

# Efeito da maltodextrina no sumo da polpa de abacaxi ‘Pérola’ atomizado

## Effect of maltodextrin on the atomized ‘Pearl’ pineapple pulp juice

Elaine de Fatima Miranda Freitas, Luana de Lima Lopes\*, Sueli Martins de Freitas Alves e André José de Campos

Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, CEP: 75132-400, Departamento de Engenharia Agrícola, Anápolis-GO, Brasil  
(\*E-mail: luanalopes100@yahoo.com.br)

<https://doi.org/10.19084/RCA18056>

Recebido/received: 2018.03.01

Recebido em versão revista/received in revised form: 2018.08.13

Aceite/accepted: 2018.08.30

### R E S U M O

O trabalho teve por objetivo avaliar a influência das concentrações de maltodextrina e de temperaturas de secagem no sumo da polpa de abacaxi ‘Pérola’. As análises foram realizadas no Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais pertencente ao Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Anápolis-GO. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, com esquema fatorial 2 x 4 (temperaturas de secagem x concentrações de maltodextrina), com quatro repetições. Na polpa do abacaxi foram adicionadas quatro concentrações diferentes de maltodextrina (5%, 10%, 15% e 20%) antes da secagem. A polpa foi desidratada em secador por atomização (Spray-dryer), a duas temperaturas (100 °C e 120 °C). As variáveis, analisadas foram higroscopicidade, pH, cor, sólidos solúveis totais e acidez titulável. Os dados foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ) e, quando significativos, foi realizado o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) e análise de regressão.

Pode concluir-se que o binómio temperatura de 100°C e concentração de 10% de maltodextrina, foi o que propiciou os melhores resultados para a acidez titulável e luminosidade (L), sendo possível obter um pó de abacaxi de baixa higroscopicidade na temperatura de secagem 100°C e 20% de maltodextrina.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* (L.) Merrill, secagem, spray dryer, qualidade.

### A B S T R A C T

The aim of this work was to evaluate the influence of maltodextrin concentrations and drying temperatures on ‘Pérola’ pineapple pulp juice. The analyzes were performed at the Laboratory of Drying and Storage of Vegetable Products belonging to the Campus of Exact and Technological Sciences, Anápolis-GO. The assay was conducted in a completely randomized design, with a factorial scheme 2 x 4 (drying temperatures x maltodextrin concentrations), with four replicates. In the pineapple pulp juice four different maltodextrin concentrations (5%, 10%, 15% and 20%) were added before drying. The juice was dehydrated in a spray dryer at two temperatures (100°C and 120°C). The variables analyzed were hygroscopicity, pH, color, total soluble solids content and titratable acidity. Data were submitted to analysis of variance ( $P < 0.05$ ) and, when significant, Tukey test ( $P < 0.05$ ) and regression analysis were performed.

It can be concluded that the binomial temperature of 100°C and 10% of maltodextrin concentration, gave the best results for titratable acidity and luminosity (L), it being possible to obtain a pineapple powder of low hygroscopicity at the drying temperature 100°C and 20% maltodextrin.

**Keywords:** *Ananas comosus* (L.) Merrill, drying, spray dryer, quality

## INTRODUÇÃO

O fruto do abacaxizeiro *Ananas comosus* (L.) Merrill destaca-se pelo seu sabor, aroma, cor e características físico-químicas. Por ser um fruto perecível e vulnerável a ser amassado, apresenta condições favoráveis a perdas pós-colheita. Uma alternativa é a aplicação de tecnologias de conservação que preservem as principais características do fruto, acrescentando-lhe valor e uma nova opção de produto transformado aos consumidores (Miranda *et al.*, 2015).

O consumo de sumo de frutos processado tem aumentado significativamente, já que existe uma preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis, mas também devido à falta de tempo da população para preparar sumos de frutas *in natura* e pela conveniência (Carmo *et al.*, 2014).

