

Obtenção de batata-doce em pó em leito de jorro e influência da temperatura de secagem nas propriedades físico-químicas
Obtaining powdered sweet potato in spouted bed and influence of drying temperature on physicochemical properties
Obtención de batata en polvo en lecho echado e influencia de la temperatura de secado en las propiedades fisicoquímicas

Recebido: 28/02/2020 | Revisado: 03/03/2020 | Aceito: 11/03/2020 | Publicado: 20/03/2020

Raphael Lucas Jacinto Almeida

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

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

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

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@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

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6286-5403>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: victor_herbert@hotmail.com

Márcia Ramos Luíz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3999-3719>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: marciarluiz@yahoo.com.br

Eliélson Rafael Barros

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

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: elielsnrafael@gmail.com

Jaqueline Siqueira Nunes

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9980-1702>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: jaquelinenunes_16@hotmail.com

Aisla Rayanny Barbosa do Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9192-6500>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: aisla_rayanny10@hotmail.com

Josilene de Assis Cavalcanti

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

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: josy_cavalcante@yahoo.com.br

Hilda Camila Nascimento Nogueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-1537-2802>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: hildacamila@hotmail.com

Resumo

O presente estudo teve como objetivo obter a farinha da batata-doce através do processo de secagem por atomização, em leito de jorro e avaliar o efeito das temperaturas utilizadas nas suas propriedades físico-químicas. A batata-doce foi submetida ao processo de secagem em leito de jorro nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, vazão do ar no bico atomizador de 3,0 m³/min e vazão de alimentação da bomba de 2,7 ml/min. A batata-doce *in natura* e as farinhas obtidas foram caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: umidade, sólidos totais, atividade de água (a_w), cinzas, lipídeos, carboidratos, pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e *ratio* (SST/ATT cinzas quando se teve aumento da temperatura de secagem. A secagem possibilitou redução no teor de umidade, atividade de água da batata-doce *in natura* garantindo uma maior vida de prateleira do produto. Houve). O batata-doce *in natura* apresentou alto teor de umidade de 69,48% e aumento nos teores de diferenças estatísticas significativas entre as temperaturas utilizadas com relação aos parâmetros físico-químicos. No entanto, a temperatura de 80 °C possibilitou o maior valor de sólidos solúveis totais, *ratio* (SST/ATT) e carboidratos totais evidenciando o potencial tecnológico do produto em pó.

Palavras-chave: Atomização, Conservação, Fibras.

Abstract

The present study aimed to obtain the sweet potato flour through the spray drying process, in a spouted bed and to evaluate the effect of the temperatures used on its physical-chemical properties. The sweet potato was submitted to the spouting bed drying process at temperatures of 50, 60 and 70 °C, air flow in the atomizing nozzle of 3.0 m³/min and pump flow rate of 2.7 ml/min. The fresh sweet potatoes and the flours obtained were characterized according to the following physical-chemical parameters: humidity, total solids, water activity (aw), ash, lipids, carbohydrates, pH, total titratable acidity (ATT), total soluble solids (SST) and ratio (SST/ATT) ash when there was an increase in the drying temperature. The drying allowed a reduction in the moisture content, water activity of fresh sweet potatoes, guaranteeing a longer shelf life of the product. There was). The sweet potato in natura showed a high moisture content of 69.48% and an increase in the contents of statistically significant differences between the temperatures used in relation to the physical-chemical parameters. However, the temperature of 80 °C enabled the highest value of total soluble solids, ratio (SST/ATT) and total carbohydrates, showing the technological potential of the powder product.

Keywords: Atomization, Conservation, Fibers.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo obtener la harina de batata a través del proceso de secado por aspersión, en un lecho vertido y evaluar el efecto de las temperaturas utilizadas en sus propiedades físico-químicas. La batata se sometió al proceso de secado del lecho de salida a temperaturas de 50, 60 y 70 °C, flujo de aire en la boquilla atomizadora de 3.0 m³/min y caudal de la bomba de 2.7 ml/min. Las batatas frescas y las harinas obtenidas se caracterizaron de acuerdo con los siguientes parámetros físico-químicos: humedad, sólidos totales, actividad del agua (aw), cenizas, lípidos, carbohidratos, pH, acidez total enlosable (ATT), sólidos solubles totales (SST) y relación (cenizas SST/ATT cuando hubo un aumento en la temperatura de secado. El secado permitió una reducción en el contenido de humedad, la actividad del agua de las batatas frescas, garantizando una vida útil más larga del producto. Hubo). La batata in natura mostró un alto contenido de humedad del 69,48% y un aumento en el contenido de diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas utilizadas en relación con los parámetros físico-químicos. Sin embargo, la temperatura de 80 °C permitió el valor más alto de sólidos solubles totales, relación (SST/ATT) y carbohidratos totales, lo que muestra el potencial tecnológico del producto en polvo.

