



SECAGEM DA MALTODEXTRINA E SEUS IMPACTOS NA DENSIDADE APARENTE DO PRODUTO

S. K. IKEDA¹, J. R. D. FINZER²

^{1,2} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

RESUMO –As maltodextrinas são produtos da hidrólise parcial do amido e têm sido largamente usadas em muitos tipos de alimentos processados. São classificadas de acordo com o grau de hidrólise do amido e possuem várias propriedades funcionais, como doçura, solubilidade e viscosidade. Também, consiste em um produto de aplicabilidade ampla como suplementos energéticos. A variação da densidade final do produto, pode não atender a especificação de empresas consumidoras. Isto ocasiona problemas no armazenamento do produto acabado, ocasionando possível risco de segurança. O produto não ficará adequadamente posicionado nos paletes ou ocorre avaria de produtos e embalagens devido ao armazenamento inadequado. Isto gera perdas para a empresa na expedição de produtos e pode ocasionar devoluções. A decisão de dirigir a pesquisa atual para o controle de qualidade de maltodextrina, amadureceu após a constatação de que a densidade final do produto é fundamental na comercialização a aplicações diversas do material. Este trabalho tem por objetivo verificar a influência dos parâmetros de processo de secagem em spraydryer na densidade aparente da maltodextrina em seis lotes. Procurou-se buscar uma relação ou influência dos parâmetros de processo na densidade aparente do produto final. Após a avaliação identificou-se que a variação de vácuo no spray dryer acarretou em desvios na densidade final do produto.

1. INTRODUÇÃO

A evolução na operação de secagem é gradativa e contínua, pois são muitos produtos agroindustriais que são comercializados com reduzida porcentagem de água, como no caso de maltodextrinas. O princípio de operação de um secador por atomização sob vácuo pode ser subdividido em três etapas que ocorrem dentro da câmara de secagem, mantida na pressão por exemplo de 27 kPa, conforme mostrado no volume de controle (C.V) em torno do atomizador da Figura 1. Análises comparativas quanto aos aspectos físicos das partículas de maltodextrina produzidas na secagem sob vácuo comparada com a convencional, as primeiras partículas, mantidas as outras condições operacionais constantes, apresentaram maior teor de umidade e menor tempo de umidificação. As alterações morfológicas causadas pelo vácuo e podem ser interessantes para aplicações tecnológicas (Ramos et., 2019).

As maltodextrinas são, por definição, amido hidrolizado formado por unidade de α -D-glicose unidas, principalmente, por ligações glicosídicas α -1 \rightarrow 4. Comercialmente, são produzidas a partir de amido nativo por meio de hidrólise parcial, purificação e secagem por pulverização. Ao contrário dos amidos



naturais, as maltodextrinas são solúveis em água, conveniência que auxiliou sua apreciação pela indústria alimentícia, onde são utilizadas como modificador de textura, gelificante, substituto de gordura, intensificadores de volume, crioprotetores e para prolongar a vida útil do produto, principalmente como matriz de encapsulamento (Takeiti et al., 2020). As maltodextrinas podem se apresentar como um pó branco ou soluções concentradas, sendo classificadas como ingrediente geralmente reconhecido como seguro (Storz e Steffens; 2004).

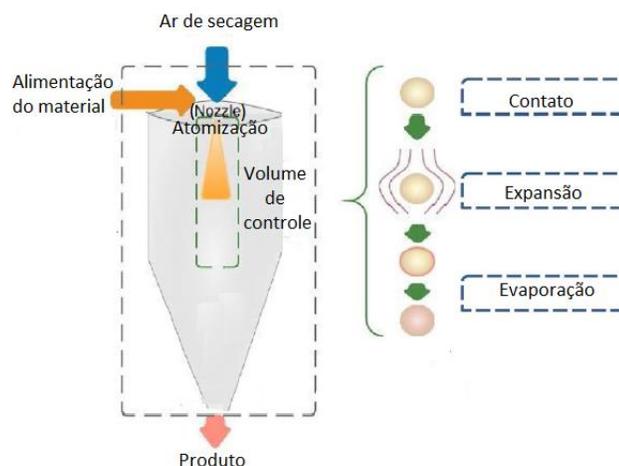


Figura 1- Esquema das correntes em um secador por atomização operando a vácuo (Ramos et., 2019).