Neste contexto, o processo de atomização surge como uma técnica para a obtenção de sumos em pó, com alta qualidade, uma vez que este processo de secagem é rápido, minimiza a degradação de compostos de sabor (flavour) e de antioxidantes e permite a obtenção de sumos reconstituídos similares aos das correspondentes frutas *in natura* (Yousefi *et al.*, 2010).

A desidratação de alimentos proporciona produtos estáveis, devido à redução da atividade da água, apresentando-se com aumento da sua vida útil, redução de volume, fáceis de transportar e de armazenar, disponíveis durante todo o ano e com elevado valor nutricional, contudo com necessidade de certos cuidados, como o uso de embalagens impermeáveis à humidade, por exemplo. A água removida por secagem, permite controlar o desenvolvimento microbiano e as reações químicas e enzimáticas (Pani *et al.*, 2008).

De entre os diferentes métodos de secagem, um dos processos mais utilizados na indústria alimentar é a atomização por *Spray Dryer*, principalmente no processamento de transformação de líquidos em pó, por ser econômico, flexível e contínuo. Neste processo, pequenas gotículas de líquido são rapidamente secas à medida que entram em contacto com uma corrente de ar quente no interior da câmara de secagem. Embora as gotículas sejam submetidas a temperaturas elevadas, o curto tempo

de secagem faz com que a temperatura no interior da gotícula permaneça baixa, de forma a que as suas características nutricionais e organolépticas sejam mantidas (Jayasundera *et al.*, 2011).

Devido à presença de açúcares e ácidos de baixo peso molecular, que apresentam temperatura de transição vítrea baixa, os sumos de frutas desidratados podem apresentar algumas características negativas como higroscopicidade e aderência do produto final, às paredes do secador e proporcionando ao produto desidratado características como dificuldades de manipulação, transporte e armazenamento (Pagani, 2010).

A fim de viabilizar o processo de secagem por atomização deste tipo de produto, uma alternativa amplamente utilizada tem sido a incorporação de aditivos, de alto peso molecular, ao produto, antes de ser submetido ao processo de secagem, de modo a aumentar a temperatura de transição vítrea e evitar a aglomeração do produto final sob a forma de pó (Tonon *et al.*, 2009).

Diversos produtos de amidos e dextrinas podem ser utilizados, como adjuvantes da secagem de polpas de frutas por atomização, como a maltodextrina. A sua grande utilização é devida a fatores como o baixo custo, auxílio na secagem de alimentos difíceis de desidratar, como sumos de frutos, baixa higroscopicidade, possuírem propriedades antioxidantes e retenção de compostos voláteis (Souza *et al.*, 2015).

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência das diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas na secagem do sumo da polpa de abacaxi 'Pérola'.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no Laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-Colheita de Produtos Agrícolas, do curso de Engenharia Agrícola, pertencente ao Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, da Universidade Estadual de Goiás – UEG, Anápolis/GO, durante os meses de abril a junho de 2016. Foram utilizados frutos de abacaxi 'Pérola' (*Ananas comosus* L. Merrill), provenientes do CEASA (Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás) da região de Anápolis, Goiás.

Inicialmente, os abacaxis foram homogeneizados de forma a constituir um único lote, em seguida foram descascados, com faca de aço inoxidável, cortados em lâminas, para facilitar a saída do sumo da polpa, e processados em centrífuga modelo CF-02, marca Mondial Juicer. O sumo da polpa foi desidratado em secador por atomização - *Spray dryer* (modelo LM MSD 1.0 marca Labmaq), utilizando-se um bico pneumático de 1,2 mm, fluxo de bombeamento da polpa de 0,3 L h<sup>-1</sup>, fluxo de ar quente 4,5 L m<sup>-3</sup> e velocidade de secagem 30 L m<sup>-3</sup>.

