

Análise morfológica em flocos de arroz

Morphological analysis in rice flakes

Análisis morfológico en copos de arroz

Recebido: 31/10/2019 | Revisado: 01/11/2019 | Aceito: 02/11/2019 | Publicado: 07/11/2019

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

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

Luana Nascimento Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1725-7809>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: luana.nascimento25@hotmail.com

Ângela Maria Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7108-6890>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: angelamariasantiago01@gmail.com

Flávia Izabely Nunes Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8863-5526>

Faculdade SENAI da Paraíba, Brasil

E-mail: flavia_izabely@hotmail.com

Lucas Rodolfo Inácio da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3684-3117>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: rodolfo_i@hotmail.com

Elder Miguel Esperidião Silva Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-2378>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: eldermiguelborges@hotmail.com

Anna Paula Rocha de Queiroga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5505-061X>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: annapaula_rocha@hotmail.com

Resumo

O objetivo do presente artigo foi determinar o perfil morfológico dos flocos de arroz comercializados e produzidos na Paraíba-PB, verificando assim se a granulometria está dentro dos parâmetros de qualidade exigidos pela legislação. Foram coletadas e avaliadas quanto a morfologia 3 marcas diferentes de flocos de arroz, obtidas entre os meses de junho a agosto de 2019. As marcas foram codificadas a fim de preservar a identidade dos fabricantes, sendo identificadas no presente estudo pela numeração 1 a 3. As micrografias eletrônicas de varredura foram obtidas no microscópio Superscan (SSX-550) sob aceleração de 10 kV, com ampliação em 2000x. A análise granulométrica diferencial foi realizada através do peneiramento de 50 g de flocos de arroz, utilizado uma série de peneiras padronizadas na faixa de 9 a 100 Mesh. Os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais foram o de Gates-Gaudin-Schuhmann (GGS) e o de Modelo de Rosin-Rammler-Bennet (RRB). Os flocos de arroz possuem geometria poliédrica ou poligonal, onde todas as superfícies são multifacetadas, superfície lisa, sem rachadura ou cavidades, sendo possível perceber diferença no tamanho das partículas em relação aos fabricantes, no qual foi confirmado pela análise granulométrica. Apenas um dos fabricantes apresentou diâmetro de partícula adequada. Dentre os modelos matemáticos aplicados o de Rosin-Rammler-Bennet (RRB), foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais com coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,98.

Palavras-chave: Granulometria; Sem glúten; Controle de qualidade.

Abstract

The objective of this paper was to determine the morphological profile of rice flakes marketed and produced in Paraíba-PB, thus verifying if their grain size is within the quality parameters required by the legislation. Three different brands of rice flakes, collected from June to August 2019, were collected and evaluated for morphology. The marks were coded in order to preserve the manufacturers' identities, being identified in the present study by the numbering 1 to 3. Scanning electron micrographs were obtained on the Superscan microscope (SSX-550) under 10 kV acceleration with 2000x magnification. Differential particle size analysis was performed by sieving 50 g of rice flakes using a series of standardized sieves ranging from 9 to 100 mesh. The mathematical models adjusted to the experimental data were Gates-Gaudin-Schuhmann (GGS) and Rosin-Rammler-Bennet Model (RRB). The rice flakes have polyhedral or polygonal geometry, where all surfaces are multifaceted, smooth surface, without cracking or cavities, and it is possible to notice differences in particle size compared to manufacturers, which was confirmed by particle size analysis. Only one of the manufacturers had adequate particle diameter. Among the applied mathematical models, the Rosin-Rammler-Bennet (RRB) model was the best fit to the experimental data with determination coefficient (R^2) higher than 0.98.