Palabras clave: Atomización, Conservación, Fibras.

1. Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é um dos produtos hortícolas mais conhecido e importante em todo o mundo. Pois, apresenta custo de produção relativamente baixo e retorno elevado sendo matéria prima para obtenção de álcool, amido, pães, doces, farinhas, flocos e féculas (Santos et al., 2009; Ferreira et al., 2019). Esse tipo de tubérculo tornou-se foco da pesquisa devido a uma reivindicação diversificada de valores nutricionais e de promoção da saúde, adequados para a dieta humana e a alimentação animal. Além disso, a acessibilidade, abundância, boa fonte de carboidratos e o uso significativo de seus subprodutos no processamento de alimentos e aplicações industriais os colocam como um produto importante na cadeia de suprimentos da indústria de alimentos (Sanchez et al., 2020).

Devido à alta perecibilidade deste tipo de tubérculo, deve-se utilizar algum tipo de processamento para que o mesmo tenha uma maior vida útil. Uma das formas de minimizar a perda de alimentos perecíveis é através da sua secagem (Silva et al., 2019). A secagem é o método de preservação mais comum e amplamente aplicado para produzir frutas e legumes secos. Isso ocorre porque retarda sua deterioração devido à atividade microbiana, removendo água da mesma sem causar perda física, nutricional e sensorial significativa se a secagem for realizada em condições operacionais apropriadas (Veloso et al., 2019).

E a secagem em leito de jorro com partículas inertes é considerado uma técnica de secagem alternativa flexível para a produção de pós a partir de alimentos líquidos e pastosos, devido aos seus custos mais baixos e às exigências de temperatura mais baixas, quando comparado ao popular secador de spray (Dantas et al. 2017). No entanto, segundo Brito et al. (2018) o leito de jorro também fornece altas taxas de transferência de calor e massa, devido ao alto grau de mistura entre as fases e à alta taxa de recirculação do sólido.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo obter a farinha da batata-doce através do processo de secagem por atomização, em leito de jorro e avaliar o efeito das temperaturas utilizadas nas suas propriedades físico-químicas.

2. Metodologia

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) foi adquirida na feira livre da cidade de Campina Grande-PB. No laboratório as mesmas foram selecionadas manualmente, de forma a eliminar

as raízes em estágio de maturação avançada e danos físicos; em seguida foram submetidos à lavagem em água corrente e logo após, realizada a sanitização, imergindo-se as mesmas em recipiente contendo solução de hipoclorito de sódio com concentração de 200 ppm, durante 15 min, e por fim enxaguadas em água corrente para retirar o excesso da solução de hipoclorito.

Após sanitização as batatas-doces com cascas foram cortadas em geometrias não definidas com auxílio de uma faca doméstica e foram submetidas ao processo de branqueamento a vapor, seguido de um resfriamento para evitar o excesso de calor.

Para obtenção do extrato, as batatas-doces já cortadas e branqueadas foram trituradas em um liquidificador doméstico[®], a separação dos resíduos sólidos do líquido foi feito com uso de uma peneira doméstica e em seguida passando-se a mistura em uma malha de organza.

Para secagem do extrato foi utilizado um leito de jorro com temperatura variando entre 60, 70 e 80 °C, vazão do ar no bico atomizador de 3,0 m³/min e vazão de alimentação da bomba de 2,7 ml/min.

A batata-doce *in natura* e as farinhas obtidas foram caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: umidade por secagem em estufa a 105 °C até peso constante; sólidos totais por diferença (100- umidade); atividade de água (a_w) foi determinada usando o dispositivo Decagon® Aqualab CX-2T a 25 °C; cinzas por incineração em mufla; o teor de proteína total foi quantificado pelo método de Micro-Kjeldahl, que consistiu na determinação do nitrogênio total, de acordo com a metodologia descrita por Brasil (2008); pH com leitura direta no medidor de pH digital, a acidez total titulável (ATT) determinada por titulometria, sólidos solúveis totais (SST) por leitura direta em refratômetro e *ratio* (SST/ATT) segundo Brasil (2008); lipídeos pelo método modificado de Blig e Dyer (1959); O teor total de carboidratos foi calculado por diferença para obter 100% da composição total (FAO, 2003).

