
VARIÁVEIS FÍSICAS, QUÍMICAS E REOLÓGICAS DA POLPA INTEGRAL DA MANGA CV.HADEN

Edmilson Dantas da Silva Filho¹, Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo², Alexandre José de Melo Queiroz³, Jéssica Lisana Ouriques Brasileiro⁴

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar parâmetros físicos, químicos e reológicos da polpa da manga cv. Haden integral. Foram despulpadas mangas da variedade Haden, produzidas em Petrolina (PE) e, em seguida, procedeu-se análises físicas e químicas de sólidos totais; açúcares totais, redutores e não redutores; cinzas; sólidos insolúveis em água; pectina e fibra bruta, além de análises reológicas de viscosidade aparente, em diferentes velocidades de rotação, para os cálculos das tensões de cisalhamento e taxas de deformação. De uma maneira geral, os parâmetros físicos e químicos analisados apresentavam-se nos padrões desejados para a produção de produtos agroindustriais e de acordo com a legislação brasileira para polpa de fruta. A polpa da manga Haden apresentou alto teor de açúcares totais e apresentou comportamento reológico típico de fluidos não newtonianos e pseudoplásticos, ou seja, diminuição da viscosidade aparente com o aumento na velocidade de rotação do viscosímetro. Observou-se, em termos percentuais, que a diminuição na viscosidade aparente, proporcionadas pelo aumento na velocidade de rotação do viscosímetro de 0,5 para 5,0 rpm foi da ordem de 82,70%; na velocidade de 0,5 para 120 rpm houve diminuição na ordem de 98,15%. Modelos reológicos Lei da potência, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk foram ajustados aos dados experimentais da curva de tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação, obtendo-se coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99 e desvios percentuais médios (P) inferiores a 3,6% em qualquer um dos modelos. Embora, exista a possibilidade da utilização de qualquer um desses para representar o comportamento reológico da polpa da manga Haden, recomenda-se a utilização do modelo de Mizrahi-Berk por ser o que apresentou o menor P e o maior R^2 .

Palavras-Chave: *Mangifera indica* L., viscosidade, fluido não newtoniano, pseudoplástico.

ABSTRACT

PHYSICS, CHEMICAL AND RHEOLOGICAL VARIABLES OF THE INTEGRAL MANGO CV. HADEN PULP

This study aimed to determine physical, chemical and rheological variables of the integral pulp of mango cv. Haden. Mangos of the Haden variety from Petrolina – PE were pulped and then proceeded to physical and chemical analysis of total solids; total sugars, reducing and non-reducing; ashes; water insoluble solids; crude fiber and pectin, and rheological analysis of apparent viscosity at different speeds of rotation for the calculation of shear stresses and strain rates. In general, the physical and chemical parameters measured showed up in desired patterns for the manufacture of agro-industrial products and according to the Brazilian legislation fruit pulp. The pulp Haden sleeve showed high levels of total sugars and presented typical rheological behavior of non-Newtonian and pseudoplastic fluids, i.e., decrease in apparent viscosity with an increase in the viscometer speed. It was observed, in percentage terms, that a decrease in apparent viscosity provided by the viscometer increase in rotation speed of 0.5 to 5.0 rpm was approximately 82.70%; the rate of 0.5 to 120 rpm there was a decrease of around 98.15%. Then, models were adjusted to the rheological Power Law, Herschel-Bulkley and Mizrahi-Berk were fitted to the experimental data shear stress curve as a function of strain rate, obtaining coefficients of determination (R^2) greater than 0.99 and average percentage deviations (P) lower than 3.6% in any of the models. Although, there is the possibility of using any of these to represent the rheological behavior of the Haden mango pulp, it is recommended to use the Mizrahi-Berk model to be the one with the lowest P and the highest R^2 .

Keywords: *Mangifera indica* L., viscosity, non-Newtonian fluid, pseudoplastic.