Keywords: Granulometry; Without gluten; Quality control.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar el perfil morfológico de las hojuelas de arroz comercializadas y producidas en Paraíba-PB, verificando así si su tamaño está dentro de los parámetros de calidad requeridos por la legislación. Se recogieron y evaluaron la morfología de tres marcas diferentes de copos de arroz, recolectadas de junio a agosto de 2019. Las marcas se codificaron para preservar las identidades de los fabricantes, identificándose en el presente estudio con la numeración 1 a 3. Se obtuvieron micrografías electrónicas de barrido en el microscopio Superscan (SSX-550) con una aceleración de 10 kV con un aumento de 2000x. El análisis diferencial del tamaño de partícula se realizó tamizando 50 g de hojuelas de arroz usando una serie de tamices estandarizados que varían de 9 a 100 mallas. Los modelos matemáticos ajustados a los datos experimentales fueron Gates-Gaudin-Schuhmann (GGS) y el Modelo Rosin-Rammler-Bennet (RRB). Las hojuelas de arroz tienen geometría poliédrica o poligonal, donde todas las superficies son multifacéticas, de superficie lisa, sin grietas ni cavidades, y es posible percibir diferencias en el tamaño de partícula en comparación con los fabricantes, lo que se confirmó mediante análisis de tamaño de partícula. Solo uno de los

fabricantes tenía un diámetro de partícula adecuado. Entre los modelos matemáticos aplicados, el modelo Rosin-Rammler-Bennet (RRB) fue el que mejor se ajustó a los datos experimentales con un coeficiente de determinación (R^2) superior a 0,98.

Palabras clave: Granulometria; Sin gluten; Control de calidad.

1. Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas mais importantes, alimentando quase 1/3 da população mundial. Com a melhoria dos padrões de vida, os grãos integrais tornaram-se populares em países ocidentais e estão sendo gradualmente aceitos nos países em desenvolvimento (Komatsuzaki et al., 2007). No Brasil, o plantio do arroz foi introduzido em meados de 1540, espalhando-se posteriormente pelo litoral brasileiro, em especial no nordeste (Silva et al., 2003; Bassinelo & Castro, 2004; Castiglioni et al., 2006). O grão de arroz é composto por aproximadamente 20% de casca, 70% de endosperma e 10% de farelo e germe. O endosperma é formado por grânulos de amido, proteínas dentre outros constituintes, sendo subdividido em aleurona, subaleurona e amido. O integral, obtido após a retirada da casca, contém um alto teor de nutrientes (fibra alimentar, minerais e lipídios), porém possui baixa aceitabilidade devido à sua suscetibilidade à oxidação lipídica e tempo prolongado de cozimento, bem como aroma e sabor diferenciados. Já o arroz polido, como o próprio nome diz, passa por um processo de polimento através do atrito, que remove as camadas mais externas juntamente com seus nutrientes, sendo o mais consumido no Brasil (Hoseney, 1991; Vieira et al., 1999; Storck et al., 2005; Scussel et al., 2008; Guimarães, 2012).

Atualmente, vários produtos à base de arroz prontos para consumo são disponíveis no mercado. O uso do arroz em uma dieta sem glúten, pode ser utilizada como a melhor opção para pacientes celíacos (Prasad et al., 2010). O arroz em flocos é obtido após o processamento do arroz em casca e seu processamento posterior produz arroz em flocos de espessura muito baixa com peso relativamente menor e cor mais branca que o arroz em flocos normal. As propriedades físicas têm papel importante no design de vários equipamentos de processamento de alimentos para colheita, trilha, transporte, secagem, manuseio, aeração e armazenamento (Sahay & Singh, 2007; Mohsenin, 1970). Arroz floculado é uma rica fonte de carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais, fitoquímicos e aminoácidos essenciais, com exceção da lisina (Bhattacharya, 2011; Maisont & Narkrugsa, 2009). O arroz em flocos geralmente consumido como item de café da manhã, lanches e salgados é específico para determinadas regiões da Índia (Kumar & Prasad, 2013; Kumar et al., 2018).

O objetivo do presente artigo foi determinar o perfil morfológico dos flocos de arroz comercializados e produzidos na Paraíba-PB, verificando assim se a granulometria dos mesmos estão dentro dos parâmetros de qualidade exigidos pela legislação.