A secagem por atomização “spray dryer”, vem sendo utilizada há décadas, com descrições que datam de 1860 e oficialização da primeira patente no ano de 1872. A amostra utilizada na alimentação está em solução, suspensão, emulsão ou na forma de pasta. Com uso de uma bomba, a amostra é transportada até um atomizador que transforma o líquido em pequenas gotículas que entram em contato com o ar aquecido no interior da câmara de secagem. O ar aquecido remove a água da gotícula, resultando em um pó fino, do produto, que é separado em ciclone e é acondicionado em um coletor (Azeredo, 2004; Keshani et al., 2015).

A decisão de dirigir a pesquisa atual para o controle de qualidade de maltodextrina, amadureceu após a constatação de que a densidade aparente do produto é fundamental na comercialização a aplicações diversas do material.

A variação da densidade final do produto, pode não atender a especificação de empresas consumidoras. Isto ocasiona problemas no armazenamento do produto acabado, ocasionando possível risco de segurança. O produto não ficará adequadamente posicionado nos paletes ou ocorre avaria de produtos e embalagens devido ao armazenamento inadequado. Isto gera perdas para a empresa na expedição de produtos e pode ocasionar devoluções.



O objetivo desta pesquisa foi estudar as características de maltodextrina na secagem por atomização (spray dryer) e do produto acabado analisando três lotes de maltodextrina sem desvio de densidade aparente e três lotes de maltodextrina com desvio de densidade aparente.

2. FABRICAÇÃO DE MALTODEXTRINA

A hidrólise enzimática do amido é o método mais adequado para produzir maltodextrina. Se uma suspensão aquosa de amido for aquecida a certa temperatura, as partículas de amido começam a se expandir e perdem a cristalinidade, ocorrendo a gelatinização. A pasta é liquefeita e a enzima de sacarificação é adicionada. Teoricamente, quando o valor DE é inferior a 20%, ou seja, o teor de açúcar redutor é inferior a 20%, o produto é denominado maltodextrina. Após a sacarificação, é necessária uma filtração. Segue-se a clarificação usando carvão ativado ou trocadores de íons. Finalmente o secador por atomização seca a maltodextrina transformando-a na forma de pó, ver a Figura 2 (Changzhou, 2016).