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (temperaturas de secagem x concentrações de maltodextrina), com 4 repetições. Para o *Spray Dryer* foram utilizadas 2 temperaturas (100°C e 120°C), enquanto que ao sumo foram adicionados, antes da secagem, 4 diferentes concentrações de maltodextrina (5%, 10%, 15% e 20%), e posteriormente homogeneizados com bastão de polipropileno, à temperatura ambiente (27 °C), até completa dissolução.

Após a atomização, foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: higroscopicidade efetuada no sumo atomizado (pó) e pH, cor, sólidos solúveis totais e acidez titulável no sumo rehidratado.

### **Higroscopicidade no pó**

Foi avaliada de acordo com a metodologia proposta por Cai & Corke (2000), com modificações. Colocou-se 1 g de cada amostra (pó), pesadas em placas de petri, para recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl, tendo sido pesadas até atingirem massa constante (13 dias). A higroscopicidade foi expressa em g de

humidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra (g 100 g<sup>-1</sup>).

A partir da higroscopicidade, as amostras atomizadas foram classificadas de acordo com o Quadro 1 de GEA Niro Research Laboratory.

### **Potencial hidrogeniônico (pH) no sumo rehidratado**

Foi realizado por poteciometria, através de potenciômetro modelo PG1400 Gehaka, conforme técnica descrita por AOAC (2016). Colocou-se 1 g de amostra atomizada (pó), em 10 ml de água para rehidratação.

### **Cor no sumo atomizado e rehidratado**

A cor das amostras foi medida através de colorímetro CR400 da Konica Minolta, utilizando a escala CIELab, por refletância, que utiliza um espaço tridimensional com 3 eixos L\*, a\* e b\*, que indicam, respectivamente, L (luminosidade) variação de zero (preto) a 100 (branco), a\* a variação -a\* (verde) a +a\*(vermelho) e b\* de -b\*(azul) até +b\*(amarelo), conforme metodologia utilizada por Leme (2007). Colocou-se 1 g de amostra atomizada (pó) em 10 ml de água para rehidratação.

### **Sólidos solúveis Totais (SST) no sumo atomizado e rehidratado**

Foram avaliados, em °Brix, através da leitura direta, com refratômetro Abbe digital de bancada da marca Quimis, conforme recomendação do AOAC (2016). Colocou-se 1 g de amostra atomizada (pó) em 10 ml de água para rehidratação.

### **Acidez titulável (AT) no sumo atomizado e rehidratado**

A acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de sumo da polpa, foi determinada através da titulação de massa conhecida (1 g) de amostra atomizada, sendo diluída e homogeneizada com água destilada, até completar o volume de 50 mL, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 mol L<sup>-1</sup>,

**Quadro 1** - Classificação do sumo das polpas atomizadas de acordo com sua higroscopicidade

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| Não higroscópico          | <10%       |
| Ligeiramente higroscópico | 10,1 – 15% |
| Higroscópico              | 15,1 – 20% |
| Muito higroscópico        | 20,1 – 25% |
| Extremamente higroscópico | >25%       |

Fonte: GEA Niro Research Laboratory (2010)

tendo como indicador a solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, seguindo a recomendação do AOAC (2016).

Os dados originados das análises da amostra atomizada foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ) e, quando significativos, foi realizado o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) e análise de regressão. Para realizar as análises estatísticas foi utilizado o Software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância (Quadro 2), pode-se constatar que as variáveis de qualidade do sumo da polpa atomizado analisados: higroscopicidade, pH, acidez titulável, luminosidade (L) e  $b^*$  foram influenciadas pelos tratamentos.

Como a interação temperatura de secagem X concentração de maltodextrina não apresentaram nenhuma dependência entre si, na Figura 1A e Quadro 3 apresentam-se os valores da higroscopicidade sob diferentes concentrações de maltodextrina e diferentes temperaturas de secagem, respectivamente.