2. Metodologia

Foram coletadas e avaliadas quanto a morfologia 3 marcas diferentes de flocos de arroz, obtidas entre os meses de junho a agosto de 2019. As amostras foram identificadas a partir da visita em diferentes supermercados, localizados na cidade de Campina Grande – PB. As marcas foram codificadas a fim de preservar a identidade dos fabricantes, sendo identificadas no presente estudo pela numeração 1 a 3.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

O detalhamento da morfologia (MEV) dos flocos foi de acordo com a metodologia de Atrous et al., (2017) com modificações. Foram realizadas as seguintes etapas: amostras de arroz foram desidratadas a vácuo; pequena quantidade de grânulos foi aspergida sob fita metálica adesiva de dupla face e colocada sobre suportes metálicos cilíndricos. Outros lotes foram desidratados em secador de ponto crítico de CO (Fabricante SHIMADZU). Para conferir condutividade ao amido, todas as amostras foram recobertas com ouro em metalizador a vácuo. As micrografias foram obtidas no microscópio Superscan (SSX-550) sob aceleração de 10 kV, com ampliação em 2000x.

Análise granulométrica diferencial

A análise granulométrica foi realizada através do peneiramento de 50 g dos flocos de arroz, caracterizado pelas pesagens das peneiras com as frações por medidas diretas utilizando-se uma série de peneiras padronizadas na faixa de 9 a 100 Mesh, com agitador eletromagnético, fabricante Bertel, para peneiras redondas; o tempo total de cada análise foi de 10 minutos segundo metodologia descrita por Gusmão et al. (2016).

Foram aplicados dois modelos matemáticos Gates-Gaudin-Schuhmann (GGSE - Equação 1) e o Modelo de Rosin-Rammler-Bennet (RRB - Equação 3) para avaliar a distribuição do conjunto de partículas dos dois tipos de amido obtidos. Para obtenção dos

parâmetros dos modelos de distribuição granulométrica foi necessário realizar a linearização dos dois modelos (Equações 2 e 4, respectivamente).

Modelo matemático Gates-Gaudin-Schuhmann(GGS)

$$X_f = \left(\frac{a_n}{k_{GGS}} \right)^{I_{GGS}} \quad (1)$$

Em que:

X_f = fração mássica do material mais fino do que a abertura da peneira (kg/kg total);

a_n = é a abertura da peneira de ordem n (m);

K_{GGS} = parâmetro que representa o tamanho médio das partículas (μm);

I_{GGS} = parâmetro que representa a dispersão (adimensional), também chamado de derivada de Schuhmann;

Linearização do modelo de Gates-Gaudin-Schuhmann (GGS)

$$\ln X_f = I_{GGS} \ln \left(\frac{a_n}{K_{GGS}} \right) = I_{GGS} \ln a_n - I_{GGS} \ln K_{GGS} \quad (2)$$

Modelo matemático Rosin-Rammler-Bennet (RRB)

$$X_f = 1 - \exp \left[- \left(a_n / K_{RRB} \right)^{I_{RRB}} \right] \quad (3)$$

Em que:

K_{RRB} = parâmetro que representa o tamanho médio das partículas (μm);

I_{RRB} = parâmetro que representa a dispersão (adimensional);

Linearização do modelo de Rosin-Rammler-Bennet (RRB)

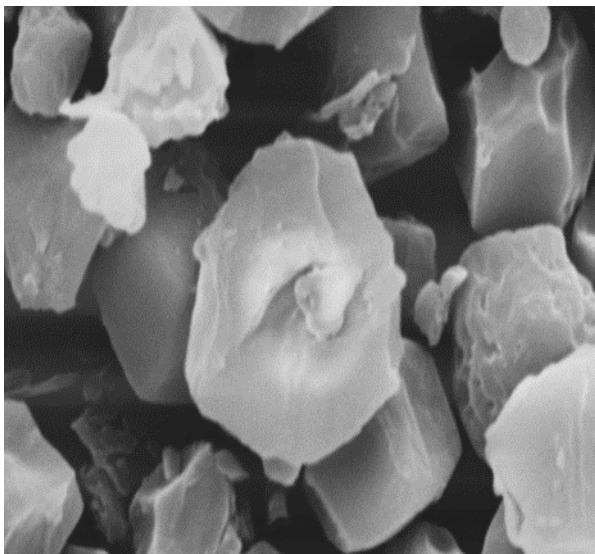
$$\begin{aligned} f &= 1 - \exp\left[-\left(\frac{a_n}{K_{RRB}}\right)^{I_{RRB}}\right] \\ 1 - X_f &= \exp\left[-\left(\frac{a_n}{K_{RRB}}\right)^{I_{RRB}}\right] \\ \ln(1 - X_f) &= -\left(\frac{a_n}{K_{RRB}}\right)^{I_{RRB}} \\ \ln(-\ln(1 - X_f)) &= I_{RRB} \ln\left(\frac{a_n}{K_{RRB}}\right) = I_{RRB} \ln a_n - I_{RRB} \ln K_{RRB} \end{aligned} \quad (4)$$