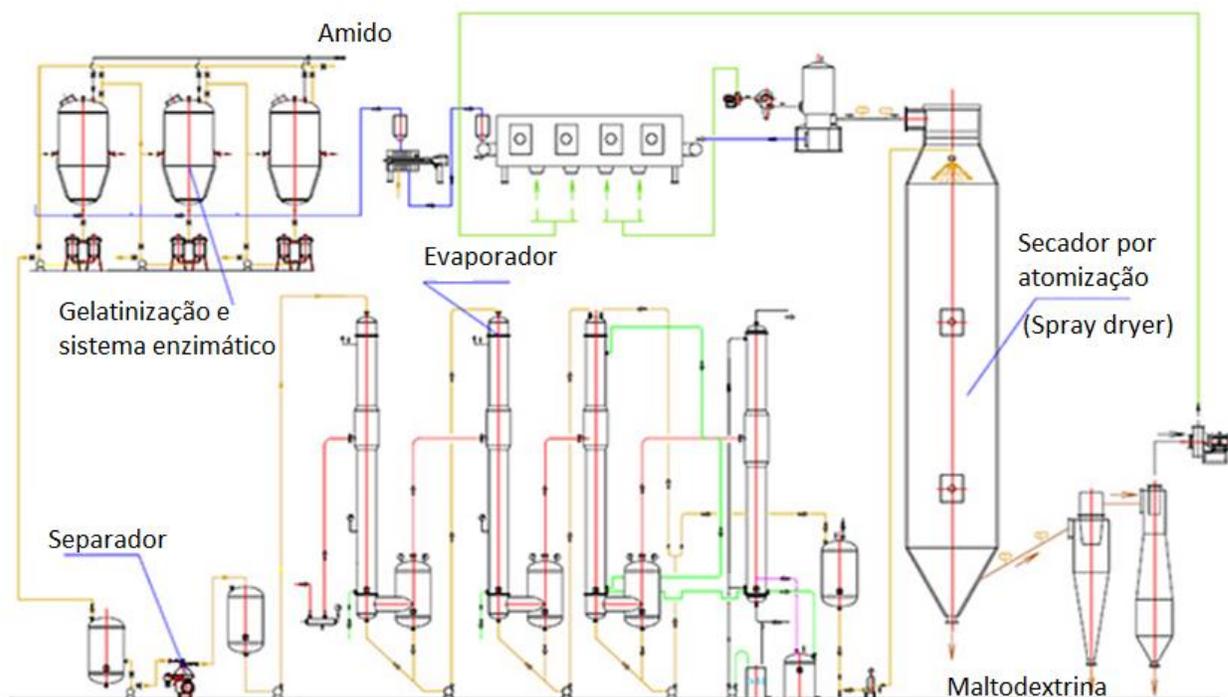


Figura 2 – Processo de fabricação de maltodextrina.



3. MATERIAL E MÉTODOS

O produto maltodextrina é analisado e deve apresentar característica conforme os parâmetros e limites de qualidade, descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação da Maltodextrina

<i>Parâmetro</i>	<i>Valor</i>
Umidade (% bu)	Máx 5,00
pH	4,5 a 5,5
DS (%)	Mín: 95,00
DE (%)	17,00 a 19,90
Densidade aparente (kg.m ⁻³)	Alto: 470

(DS, porcentagem de sólidos; DE, dextrose equivalente).

Os testes realizados neste estudo estão citados a seguir:

- pH, usando pHmetro digital de bancada, de marca Gehaka, modelo PG 2000, calibrado com solução tampão de pH 4 e pH 7. Pesa-se 10 g de amostra em um béquer, adiciona-se 90 ml de água destilada. Agita-se esta solução até que esteja totalmente dissolvida. Realiza-se a leitura de pH.
- Densidade aparente, A determinação da densidade aparente (g·L⁻¹) é realizada com a homogeneização da amostra e medida em uma proveta calibrada de 100 mL. A proveta com o produto têm massa m_2 e a proveta vazia m_1 .

$$\rho = (m_2 - m_1) \cdot \frac{1000}{100 \text{ mL}}$$

- Dextrose equivalente (DE (%)), o osmômetro (marca: *Adjanaced Instruments, Inc.* modelo: 3250) é um instrumento para medir a depressão do ponto de congelamento. Verificou-se que os açúcares presentes no hidrolisado de amido diminuem o ponto de congelamento em proporção direta ao equivalente de dextrose. Ao preparar uma amostra de concentração conhecida e medir a depressão do ponto de congelamento, a DE pode ser facilmente calculada. O método consiste em pesar 12 a 13 g de amostra, diluir a amostra em água a 13% de sólidos. Pipetar 25 μ L da amostra, transferir para o osmômetro e proceder a leitura e calcular pela equação:

$$\text{➤ } DE (\%) = 0,14 \cdot \text{Leitura Osmometro} - 1,18$$



- Umidade (% bu), para a determinação de umidade na amostra de produto seco é realizada através de uma amostra de 5 g, colocada em uma estufa de ar forçado a 130°C por 1 hora. A amostra precisa ser resfriada utilizando um dessecador por aproximadamente 30 minutos.

$$Umidade (\%) = \frac{m3 - m1}{m2 - m1} \cdot 100$$

sendo: m₁: cadinho (g); m₂: cadinho e amostra (g); m₃: cadinho e amostra seca (g).