Os resultados de higroscopicidade Figura 1A, apresentaram comportamento cúbico, com maior valor (2,85%) na concentração de 5% de maltodextrina e menor (2,49%) na concentração de 20%. A literatura reporta que a utilização de coadjuvantes possibilita a produção de pó com baixa higroscopicidade (Tonon *et al.*, 2009). De facto, o grupo com menor higroscopicidade foi aquele com

20% de adição de maltodextrina, ou seja, maior proporção do coadjuvante. Para as temperaturas de secagem 120°C e 100°C (Quadro 3) obtiveram-se 2,78% e 2,60% respectivamente, apresentando melhor higroscopicidade na temperatura de 100°C.

**Quadro 3** - Valores médios do teor de higroscopicidade da polpa de abacaxi 'Pérola' atomizada a duas temperaturas de secagem

| Fontes              | Higroscopicidade |
|---------------------|------------------|
| Temperatura (120°C) | 2,78 a           |
| Temperatura (100°C) | 2,60 b           |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

De acordo com o padrão estabelecido pelo GEA Niro Research Laboratory (2010), grupos com higroscopicidade inferior a 10% são considerados não higroscópicos. Sendo assim, todas os sumos das polpas atomizadas apresentaram baixa higroscopicidade, característica desejável para produtos desidratados, independente dos fatores utilizados (concentrações de maltodextrina ou temperaturas de secagem).

Os resultados da luminosidade (L), para as duas temperaturas, apresentaram comportamento cúbico, sendo que à temperatura de 100°C o maior valor de luminosidade ocorreu com a concentração de 10% de maltodextrina. Já à temperatura de 120°C os valores das colorações aumentaram gradualmente com o aumento das concentrações de maltodextrina (Figura 1B). De acordo com os estudos de Kha *et al.*

**Quadro 2** - Análise de variância da higroscopicidade (HIG), pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), luminosidade (L),  $a^*$  e  $b^*$  em polpa atomizada de abacaxi 'Pérola'

|         | GL | Quadrado Médio das Variáveis Analisadas |        |                     |                     |         |                     |                     |
|---------|----|---|--------|---------------------|---------------------|---------|---------------------|---------------------|
|         |    | HIG                                     | pH     | AT                  | SS                  | L       | $a^*$               | $b^*$               |
| T       | 1  | 0,252*                                  | 0,158* | 0,000 <sup>ns</sup> | 0,000 <sup>ns</sup> | 20,737* | 0,002 <sup>ns</sup> | 0,191 <sup>ns</sup> |
| C       | 3  | 0,180*                                  | 0,434* | 0,076*              | 0,123 <sup>ns</sup> | 12,992* | 0,022 <sup>ns</sup> | 3,723*              |
| T x C   | 3  | 0,082 <sup>ns</sup>                     | 0,215* | 0,031*              | 0,014 <sup>ns</sup> | 22,850* | 0,021 <sup>ns</sup> | 0,306 <sup>ns</sup> |
| Resíduo | 24 | 0,028                                   | 0,010  | 0,000               | 0,077               | 0,129   | 0,014               | 0,161               |
| Total   | 31 | 1,704                                   | 2,341  | 0,327               | 2,267               | 71,706  | 0,465               | 16,139              |
| CV(%)   | -  | 6,190                                   | 2,690  | 2,540               | 2,810               | 1,920   | 13,58               | 7,580               |

\*significativo a 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade; Temperatura (T), Concentração de maltodextrina (C)

(2010), Sahim-Nadeem *et al.* (2013) e Nunes *et al.* (2015), relatam que esse aumento da luminosidade (L) com a concentração de maltodextrina já era esperado, uma vez que a maltodextrina apresenta cor branca e, dessa forma, imprime maior luminosidade à polpa de abacaxi desidratada.

Verificou-se que a temperatura 100°C apresentou todos os valores de luminosidade superiores aos encontrados na temperatura de 120°C (Quadro 4), ou seja, indicando que essa temperatura, juntamente com as concentrações de maltodextrina, imprime maior luminosidade ao sumo da polpa de abacaxi atomizado e reidratado. No estudo de Oliveira *et al.* (2007) os autores concluíram que o sumo de abacaxi atomizado, com 10% de maltodextrina, foi o preferido para todas as características analisadas, inclusive na cor, em que a temperatura 100°C a 10% de maltodextrina apresentou maior valor de luminosidade (21,60).