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

Na Tabela 1 encontram-se os dados obtidos para as caracterizações físico-químicas da batata-doce *in natura* e das farinhas obtidas nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C.

Tabela 1 – Caracterização físico-química da batata-doce *in natura* e das farinhas obtidas.

Parâmetros	Tratamentos				CV (%)
	<i>In natura</i>	60 °C	70 °C	80 °C	
Umidade (%)	69,48a	6,34b	5,68b	4,48c	2,12
Sólidos totais (%)	30,52c	93,66b	94,32b	95,52a	0,58
Atividade de água (a_w)	0,995a	0,181b	0,153c	0,140d	0,85
Cinzas (%)	0,98d	1,23c	1,44b	1,78a	2,92
Lipídeos (%)	0,26a	0,40a	0,38a	0,45a	3,62
Proteínas (%)	1,17a	0,98b	0,83bc	0,68c	6,61
Carboidratos (%)	28,11c	91,05b	91,67ab	92,61a	0,60
pH	6,17b	6,25b	6,48a	6,54a	1,27
ATT	1,18a	0,98b	0,85c	0,78c	3,82
SST	10d	21c	24b	27a	2,42
Ratio (SST/ATT)	8,47d	21,43c	28,23b	34,61a	4,16

Nota: Letras minúsculas iguais sobrescritas na mesma coluna não diferem significativamente no tempo de armazenamento estudado quando aplicado o de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade; ATT- Acidez Total Titulável; SST – Sólidos Solúveis Totais; CV – coeficiente de variação. Fonte: Própria (2020).

O batata-doce *in natura* apresentou alto teor de umidade de 69,48%. No entanto, o valor encontrado para ambas as farinhas se encontram dentro do valor máximo estipulado pela legislação (BRASIL, 2005) para farinhas, que é de 15,0%. Estatisticamente as farinhas

obtidas a 60 e 70 °C não diferiram significativamente entre si, no qual houve uma redução do teor de umidade de 65% entre a amostra *in natura* e a farinha obtida a 80 °C. Silva et al. (2017), ao aplicarem o processo de secagem convectiva em fatias de beterraba sem casca nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C obtiveram valores de umidade de 11,1%, 9,87% e 8,42%, respectivamente.

Verificou-se que, a quantidade de sólidos totais foi maior quando utilizada temperaturas mais altas, apresentando 95,52% na temperatura de 80 °C. Tal crescimento é causado pela redução no teor de água, no entanto, estatisticamente as farinhas obtidas a 60 e 70 °C não diferiram significativamente entre si.

Em relação a atividade de água (a_w) a batata-doce *in natura* apresentou elevado valor (0,995). De acordo com Almeida et al. (2020) altos valores de teor de umidade associados a níveis elevados de atividade de água (a_w) afetam diretamente a estabilidade do produto, possibilitando a ocorrência de processos de contaminação. As farinhas obtidas apresentaram valores reduzidos deste parâmetro sendo inferior a 0,2 e diferindo estatisticamente entre as temperaturas aplicadas. Castro et al. (2017) ao determinarem a atividade de água (a_w) em farinhas de taro obtidas em leito de jorro nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C, obtiveram valores de 0,16, 0,15 e 0,10, respectivamente.

Observou-se aumento nos teores de cinzas quando se teve aumento da temperatura de secagem, sendo o maior valor de 1,78% para temperatura de 80 °C. No entanto, estatisticamente as farinhas obtidas apresentaram diferenças significativas entre as temperaturas aplicadas com coeficiente de variação de 2,92%. Valores superiores ao do presente estudo foram obtidos por Basetto et al. (2011) ao utilizarem a temperatura de 100 °C para obtenção da farinha de beterraba que apresentou teor de cinzas de 6,71%.

Para o teor de lipídeos não foi observada diferença estatística significativa, sendo o maior valor 0,45% obtido para temperatura de 80 °C. Sá et al. (2018) ao determinarem o teor lipídico em farinhas de inhame e taro obtidas por secagem convectiva na temperatura de 60 °C, obtiveram valores de 0,08% e 0,10%, respectivamente. Segundo Santos et al. (2020) a determinação de lipídios torna-se importante, pois os lipídios desempenham papel importante na qualidade do alimento, contribuindo com atributos como textura, sabor e valor calórico.

Houve uma degradação no teor de proteínas com o aumento da temperatura de secagem. O teor de proteínas da farinha obtida a 70 °C não apresentou diferença estatística significativa com relação as farinhas obtidas a 60 e 80 °C. Valores superiores deste parâmetro foram observados por Garmun et al. (2009) ao analisarem farinhas obtidas através da casca da batata inglesa (2,5%).