- Sólidos totais (DS (%)), a % de sólidos totais para a maltodextrina é calculada pela equação:

$$DS(\%) = 1 - \text{umidade (\% bu)}.$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já descrito anteriormente, foram realizadas análises de seis lotes de maltodextrina com resultados diferentes de densidade aparente, o valor especificado para o produto é 470 kg.m⁻³. Para o controle de qualidade do produto são determinados a umidade do produto, o pH, a % de sólidos totais, dextrose equivalente (%) e a densidade aparente do produto. Os resultados destes parâmetros estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das análises realizadas nos Lotes 1 a 6.

Parâmetros	Especificação	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
Umidade (%)	Máx 5,00	4,93	4,48	4,22	4,75	4,24	4,37
pH	4,50 a 5,50	4,94	4,80	4,90	4,97	4,92	4,91
% DS	Min 95,00%	95,07	95,52	95,78	95,25	95,76	95,64
% DE	17,00 a 19,90	17,86	18,56	18,84	17,72	17,58	17,86
Densidade aparente (kg·m ⁻³)	470 (alvo)	446	419	434,1	482	477	469

Os parâmetros monitorados durante a operação de secagem do Spray Dryer são: A temperatura de entrada da câmara no *spray* T(e,c) (°C); Vazão da entrada do liquor a ser seco V(e,l) (m³.h⁻¹); Temperatura de entrada do liquor na câmara de secagem T(e,l) (°C); T(e,l); Rotação do atomizador R (rpm); Vácuo no sistema V (mmCa); Temperatura média do produto na saída da câmara T(s,c) (°C). A



Tabela 3 mostra os resultados de quantificação de parâmetros durante a produção do Lote 1 em 25 horas.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros de controle do processo de secagem do Spray Dryer durante a produção do Lotes 1.

Lote 1	T(e,c)	V(e,l)	T(e,l)	R	V	T(s,c)
Hora em operação	°C	m ³ .h ⁻¹	°C	rpm	mmCa	°C
1	113	1,80	94,0	11620	-14	116,0
2	186	1,89	110,0	11480	-31	106,0
3	193	2,11	110,0	11480	-34	106,0
4	196	2,44	110,0	11480	-34	106,0
5	197	2,43	110,0	11620	-32	105,0
6	195	2,43	110,0	11620	-31	105,9
7	196	2,42	110,0	11480	-30	106,0
8	194	2,42	110,0	11620	-33	105,0
9	196	2,44	110,0	11620	-32	105,0
10	196	2,44	110,0	11620	-34	105,0
11	195	2,45	110,0	11620	-39	106,2
12	194	2,45	110,0	11620	-36	106,1
13	195	2,45	110,0	11620	-38	106,0
14	195	2,46	110,0	11620	-34	105,9
15	196	2,46	113,0	11620	-38	106,7
16	195	2,45	109,2	11620	-37	106,4
17	195	2,43	109,7	11620	-39	105,4
18	197	2,47	111,2	11620	-42	106,2
19	197	2,47	110,0	11620	-38	107,0
20	198	2,47	110,2	11620	-42	107,6
21	198	2,47	110,5	11620	-39	107,6
22	197	2,47	110,8	11620	-35	107,9
23	197	2,51	109,2	11620	-35	107,9
24	195	2,45	109,0	11620	-36	107,2
25	196	2,44	109,0	11620	-35	106,6
Media	192,08	2,39	109,43	11.598	-34,72	106,66
SD	16,64	0,18	3,31	38	5,40	2,13



O cálculo das médias das temperaturas de admissão do ar de secagem e liquor; vazão de liquor mostrou que a variação em 25 horas, quantificadas a cada hora, situaram-se em torno de um valor médio com baixa dispersão conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos parâmetros de controle do processo de secagem do Spray Dryer durante a produção dos lotes 1, 2, 3, 4, 5, 6.

sendo: T(e,c), °C; V(e,l), m³·h⁻¹; T(e,l), °C; R, rpm; R, mmCa; T(s,c), °C.