Recebido para publicação em 20/04/2015. Aprovado em 05/10/2015.

1 - Eng^o de Alimentos; Dr., Universidade Federal de Campina Grande, UFCG - edmsegundo@hotmail.com

2 - Eng^a Agrícola, Professora da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, e-mail: rossana@deag.ufcg.edu.br

3 - Eng^o Agrícola, Professor da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, e-mail: alex@deag.ufcg.edu.br

4 - Eng^a de Alimentos; Doutoranda, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG – jessicalisana@gmail.com

INTRODUÇÃO

Amangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera, dicotiledônea, família *Anacardiaceae* e originária da Índia. A partir desse local, a espécie se difundiu para muitas regiões tropicais e, no Brasil, encontrou excelentes condições para seu desenvolvimento e produção, sendo cultivada em quase todos os estados do país. Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), a manga tem-se destacado entre as frutas mais exportadas no mundo, situando o Brasil entre os maiores exportadores, juntamente com o México, China, Paquistão, Tailândia, Indonésia e Índia (SOUZA *et al.*, 2002).

A produção de mangas no Brasil foi de 1.188.911 toneladas, para uma área plantada de 76.568 ha, conforme dados do IBGE (2010). A região Nordeste se destaca no cenário nacional como grande produtora de manga do tipo exportação, principalmente em razão das condições climáticas altamente benéficas, em termos fitossanitários, alta luminosidade, precipitações reduzidas e baixa umidade relativa do ar (SOUZA *et al.*, 2002).

A polpa de manga tem grande importância como matéria-prima em agroindústrias, que podem produzi-la durante as épocas de safra, armazená-la e reprocessá-la em períodos mais propícios, ou segundo a demanda do mercado consumidor, como doces em massa, geleias, sucos e néctares. Ao mesmo tempo, também são comercializadas para outras indústrias que utilizam a polpa de fruta como parte da formulação de iogurtes, doces, biscoitos, bolos, sorvetes, refrescos, alimentos infantis, entre outros produtos (BENEVIDES *et al.*, 2008). Dentre os principais nutrientes encontrados na composição da manga, tem-se: os carboidratos, as fibras, as vitaminas e os minerais (KUSKOSKI *et al.*, 2006).

O comportamento reológico dos fluidos alimentícios, como polpas e sucos de frutas é o resultado da interação entre seus constituintes, água, variados sólidos, solúveis e insolúveis que, de forma isolada ou potencializada, quando combinados (QUEIROZ *et al.*, 2000), sendo fator da maior importância no dimensionamento dos

equipamentos da indústria processadora, além de se constituir em um dos fatores de avaliação da qualidade do produto.

O trabalho foi conduzido para se quantificar parâmetros físicos e químicos e o comportamento reológico da polpa integral da manga cv. Haden.

MATERIAL E MÉTODOS

As mangas utilizadas foram da variedade Haden, produzidas no Vale do São Francisco, no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina, PE. Após a aquisição, as mangas foram transportadas em caixas plásticas até o Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande, onde foram processadas. Inicialmente, os frutos foram selecionados manualmente, observando-se critérios de uniformidade do grau de maturação e integridade física, apresentando-se em estágio de maturação ideal para consumo (frutos maduros).

Nos frutos selecionados, foi feita uma pré-lavagem em água corrente, seguida de lavagem em água clorada (40 mg L⁻¹ de cloro ativo/15 min) e enxague em água corrente, a fim de se retirar o excesso de cloro. Os frutos foram descascados manualmente com faca de aço inoxidável e, em seguida, despulpados em despulpadeira mecânica (Mecval). Após a etapa do despulpamento, a polpa foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade com volume de 1 litro (dimensão 10 x 25 cm) e, em seguida, congelada por imersão em uma produtora de picolé (Polosul – P200) a -20 °C e armazenada em freezer horizontal, a -18 °C, até o momento da realização dos experimentos.