3. Resultados

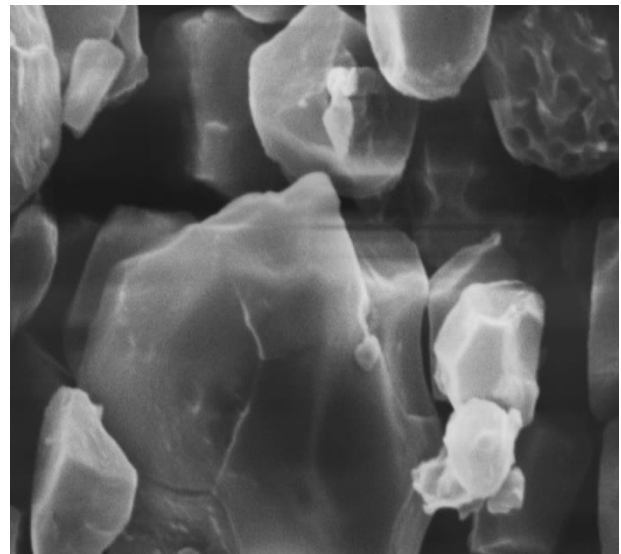
Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Na Figura 1 são mostradas as imagens da microscopia eletrônica de varredura dos flocos de arroz para os 3 fabricantes na ampliação de 2000 vezes.

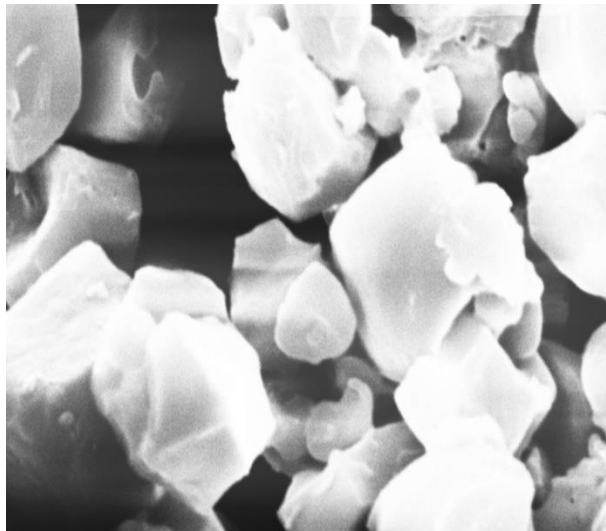
Figura 1- Morfologia dos flocos de arroz.



(1)



(2)



(3)

Fonte: Própria (2019).

Os flocos de arroz possuem geometria poliédrica ou poligonal, onde todas as superfícies são multifacetadas, superfície lisa, sem rachadura ou cavidades. Para as amostras dos fabricante 1 e 2 é possível perceber diferença no tamanho das partículas em relação ao fabricante 3. Fabian et al., (2011) encontraram a mesma geometria para o amido de farelo de arroz desengordurado. As diferenças no tamanho dos flocos pode ser devido ao processo de moagem do arroz. Zhang et al., (2014) também observaram a forma poliédrica no amido de arroz. É perceptível através das imagens do MEV que as técnicas de moagem variaram de acordo com os fabricantes, o que influencia diretamente no tamanho das partículas. Os flocos com pequenos grânulos tem melhor digestibilidade após o cozimento, devido à maior área superficial em relação ao volume (Salgado et al., 2005).