**Quadro 4** - Valores médios da coloração L (luminosidade), em sumo atomizado e reidratado de abacaxi 'Pérola' submetido a diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas de secagem

| Temperatura | 5%      | 10%     | 15%     | 20%     |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| 100°C       | 17,36 a | 21,60 a | 19,86 a | 19,36 a |
| 120°C       | 16,49 b | 18,20 b | 18,50 b | 18,55 b |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (p<0,05)

Os valores do pH variaram significativamente para as diferentes concentrações de maltodextrina (Figura 1C) e para as temperaturas nas concentrações de 5% e 15% de maltodextrina (Quadro 5). Valores próximos foram encontrados por Simon *et al.* (2015), para o abacaxi desidratado, em que o pH variou de 3,80 a 4,01. E com os

**Quadro 5** - Valores médios do Potencial hidrogeniônico (pH) em sumo atomizado e reidratado de abacaxi 'Pérola' submetidos a diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas de secagem

| Temperatura | 5%     | 10%    | 15%    | 20%    |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| 100°C       | 3,54 b | 3,86 a | 3,66 a | 3,36 a |
| 120°C       | 4,13 a | 3,95 a | 3,46 b | 3,45 a |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (p<0,05)

resultados obtidos por Lemos *et al.* (2010), com a média de 3,77.

Para o parâmetro de cor b\* (Figura 1D), houve variação significativa dos valores para as diferentes concentrações de maltodextrina. Os valores de b\* foram positivos, a coloração amarela na polpa dos frutos fica evidenciada. Apresentando maior valor (6,04) na concentração de 5% de maltodextrina e menor valor (4,50) na concentração de 20%, ou seja, os valores de b\* diminuíram com o aumento da concentração do coadjuvante. Esse decréscimo observado indica que houve diminuição da cor amarela da polpa atomizada reidratada. Assim como neste trabalho, Endo *et al.* (2007) constataram redução nos valores de b\* para o sumo de maracujá desidratado em spray dryer. Esta redução provavelmente está relacionada à diminuição da cor, provocada pela presença do agente utilizado (Tonon *et al.*, 2009).

Para os sólidos solúveis (Quadro 6) os tratamentos não apresentaram diferença para as diferentes temperaturas e para as diferentes concentrações de maltodextrina. Camelo *et al.* (2018) estudando o comportamento e a qualidade físico-química do abacaxi secado em secador híbrido solar-elétrico também não verificou diferença significativa para os valores de sólidos solúveis do abacaxi *in natura* e seco.

**Quadro 6** - Valores médios dos Sólidos Solúveis (° BRIX) em sumo atomizado e reidratado de abacaxi 'Pérola' submetidos a diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas de secagem

| Temperatura | 5%     | 10%    | 15%     | 20%    |
|-------------|--------|--------|---------|--------|
| 100°C       | 9,85 a | 9,85 a | 10,10 a | 9,75 a |
| 120°C       | 9,85 a | 9,80 a | 10,05 a | 9,88 a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (p<0,05)

A acidez influencia o sabor do fruto porque mede a quantidade de ácido presente no mesmo, podendo apresentar valores muito variáveis, dependendo de vários fatores como variedade, estado de maturação, etc. Uma relação baixa entre o teor de sólidos solúveis e a acidez total titulável indica que o fruto está mais ácido, enquanto a relação mais elevada traduz doçura. A concentração de 10% de

