores obtidos na análise do DSC para o amido de arroz japônica

Parâmetros	F1 (Bolas)	F2 (Discos)	F3 (Facas)
T ₀ (°C)	71,14 ± 0,23 ^b	72,11 ± 0,15 ^a	72,01 ± 0,09 ^a
T _p (°C)	75,62 ± 0,18 ^a	75,45 ± 0,25 ^b	75,31 ± 0,13 ^b
T _p - T ₀ (°C)	4,48 ± 0,20 ^a	3,34 ± 0,12 ^b	3,30 ± 0,07 ^b
ΔH (J/g)	6,98 ± 0,25 ^a	5,31 ± 0,23 ^b	5,15 ± 0,19 ^b

Nota: T₀: é a temperatura inicial de gelatinização; T_p: é a temperatura do pico de gelatinização; T_p-T₀: é a diferença entre a temperatura de pico e inicial; ΔH: é a entalpia de gelatinização. Letras minúsculas sobrescrita na mesma linha significa que os valores não diferem significativamente segundo o teste de Tukey (P>0,05). Fonte: Própria (2019).

A temperatura de gelatinização dos amidos ocorre em geral a temperaturas acima de 60°C. Para o amido extraído do arroz japônica variou de 71,14 a 72,11 °C sendo considerada assim equivalente a outras fontes de amido, como o milho, com T₀ variando de 70 a 75 °C (Souza e Andrade, 2000), amido de batata, 65-70 °C, amido de trigo, 70-75 °C (Ratnayake e Jackson, 2007), e lírio do brejo, 73-78 °C (Ascheri et al., 2010). Segundo o estudo realizado por Hu et al. (2019) para 8 variedades da farinha do arroz japônica o valor de T₀ variou de 54,25 a 62,78 °C. Almeida et al. (2019) obtiveram o valor de 70,46 °C para o amido nativo de arroz vermelho. O amido de arroz japônica possui uma temperatura de gelatinização próximo às matérias-primas supracitadas, podendo provavelmente substituir estas nas indústrias alimentícias. Houve diferença significativa apenas para a F1 obtida através do processamento com o moinho de bolas, uma menor granulometria facilita a entrada no água e calor nos grânulos durante a formação da pasta, necessitando assim de uma menor temperatura para gelatinizar.

Fabian et al. (2011) encontraram para o amido de farelo de arroz uma temperatura de gelatinização de 72,6 °C e uma entalpia de gelatinização em torno de 9,5 J/g, é perceptível que ΔH do amido de arroz japônica é menor, principalmente para o amido submetido ao moinho de facas (F2). O amido de arroz japônica quando comparado aos de outras fontes de amido apresenta menor entalpia de gelatinização como, por exemplo: farinha de arroz japônica (5,11 a 8,43 J/g), amido de arroz vermelho (8,31 J/g), amido de feijão (15,20 J/g), salsa peruana (15,20 a 16,10 J/g) e jaca (13,50 a 14,40 J/g) que foram encontrados nos respectivos trabalhos de (Hu et al., 2019; Almeida et al., 2019; Huang et al., 2007; Rocha et al., 2008; Madrigal-Aldana et al., 2011). A entalpia da retrogradação fornece uma medida quantitativa da transformação de energia que ocorre durante a fusão do amido de arroz japônica.

Foi perceptível o decréscimo da entalpia de gelatinização de acordo tipo de moinho utilizado, a maior diferença foi encontrada para a F1. A entalpia do amido de arroz japônica reflete a presença de cadeias médias de amilopectina, que compreende aproximadamente 55-70% de amilopectina e 10-25% de amilose (Hu et al., 2019). A temperatura inicial para a gelatinização ocorre quando a água entra na região amorfa e se torna menos ordenada. Isso leva a um pequeno intervalo entre as temperaturas inicial e final, devido à rápida gelatinização das regiões mais cristalinas (Noda et al., 2006; Oliveira et al. 2009). Pode-se afirmar que os grânulos do amido nativo de arroz japônica são pouco resistentes e a trituração com moinho de facas os deixou mais susceptíveis à quebra com o aquecimento prolongado.

A quantidade de energia térmica necessária para gelatinizar completamente o amido de arroz é de suma importância para o processo, que pode ser otimizado ao saber desses parâmetros (Bao e Bergman, 2004). Este parâmetro depende do tamanho e forma dos grânulos, do grau de cristalinidade, da relação amido/água e da disponibilidade de água (Alvani et al., 2011; Singh et al., 2008).

4. Considerações finais

As diferentes técnicas de moagem modificaram significativamente as propriedades térmicas do amido de arroz japônica, visto que na análise termogravimetria a formulação obtida através do moinho de discos apresentou distinção em relação a perda de massa, enquanto que para a calorimetria exploratória diferencial o amido obtido no processo de moagem com o moinho de bolas apresentou menor temperatura inicial de gelatinização e maior entalpia de gelatinização.

Como sugestões de trabalhos futuros, pode-se aplicar o amido obtido no desenvolvimento de biofilmes. Assim como também, ser utilizado como matéria prima no desenvolvimento de diversos novos produtos, como por exemplo, produtos de panificação.

Referências

Adebowale, K. O., Afolabi, T. A., & Lawal, O. S. (2002). Isolation, chemical modification and physicochemical characterisation of Bambarra groundnut (*Voandzeia subterranean*) starch and flour. *Food chemistry*, 78(3), 305-311.