Análise granulométrica diferencial

Segundo Rosentrater e Evers (2017), as alterações que ocorrem como resultados das operações de moagem são observados 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. Na Tabela 1, estão apresentados os valores obtidos na análise granulométrica diferencial dos flocos de arroz.

Tabela 1- Análise granulométrica diferencial para os flocos de arroz

Fabricantes	Mesh (Tyler)	Massa da peneira vazia (g)	Massa da peneira com o produto (g)	Quantitativo de partículas (%)
1	9	404,30	412,20	15,80
	16	381,00	409,90	57,80
	32	359,10	365,50	12,8
	60	362,90	366,80	7,80
	80	353,40	354,20	1,6
	100	344,40	345,40	2,0
	REC	314,00	315,10	2,2
2	9	404,2	410,6	12,8
	16	380,9	406,7	51,6
	32	359,0	366,2	14,4
	60	362,8	368,4	11,2
	80	353,2	355,2	4,0
	100	344,3	345,5	2,4
	REC	313,9	315,7	3,6
3	9	404,3	413,71	18,82
	16	381	398,62	35,24
	32	359,1	375,82	33,44
	60	362,9	366,97	8,14
	80	353,3	353,65	0,7

100	344,4	344,73	0,66
REC	313,9	315,4	3,0

Fonte: Própria (2019).

Os resultados mostram que para as amostras de flocos de arroz o maior quantitativo de partículas ficou retido na peneira de 16 mesh, com valor de 57,8%; 35,24% e 51,6%, respectivamente para os fabricantes 1, 2 e 3. Na Tabela 2 é mostrado o diâmetro médio e as frações retidas em cada peneira, assim como a linearização desses parâmetros.

Tabela 2- Valores de fração mássica passante dos flocos de arroz.

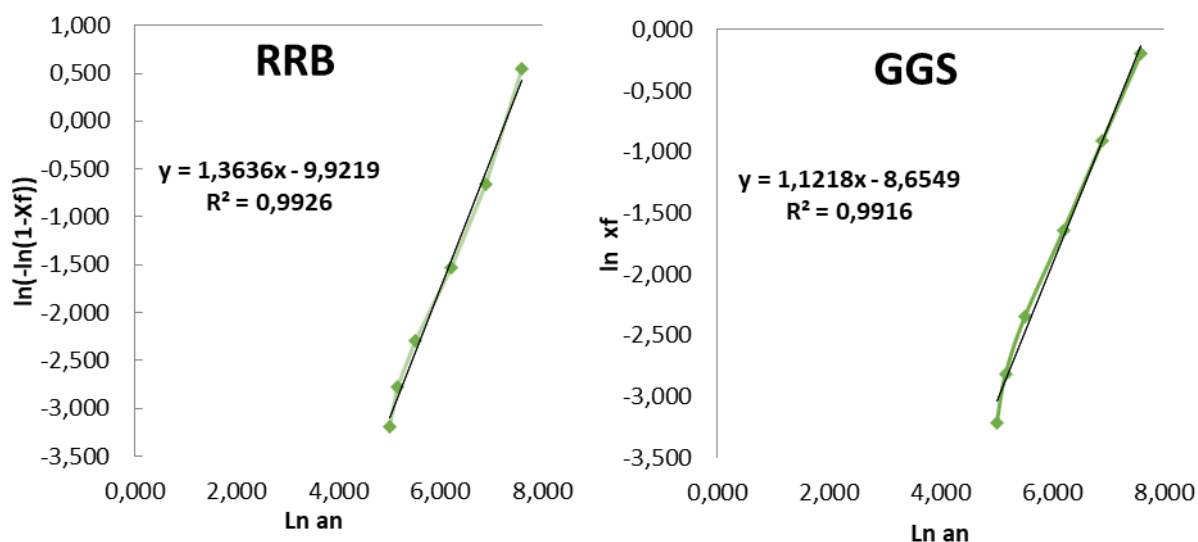
Fabricantes	Peneira (Mesh)	an médio (µm)	Xf			
			(g. g ⁻¹ total)	ln an	ln Xf	ln ((-ln(1-Xf))
1	9	1981	0,822	7,591	-0,196	1,726
	16	991	0,402	6,899	-0,911	0,514
	32	495	0,194	6,205	-1,640	0,216
	60	248	0,096	5,513	-2,343	0,101
	80	175	0,060	5,165	-2,813	0,062
	100	149	0,040	5,004	-3,219	0,041
	REC	0	-	-	-	-
2	9	1981	0,831	7,591	-0,185	1,778
	16	991	0,400	6,899	-0,915	0,511
	32	495	0,213	6,205	-1,545	0,240
	60	248	0,101	5,513	-2,297	0,106
	80	175	0,060	5,165	-2,807	0,062
	100	149	0,036	5,004	-3,318	0,037
	REC	0	-	-	-	-
3	9	1981	0,772	7,591	-0,258	1,479
	16	991	0,588	6,899	-0,530	0,888
	32	495	0,195	6,205	-1,637	0,216