Os resultados obtidos em relação ao teor de carboidrato totais foram de 91,05%, 91,67% e 92,61% para as temperaturas de 60, 70 e 80 °C, respectivamente. Apresentando diferença estatística significativa entre as temperaturas de 60 e 80 °C. Estes altos valores obtidos segundo Santos et al. (2020) estão relacionados ao teor de fibras totais, pois na análise de carboidratos totais estão incluso os teores de fibras, evidenciando que a farinha da batata-doce é um pó com alto teor de fibras.

Pode-se observar também na Tabela 1 os valores obtidos para os parâmetros de pH e da acidez total titulável (ATT), no qual, houve um aumento do pH ($6,0 < \text{pH} < 7,0$) e redução nos valores de acidez das farinhas obtidas. Para esses dois parâmetros as temperaturas de 70 e 80 °C não apresentaram diferenças estatísticas significativas. Sá et al. (2018) observaram valores de pH de 5,59 para farinha de inhame e de 6,06 para farinha de taro. Araújo et al. (2015), ao caracterizarem farinha de batata doce, observaram valores de acidez variando entre 0,64 e 0,52%.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) apresentou diferenças estatísticas significativas entre as temperaturas aplicadas. Havendo aumento nos valores desse parâmetro com o aumento da temperatura de secagem. A farinha obtida a 80 °C apresentou o maior teor (27 °Brix). De acordo com Lins et al. (2016) esse aumento ocorre pela diminuição do teor de água no meio, ocasionado por um aumento da precipitação de compostos que se encontravam originalmente em solução.

Segundo Chaves et al. (2004) e Araújo et al. (2017) a qualidade do produto final na agroindústria está relacionada ao teor de sólidos solúveis totais (SST), uma vez que produtos com alta concentração implicam em menor adição de açúcar para obtenção do produto final.

A relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) também apresentou aumento em seus valores com o aumento da temperatura de secagem. Esse aumento foi em decorrência ao aumento nos teores de sólidos solúveis totais e na redução dos valores de acidez total titulável. Estatisticamente os valores apresentaram diferenças significativas entre si.

4. Considerações finais

A secagem possibilitou redução no teor de umidade, atividade de água da batata-doce *in natura* garantindo uma maior vida de prateleira do produto. Além de apresentar facilidade de manuseio e armazenamento, visto que a validade do produto em pó é maior em comparação ao produto *in natura*. Houve diferenças estatísticas significativas entre as

temperaturas utilizadas com relação aos parâmetros físico-químicos. No entanto, a temperatura de 80 °C possibilitou o maior valor de sólidos solúveis totais, *ratio* (SST/ATT) e carboidratos totais evidenciando o potencial tecnológico do produto em pó. Como sugestões de trabalhos futuros, pode-se realizar as análises de fibras e amido como também avaliar todos os parâmetros analisados no decorrer do armazenamento durante 180 dias. Assim como aplicar a farinha obtida no desenvolvimento de um produto de panificação.

Referências

Almeida, R., Santos, N., Pereira, T., Silva, V., Cavalcante, J., Pinheiro, W., Ribeiro, V., Santos, I., Barros, E., & Muniz, C. (2020). Composição centesimal e comportamento reológico do extrato de aveia (*Avena sativa*). *Research, Society and Development*, 9(3), e31932329. Doi:10.33448/rsd-v9i3.2329

Araújo, C. S. P., de Andrade, F. H. A., Galdino, P. O., & de Caldas Pinto, M. D. S. (2015). Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha. *Agropecuária científica no semiárido*, 11(4), 33-41.

Araújo, K. T. A., da Silva, R. M., da Silva, R. C., de Figueirêdo, R. M. F., & de Melo Queiroz, A. J. (2017). Caracterização físico-química de farinhas de frutas tropicais. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 7(2), 110-115.

Basetto, R. Z., Samulak, R., Misugi, C. T., Barana, A. C., & Biancardi, C. R. (2011). Flour of beetroot residue usage like feature for cookies manufacture. *Revista Techonoeng*, 3 ed.

Brasil - Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. 1ª ed. Dgital, São Paulo, p.1020.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. *Ministério da Saúde*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_20, 5.