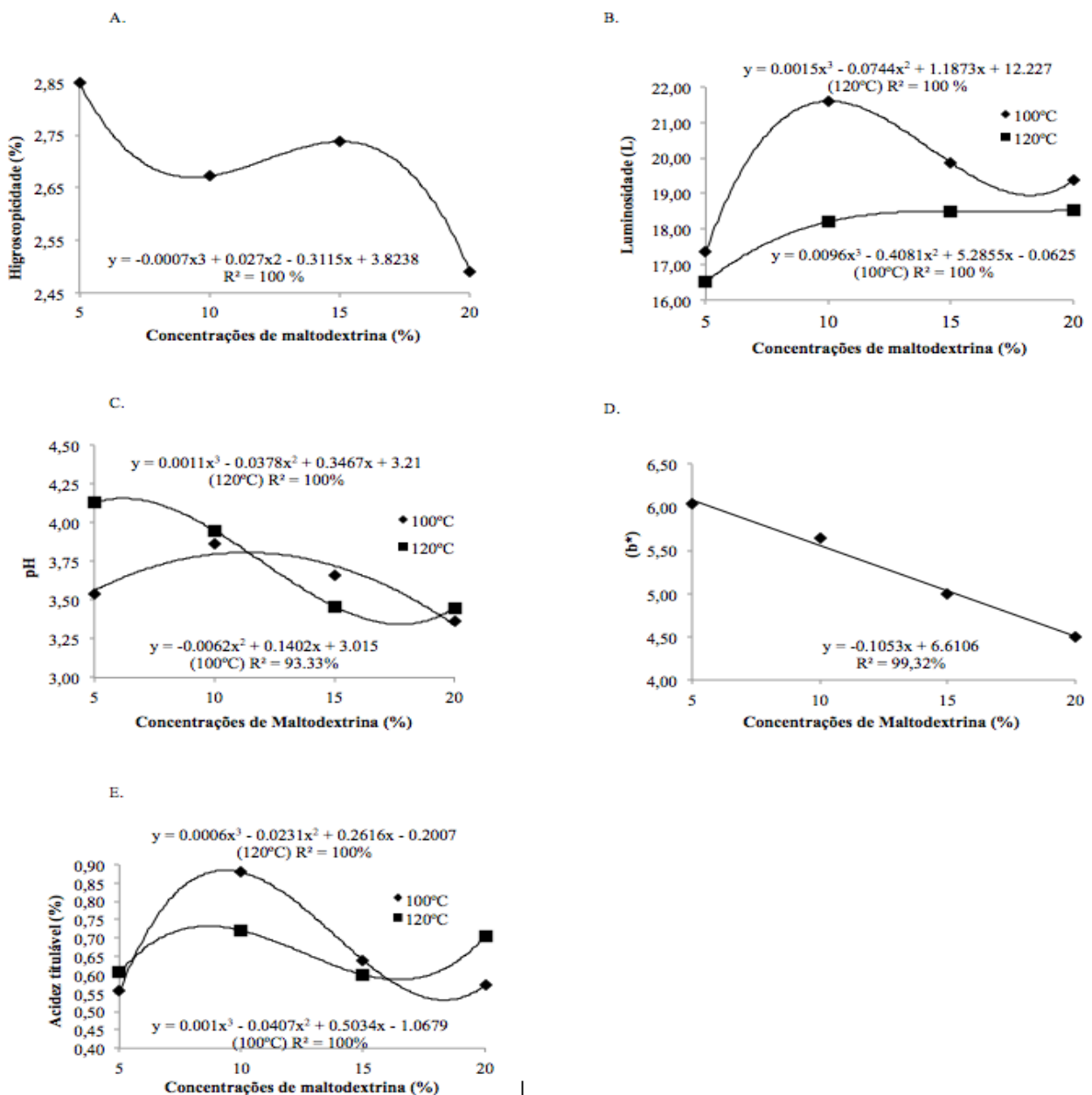
maltodextrina, apresentou os maiores valores de acidez para o sumo da polpa de abacaxi atomizado, com 0,88% e 0,72%, nas respectivas temperaturas de secagem, 100°C e 120°C (Figura 1E e Quadro 7). Valores muito próximos de Souza & Torres (2011) que obtiveram valor médio de 0,89%, para o abacaxi.