3	60	248	0,073	5,513	-2,611	0,076
	80	175	0,047	5,165	-3,068	0,048
	100	149	0,030	5,004	-3,508	0,030
	REC	0	-	-	-	-

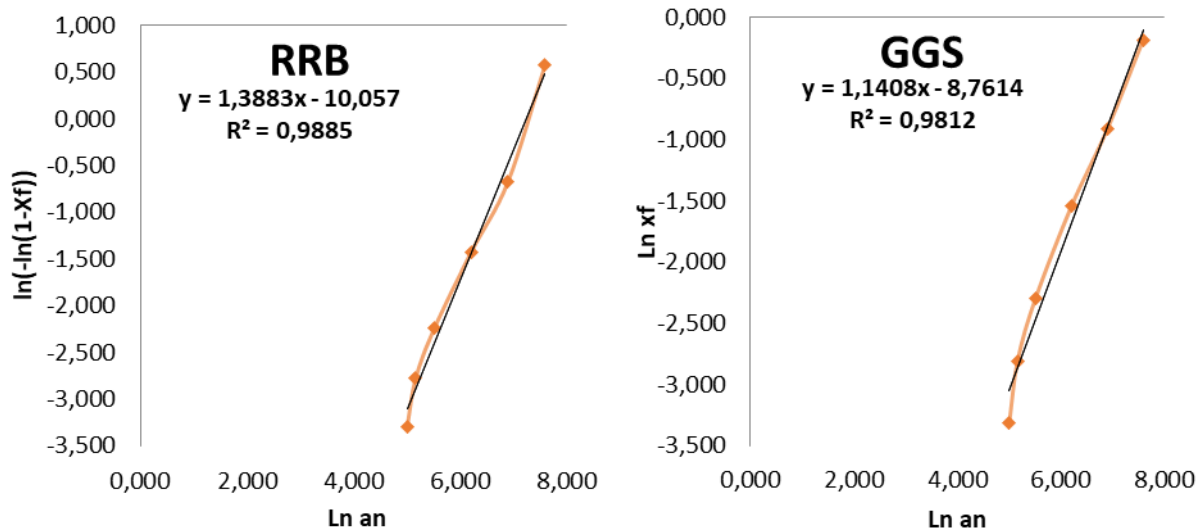
Fonte: Própria (2019).

A Figura 2 representa a comparação dos modelos matemáticos GGS e RRS para os 3 fabricantes e os coeficientes de determinação de cada reta após a linearização dos modelos RRB e GGS.