Brito, R. C., Sousa, R. C., Béttega, R., Freire, F. B., & Freire, J. T. (2018). Analysis of the energy performance of a modified mechanically spouted bed applied in the drying of alumina and skimmed milk. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 130, 1-10. Doi: 10.1016/j.cep.2018.05.014

Castro, D. S. D., Oliveira, T. K. B. D., Lemos, D. M., Rocha, A. P. T., & Almeida, R. D. (2017). Efeito da temperatura sobre a composição físico-química e compostos bioativos de farinha de taro obtida em leito de jorro. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20. Doi: /10.1590/1981-6723.6016

Chaves, M. C. V., Gomes, J. P., Almeida, F. A. C., Araújo, L., Cledimario, J., & Honorato, F. L. S. (2004). Caracterização físico-química do suco de acerola. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, 4(2).

Dantas, T. N. P., Moraes Filho, F. C., Souza, J. S., Oliveira, J. A. D., Rocha, S. C. D. S., & Medeiros, M. D. F. D. D. (2017). Study of model application for drying of pulp fruit in spouted bed with intermittent feeding and accumulation. *Drying Technology*, 36(11), 1349-1366. Doi: 10.1080/07373937.2017.1402785

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *Food Energy: Methods of Analysis and Conversion Factors*. Report of a Technical Workshop; Food and Nutrition Paper Volume 77; FAO: Rome, Italy.

Ferreira, E. A., Pereira, G. A. M., Alves, D. P., Agazzi, L. R. A., Silva, D. V., & de Andrade Júnior, V. C. (2019). Capacidades fisiológicas e produção de matéria seca de acessos de batata-doce batata-doce. *Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas*, 28(4), 493-504.

Folch, J., Less, M., & Stanley, S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(497).

Garmus, T. T., Bezerra, J. R. M. V., Rigo, M., & Cordova, K. R. V. (2009). Elaboration of cookie with potato skin flour (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 3(2), 56-65.

Lins, A. D. F., da Silva, F. B., Nunes, J. S., Rocha, A. P. T., & de Araújo, G. T. (2016). Influência da temperatura de secagem em leite de jorro sob as características físico-químicas do repolho roxo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(2), 05-08.

Sá, A. R. A., Lima, M. B., Garcia, E. I., Mendes, M. L. M., & de Omena Messias, C. M. B. (2018). Caracterização físico-química e nutricional de farinhas obtidas de inhame (*Dioscorea spp.*) e taro (*Colocasia esculenta*) comercializados em Petrolina-PE. *Saúde (Santa Maria)*, 3(44). Doi: 10.5902/22365834333647

Sanchez, P. D. C., Hashim, N., Shamsudin, R., & Mohd Nor, M. Z. (2020). Applications of imaging and spectroscopy techniques for non-destructive quality evaluation of potatoes and sweet potatoes: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 208–221. Doi:10.1016/j.tifs.2019.12.027

Santos, M. C., Nussio, L. G., Mourão, G. B., Schmidt, P., Mari, L. J., Ribeiro, J. L., ... & Toledo Filho, S. G. D. (2009). Nutritive value of sugarcane silage treated with chemical additives. *Scientia Agricola*, 66(2), 159-163.

Santos, N., Almeida, R., Pereira, T., Queiroga, A., Silva, V., Amaral, D., Almeida, R., Ribeiro, V., Barros, E., & Silva, L. (2020). Modelagem matemática aplicada a cinética de secagem das cascas de pitomba (*Talisia esculenta*). *Research, Society and Development*, 9(2), e46921986. Doi:10.33448/rsd-v9i2.1986

Silva, V. M. A., Ribeiro, V. H. A., Santos, N. C., Barros, S. L., Nascimento, A. P. S., & Almeida, R. L. J. (2019). Obtenção e caracterização físico-química da farinha de beterraba em diferentes temperaturas. In: Francisco et al. (Org.). *Caderno de Ciência Pesquisa e Inovação. EPGRAF*, 1(1), 97-106.

Veloso, Y. M. S., de Almeida, M. M., de Alsina, O. L. S., Passos, M. L., Mujumdar, A. S., & Leite, M. S. (2019). Hybrid phenomenological/ANN-PSO modelling of a deformable material in spouted bed drying process. *Powder Technology*. Doi: 10.1016/j.powtec.2019.12.047

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida -10%

Newton Carlos Santos -10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva -10%

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro -10%

Márcia Ramos Luíz -10%

Eliélson Rafael Barros -10%

Jaqueline Siqueira Nunes -10%

Aisla Rayanny Barbosa do Nascimento -10%

Josilene de Assis Cavalcanti -10%

Hilda Camila Nascimento Nogueira -10%