Nas condições do ensaio, a média da acidez titulável foi de 0,66%, semelhante ao valor encontrado por Pereira *et al.* (2009) de 0,65% para abacaxi.

**Quadro 7** - Valores médios de acidez titulável em sumo atomizado e reidratado de abacaxi 'Pérola' submetidos a diferentes concentrações de maltodextrina e temperaturas de secagem

| Temperatura | 5%       | 10%      | 15%      | 20%      |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 120°C       | 0,6050 a | 0,7225 b | 0,5975 b | 0,7075 a |
| 100°C       | 0,5550 b | 0,8800 a | 0,6400 a | 0,5750 b |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (p<0,05)



**Figura 1** - Higroscopicidade (1A), coloração L (1B), pH (1C), coloração b\* (1D) e acidez titulável (1E) da polpa atomizada de abacaxi 'Pérola' sob diferentes temperaturas de secagem e diferentes concentrações de maltodextrina.

## CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos das análises foi possível obter um pó de abacaxi de baixa higroscopicidade na temperatura de secagem 100°C e 20% de maltodextrina.

Na temperatura de 100°C e concentração de 10% de maltodextrina, foi o que propiciou os melhores resultados para a acidez titulável e luminosidade (L).

Do ponto de vista tecnológico, e com base nos resultados obtidos no presente trabalho, nas condições laboratoriais aqui estudadas, pode ser indicada a concentração acima de 10% de maltodextrina e a temperatura de 100°C para a

produção de polpa de abacaxi em pó, devendo ser efetuados estudos adicionais sobre a viabilidade do produto.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de formação de Mestrado da primeira e segunda autora.

À Universidade Estadual de Goiás (UEG) pela concessão da bolsa de incentivo ao pesquisador da terceira e do quarto autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (2016) - *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20<sup>a</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Maryland, USA, 3100 p.
- Cai, Y.Z. & Corke, H. (2000) - Production and properties of spray-dried *Amaranthus betacyanin* pigments. *Journal of Food Science*, vol. 65, n. 7, p. 1248-1252. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10273.x>
- Camelo, R.S.S.; Silva, D.S.C. & Paes, J.L. (2018) - Estudo do comportamento e qualidade físico-química do abacaxi secado em secador híbrido solar-elétrico. *In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar*. Gramado, Brasil, CBENS, p. 1-8.
- Carmo, M.C.L.; Dantas, M.I.S. & Ribeiro, S.M.R. (2014) - Caracterização do mercado consumidor de sucos prontos para o consumo. *Brazilian Journal of Food Technology*, vol. 17, n. 4, p. 305-309. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.2914>
- Endo, E.; Borges, V.S.; Daiuto, R.E.; Cereda, P.M. & Amorim, E. (2007) - Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) desidratado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 27, n. 2, p. 382-386. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000200029>
- Ferreira, D.F. (2014) - Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 38, n. 2, p. 109-112. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>
- GEA Niro Research Laboratory (2010) - *GEA Niro analytical methods*. [cit. 2016.05.24]. <http://www.niro.com/methods>.
- Jayasundera, M.; Adhikari, B.; Adhikari, R. & Aldred, P. (2011) - The effect of protein types and low molecular weight surfactants on spray drying of sugar-rich foods. *Journal of Food Engineering*, vol. 25, n. 3, p. 459-469. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.07.021>
- Kha, T.C.; Nguyen, M.H. & Roach, P.D. (2010) - Effects of spray drying conditions on the physico chemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. *Journal of Food Engineering*, vol. 98, n. 3, p. 385-392. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.016>
- Leme, A.C. (2007) - *Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha*. Dissertação Mestrado. Piracicaba, Universidade de São Paulo. 123 p.
- Lemos, D.M.; Oliveira, E.N.A.; Santos, D.C.; Sousa, E.P. & Matias, M.L. (2010) - Composição físico-química de resíduos de abacaxi in natura e desidratado. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*. vol. 4, n. 2, p. 53-56.
- Miranda, D.S.A.; Pessoa, T.; Figueiredo, M.F.; Gurjão, F.F.; Pinheiro, R.M.M. & Martins, A.G.L.A. (2015) - Elaboração e caracterização de néctar de abacaxi pérola adoçado com glucose de milho. *Revista Agropecuária Técnica*, vol. 36, n. 1, p. 82-87. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v36i1.23092>