Ahmed, J., Ramaswamy, H. S., Ayad, A., & Alli, I. (2008). Thermal and dynamic rheology of insoluble starch from basmati rice. *Food Hydrocolloids*, 22(2), 278-287.

Almeida, R. L. J, Pereira T. S, Freire, V. A, Santiago, A. M, Oliveira, H. M. L, Conrado, L. S, Gusmão, R. P. (2019). Influence of enzymatic hydrolysis on the properties of red rice starch. *International Journal of Biological Macromolecules*.

Alvani, K., Qi, X., Tester, R. F., & Snape, C. E. (2011). Physico-chemical properties of potato starches. *Food Chemistry*, 125(3), 958-965.

Ascheri, D. P. R., Moura, W. D. S., Ascheri, J. L. R., & de Carvalho, C. W. P. (2010). Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). *Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Bao, J., & Bergman, C. J. (2004). The functionality of rice starch. In *Starch in food* (pp. 258-294). Woodhead Publishing.

Bordignon, J. R., Scholz, M. B. S., de Miranda, M. Z., da Silva, V. C., El Khouri, M., De Pieri, F. L., & Tatsch, P. O. (2015). *Amido danificado e capacidade de retenção de solventes de farinhas obtidas em moinhos experimentais*. In *Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales, 8.; seminário técnico do trigo, 9., 2014, canela; reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticales, 9.; seminário técnico do trigo, 10., 2015, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Biotrigo Genética: Embrapa Trigo, 2015..

Chung, H. J., & Liu, Q. (2009). Effect of gamma irradiation on molecular structure and physicochemical properties of corn starch. *Journal of Food Science*, 74(5), 353-361.

Fabian, C., Ayucitra, A., Ismadji, S., & Ju, Y. H. (2011). Isolation and characterization of starch from defatted rice bran. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(1), 86-91.

- Hu, W. X., Chen, J., Xu, F., Chen, L., & Zhao, J. W. (2019). Study on crystalline, gelatinization and rheological properties of japonica rice flour as affected by starch fine structure. *International journal of biological macromolecules*.
- Huang, Q., Li, L., & Fu, X. (2007). Ultrasound effects on the structure and chemical reactivity of cornstarch granules. *Starch-Stärke*, 59(8), 371-378.
- Kang, H. J., Hwang, I. K., Kim, K. S., & Choi, H. C. (2006). Comparison of the physicochemical properties and ultrastructure of japonica and indica rice grains. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(13), 4833-4838.
- Li, Z., Kong, X., Zhou, X., Zhong, K., Zhou, S., & Liu, X. (2016). Characterization of multiscale structure and thermal properties of Indica rice starch with different amylose contents, *RSC Advances*, 6(109), 107491-107497.
- Liu, X., Yu, L., Liu, H., Chen, L., & Li, L. (2009). Thermal decomposition of corn starch with different amylose/amylopectin ratios in open and sealed systems. *Cereal chemistry*, 86(4), 383-385.
- Madrigal-Aldana, D. L., Tovar-Gómez, B., de Oca, M. M. M., Sáyago-Ayerdi, S. G., Gutierrez-Meraz, F., & Bello-Pérez, L. A. (2011). Isolation and characterization of Mexican jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L) seeds starch in two mature stages. *Starch-Stärke*, 63(6), 364-372.
- Noda, T., Tsuda, S., Mori, M., Takigawa, S., Matsuura-Endo, C., Kim, S. J., ... & Yamauchi, H. (2006). Determination of the phosphorus content in potato starch using an energy-dispersive X-ray fluorescence method. *Food Chemistry*, 95(4), 632-637.
- Oliveira, T. M., Pirozi, M. R., Borges, J. D. S., Germani, R., & Fontes, M. F. (2009). Caracterização do amido de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). *Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Ratnayake, W. S., & Jackson, D. S. (2007). A new insight into the gelatinization process of native starches. *Carbohydrate polymers*, 67(4), 511-529.

Rocha, T. S., Demiate, I. M., & Franco, C. M. L. (2008). Structural and physicochemical characteristics of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) starch. *Food Science and Technology*, 28(3), 620-628.

Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2017). *Kent's Technology of Cereals: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture*. Woodhead Publishing.

Shujun, W., Jiugao, Y., & Jinglin, Y. (2005). Preparation and characterization of compatible thermoplastic starch/polyethylene blends. *Polymer Degradation and Stability*, 87(3), 395-401.

Singh, N., Isono, N., Srichuwong, S., Noda, T., & Nishinari, K. (2008). Structural, thermal and viscoelastic properties of potato starches. *Food Hydrocolloids*, 22(6), 979-988.

Souza, R. C., & Andrade, C. T. (2000). Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 10(1), 24-30.

Tian, Y., Li, Y., Xu, X., & Jin, Z. (2011). Starch retrogradation studied by thermogravimetric analysis (TGA). *Carbohydrate Polymers*, 84(3), 1165-1168.

Yanjie, X. U., Yining, Y. I. N. G., Shuhong, O. U. Y. A. N. G., Xiaoliang, D. U. A. N., Hui, S. U. N., Shukun, J. I. A. N. G., ... & Jinsong, B. A. O. (2018). Factors affecting sensory quality of cooked japonica rice. *Rice Science*, 25(6), 330-339.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Tamires dos Santos Pereira – 10%

Williane Silva Pinheiro – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Eliélson Rafael Barros – 10%

Cecília Elisa de Sousa Muniz – 10%

Moisés Sesion de Medeiros – 10%

Denise Silva do Amaral Miranda – 10%

Josilene de Assis Cavalcante – 10%