	Lote 1		Lote 2		Lote 3		Lote 4		Lote 5		Lote 6	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD
T(e,c)	192,08	16,64	195,4	3,77	196,43	3,09	193,35	2,52	194,50	1,54	194,85	1,67
V(e,l)	2,39	0,18	2,35	0,20	2,47	0,07	2,47	0,04	2,51	0,06	2,47	0,06
T(e,l)	109,43	3,31	108,6	7,27	104,95	20,59	109,06	4,71	109,82	2,26	110,05	2,08
R	11.598	38	11.480	0	11.535	67	11.480	0	11.442	59	11.480	0
V	-34,72	5,40	-30,21	4,26	-33,57	2,57	-42,61	3,76	-44,45	3,04	-43,35	4,13
T(s,c)	106,66	2,13	106,52	1,13	107,05	0,74	106,23	0,97	106,40	0,66	106,12	0,63

(*) : Média: media dos resultados, SD: desvio padrão dos dados.

Contudo o vácuo aplicado para os lotes 1 até 6 foram: -34,72; -30,21; -33,57; -42,61; -44,45 e -43,35 mmCa, respectivamente. Quando se aplica um vácuo mais pronunciado, mantendo a vazão e temperatura do ar constantes assim como os outros parâmetros médios, a umidade das gotas é eliminada mais rapidamente e as partículas contraem mais e, portanto, apresentam menor porosidade quando contidas em recipientes. Apesar da tendência à maior porosidade interna, o que facilita a reidratação em termos de instantaneidade, a contração volumétrica (encolhimento) provavelmente foi dominante. Do exposto, para atender à especificação da densidade aparente, fenomenologicamente, o mais adequado é operar com vácuo na faixa de 44 mmCa.

5. CONCLUSÃO

O estudo mostrou que entre os parâmetros quantificados, o vácuo aplicado no secador por atomização (*spray dryer*) que influenciou na densidade aparente da maltodextrina. Portanto, na operação do secador deve-se operar com um vácuo médio de 44 mmCa o que possibilitou a obtenção do produto na densidade especificada. Os outros parâmetros apresentaram valores similares e, portanto sem influência na densidade aparente.



6. REFERÊNCIAS

AZEREDO, H. M. C. de. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 195 p. 2004.

CHANGZHOU JINQIAO SPRAY – Drying and Engineering CO.: Glucose, maltose / maltodextrin production line. Technical material. 2016.

KESHANI, S. et al.. Spray drying: An overview on wall deposition, process and modeling. Journal of Food Engineering. v. 146, p. 152-162, 2015.

RAMOS F. M., UBBINK, J., SILVEIRA JÚNIOR V., PRATA A.S. Drying of Maltodextrin solution in a vacuum spraydryer. Chemical Engineering Research and Design .146, p.78–86, 2019.

STORZ E., STEFFENS, K. Feasibility study for determination of the dextrose equivalent (DE) of starch hydrolysis products with near-infrared spectroscopy (NIRS). Starch/Starke. v. 56, p. 58-62, 2004.

TAKEITI, C.Y.; KIECKBUSCH, T.G., COLLARES-QUEIROZ, F.R. Morphological and physicochemical characterization of comercial maltodextrins with diferente deegreed of dextrose – equivalente. International Journal of Food Properties. v. 3, p.411-425, 2010. Doi.org/101080/10942910802181024.

PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE (método interno).

PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA DEXTROSE EQUIVALENTE (DE %) (método interno).

PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DO PH (método interno).

PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DE SOLIDOS TOTAIS (DS%) (método interno).

PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DE DENSIDADE APARENTE (método interno).