- Nunes, G.L.; Boaventura, B.C.B; Pinto, S.S.; Verruck, S.; Murakami, F.S.; Prudêncio, E.S. & Amboni, R.D.M.C. (2015) - Microencapsulation of freeze concentrated *Ilex paraguariensis* extract by spray drying. *Journal of Food Engineering*, vol. 151, p. 60-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.10.031>
- Oliveira, A.R.G.; Borges, S.V.; Faria, R.K.; Endo, E. & Gregório, S.R. (2007) - Influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*Passiflora edullis*) e abacaxi (*ananas comosus*) desidratados. *Revista de Ciências Agronômicas*, vol. 38, n. 3, p. 251-256.
- Pagani, M.M. (2010) - *Obtenção de suco de acerola (Malpighia emarginata D.C.) concentrado e pós estáveis através da integração dos processos de separação por membranas e microencapsulação por atomização*. Tese Doutorado. Rio de Janeiro, Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 183 p.
- Pani, P.; Leva, A.A.; Maestrelli, A. & Torreggiani, D. (2008) - Influence of an osmotic pretreatment on structure-property relationships of air-dehydrated tomato slices. *Journal of Food Engineering*, vol. 86, n. 1, p. 105-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.09.017>
- Pereira, M.A.B., Siebeneichler, S.C.; Lorençoni, R.; Adoriam, G.C.; Silva, J.C.; Garcia, R.B.M.; Pequeno, D.N.L.; Souza, C.M. de & Brito, R.F.F. (2009) - Qualidade do fruto de abacaxi comercializado pela Cooperfruto – Miranorte – TO. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 31, n. 4, p. 1048-1053. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000400018>
- Sahin-Nadeen, H.; Dinçer, C.; Torun, M.; Topuz, A. & Özdemir, F. (2013) - Influence of inlet air temperature and carrier material on the production of instant soluble sage (*Salvia fruticosa* Miller) by spray drying. *LWT – Food Science and Technology*, vol. 52, n. 1, p. 31-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.007>
- Simon, C.C.M.; Trentin, C.M.; Domingos, E.L.; Borsato, G.H.S. & Balbi, M.E. (2015) - Características nutricionais e tempo de prateleira do abacaxi desidratado (*Ananas comosus*, (L.) Merrill, Bromeliaceae) comercializado em Curitiba-PR. *Visão Acadêmica*, v. 16, n. 1, p. 99-110.
- Souza, A.L.R.; Rodrigues, F. M.; Silva, G.V. & Santos, R.R. (2015) - Microencapsulação de sucos e polpas de frutas por *spray drying*: uma revisão. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, vol. 17, n. 3, p. 327-338.
- Souza, O.P. & Torres, J.L.R. (2011) - Caracterização física e química do abacaxi sob densidades de plantio e laminas de irrigação no Triângulo Mineiro. *Magistra*, vol. 23, n. 4, p. 175-185.
- Tonon, R.V.; Baroni, A.F.; Brabet, C.; Gilbert, O.; Pallet, D. & Hubinger, M.D. (2009) - Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. *Journal of Food Engineering*, vol. 94, n. 3-4, p. 215-221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.03.009>
- Yousefi, S.; Emam-Djomeh, Z. & Mousavi, S. (2010) - Effect of carrier type and spray drying on the physicochemical properties of powdered and reconstituted pomegranate juice (*Punica granatum* L.). *Journal of Food Science and Technology*, vol. 48, n. 6, p. 677-684. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-010-0195-x>