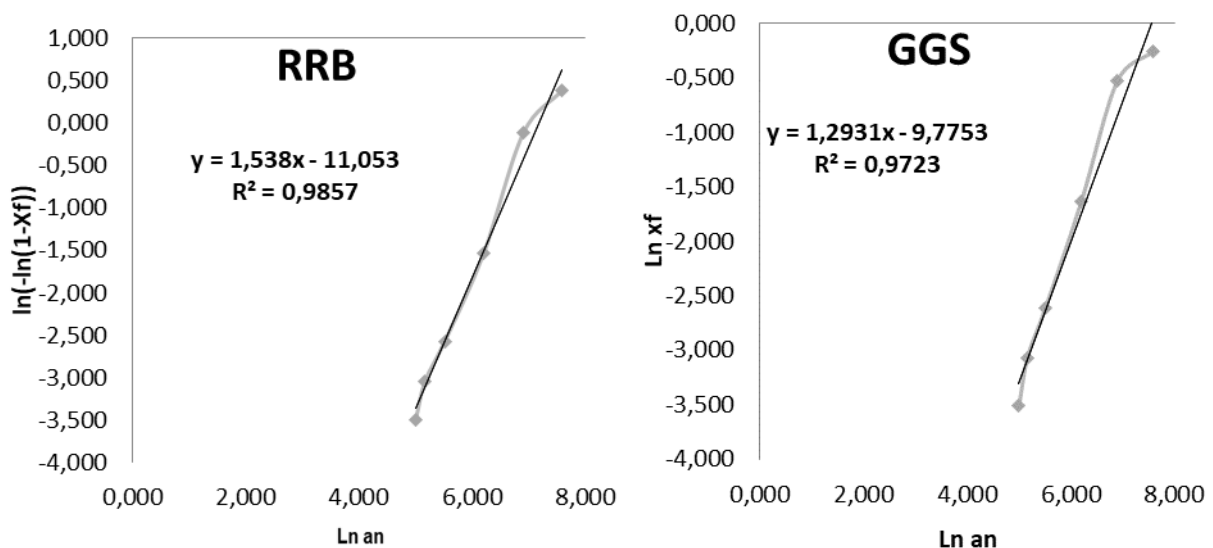
Figura 2 - Gráfico dos modelos RRB e GGS para os fabricantes de flocos de arroz.



(1)



(2)



(3)

Fonte: Própria (2019).

O modelo que melhor se ajustou aos dados da granulometria para os flocos de arroz foi o de RRB com um valor de R^2 igual a 0,9926 para o fabricante 1, 0,9885 para o fabricante 2 e 0,9857 para o fabricante 3, como mostrado nas Figuras 2. Linearizando o modelo obtemos o valor de K_{RRB} para 32 mesh que representa o diâmetro médio das partículas de respectivamente 1539,57, 1381,618 e 1341,58 μm , o que diferiu do diâmetro médio das

partículas encontrado de forma experimental 991 μm , que representa o valor da abertura da peneira onde ficou retida maior quantidade de amostra (16 Mesh), principalmente o produto do fabricante 1.

O I_{RRB} representa o ângulo de inclinação da reta no gráfico em que nos dá o valor de 1,352; 1,391 e 1,535 para 32 mesh. Com o auxílio da equação da reta no gráfico de RRB teremos que:

$$-IRRB \cdot \ln(KRRB) = -9,9219 \quad (1)$$

$$-IRRB \cdot \ln(KRRB) = -11,053 \quad (2)$$

$$-IRRB \cdot \ln(KRRB) = -10,057 \quad (3)$$

O modelo GGS obteve segundo a Figura 1 o coeficiente de determinação (R^2) inferior ao modelo RRB e significativos para os dados de granulometria para os fabricantes 1 e 3. O mesmo foi encontrado por Almeida et al., 2020 para a farinha da casca de jabuticaba. Na produção de farinha 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).

4. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que foi perceptível a diferença na morfologia dos flocos de arroz para os diferentes fabricantes, este parâmetro serve como controle de qualidade do produto que está sendo oferecido ao consumidor, visto que uma granulometria fina não pode ser considerada como floco. Apenas um dos fabricantes apresentou diâmetro de partícula adequada. Dentre os modelos matemáticos aplicados o de Rosin-Rammler-Bennet (RRB), foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais com coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,98.

No entanto, como sugestões de trabalhos futuros pode ser realizado o estudo da digestibilidade e da hidratação em diferentes solventes de cada fração em relação a

granulometria dos flocos, assim como a sua aplicação em produtos de panificação tendo como alvo o consumidores celíacos.

Referências

Almeida, R. L. J., Santos, N. C., Pereira, T. S., Barros, E. R., Cabral, M. B., Luiz, M. R., Souza, N. C., Silva, V. M. A., Santos, S. B. F., & Amorim, F. V. (2020). Análise granulométrica diferencial da farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg). *Research, Society and Development*, 9(1).

Atrous, H., Benbettaieb, N., Chouaibi, M., Attia, H., & Ghorbel, D. (2017). Changes in wheat and potato starches induced by gamma irradiation: A comparative macro and microscopic study. *International Journal of Food Properties*, 20(7), 1532-1546.

Bassinello, P. Z., & Castro, E. D. M. (2004). Arroz como alimento. *Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Bhattacharya, K. R. (2011). Product-making quality of rice. *Rice quality: a guide to rice properties and analysis*, 298-336.

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.

Castiglioni, G. L., Dors, G. C., & Augusto-Ruiz, W. (2006). Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. *VETOR-Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, 16(1), 63-67.

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.

Guimarães, F. I. T. *Farinha pré-gelatinizada de arroz na formulação de sobremesa instantânea*. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Engenharia de alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

Gusmão, R. P., Cavalcanti-Mata, M. E. R. M., Duarte, M. E. M., & Gusmão, T. A. S. (2016). Particle size, morphological, rheological, physicochemical characterization and designation of minerals in mesquite flour (*Proposis juliflora*). *Journal of Cereal Science*, 69, 119-124.

Hoseney, R. C. (1991). *Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales*.

Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N., & Kimura, T. (2007). Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 556-560.

Kumar, S., & Prasad, K. (2013). Effect of paddy parboiling and rice puffing on physical, optical and aerodynamic characteristics. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(8), 765-770.

Kumar, S., Haq, R. U., & Prasad, K. (2018). Studies on physico-chemical, functional, pasting and morphological characteristics of developed extra thin flaked rice. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 259-267.

Maisont, S., & Narkrugsa, W. (2009). Effects of some physicochemical properties of paddy rice varieties on puffing qualities by microwave “original”. *Kasetsart J*, 43, 566-575.

Mohsenin, N. N. (1970). Physical properties of plant and animal materials. Vol. 1. Structure, physical characteristics and mechanical properties. *Physical properties of plant and animal materials. Vol. 1. Structure, physical characteristics and mechanical properties.*, 1.

Prasad, K., Prakash, P., & Prasad, K. K. (2010). Rice based functional cookies for celiac: Studies on its formulation. *LAP Lambert Academic Publishing: Saarbrücken*, 128.

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

Sahay, K. M., & Singh, K. K. (1996). *Unit operations of agricultural processing*. Vikas Publishing House Pvt. Ltd.

Salgado, S. M., Guerra, N. B., Andrade, S. A. C., & Livera, A. V. S. (2005). Caracterização físico-química do grânulo do amido do feijão caupi. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(3), 525-530.

Scussel, V., Rocha, M., Lorini, I., Sabino, M., Rosa, C., & Carvajal, M. (2008). *Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de grãos II*.

Silva, F. S., Corrêa, P. C., Goneli, A. L. D., Ribeiro, R. M., & JÚNIOR, P. (2003). Efeito do beneficiamento nas propriedades físicas e mecânicas dos grãos de arroz de distintas variedades. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 5(1), 33-41.

Storck, C. R., Silva, L. P. D., & Comarella, C. G. (2009). Influência do processamento na composição nutricional de grãos de arroz. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 16(3), 259-264.

Vieira, N. D. A., Santos, A. D., & Sant'Ana, E. P. (1999). *A cultura do arroz no Brasil. EMBRAPA-CNPAP*.

Zhang, Y., Liu, W., Liu, C., Luo, S., Li, T., Liu, Y., & Zuo, Y. (2014). Retrogradation behaviour of high-amylose rice starch prepared by improved extrusion cooking technology. *Food chemistry*, 158, 255-261.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Tamires dos Santos Pereira – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Luana Nascimento Silva – 10%

Ângela Maria Santiago – 10%

Flávia Izabely Nunes Moreira – 10%

Lucas Rodolfo Inácio da Silva – 10%

Elder Miguel Esperidião Silva Borges – 10%

Anna Paula Rocha de Queiroga – 10%