Os parâmetros físicos e químicos, determinados em triplicata na polpa foram: sólidos totais, açúcares totais, redutores e não redutores, cinzas e sólidos insolúveis em água, por meio dos métodos descritos no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). A pectina foi determinada segundo a metodologia descrita em Rangana (1979) e a fibra bruta conforme a metodologia AOAC (1997).

Os valores de viscosidade aparente da polpa da manga Haden foram obtidos na temperatura de

25 °C, utilizando-se um viscosímetro Brookfield, modelo RVT, fabricado por *Bookfield Engineering Laboratories*, E.U.A. As leituras foram realizadas nas velocidades de rotação de 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100 e 120 rpm. Com os valores obtidos no viscosímetro foram calculadas, de acordo com a metodologia de Mitschka (1982), as tensões de cisalhamento e as taxas de deformação.

Os modelos da Lei da Potência ou Ostwald-de-Waele (Equação 1), Mizrahi-Berk (Equação 2) e Herschel-Bulkley (Equação 3), foram ajustados às curvas da tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação, para descrever o comportamento reológico da polpa da manga Haden integral. Para realização dos ajustes, utilizou-se o programa computacional Statistica, utilizando o ajuste de regressão não linear pelo método de estimativa Quasi-Newton.

Lei da potência

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

em que,

τ - tensão de cisalhamento, Pa;
 $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação, s^{-1} ;
 K - índice de consistência, Pa s^n ; e
 n - índice de comportamento do fluido, adimensional.

Mizrahi-Berk

$$\tau^{0,5} = K_{0M} + K_M\dot{\gamma}^{n_M} \quad (2)$$

em que,

τ - tensão de cisalhamento, Pa^{0,5}
 $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação, s^{-1} ;
 K_{0M} - raiz quadrada da tensão inicial, Pa $s^{0,5}$;
 K_M - índice de consistência, Pa s^n ; e
 n_M - índice de comportamento do fluido, adimensional.

Herschel-Bulkley

$$\tau = \tau_{0H} + K_H\dot{\gamma}^{n_H} \quad (3)$$

em que,

τ - tensão de cisalhamento, Pa;
 $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação, s^{-1} ;
 τ_{0H} - tensão de cisalhamento inicial, Pa s^n ;
 K_H - índice de consistência, Pa s^n ; e
 n_M - índice de comportamento do fluido, adimensional.

Foram utilizados, como critérios para a determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais, o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio (P), calculado conforme a Equação 4.

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_{exp} - X_{teor}|}{X_{exp}} \quad (4)$$

em que,

P - desvio percentual médio, %;
 x_{exp} - valores obtidos experimentalmente;
 x_{teor} - valores preditos pelo modelo; e
 n - número de dados experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Têm-se, no Quadro 1, os valores médios e desvios padrão dos parâmetros físicos e químicos da polpa integral da manga cv. Haden.

A polpa integral de manga Haden apresentou sólidos totais de 16,77%, resultado próximo ao encontrado por Agra (2006), de 16,75%, e estando de acordo com a legislação brasileira, que preconiza um mínimo de 14% de sólidos totais na polpa de manga.

O teor médio de açúcares totais encontrado para a polpa da manga Haden foi de 11,19% de glicose,

Quadro 1. Valores médios e desvios padrão da caracterização física e química da polpa integral de manga Haden.

| Parâmetro analisado | Média e desvio padrão |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Sólidos totais (%) | 16,77 ± 0,18 |
| Açúcares totais (% glicose) | 11,19 ± 0,13 |
| Açúcares redutores (% glicose) | 3,16 ± 0,24 |
| Açúcares não redutores (% sacarose) | 7,62 ± 0,06 |
| Pectina (% de pectato de cálcio) | 0,36 ± 0,002 |
| Sólidos insolúveis em água (%) | 1,532 ± 0,054 |
| Cinzas (%) | 0,136 ± 0,007 |
| Fibra bruta (%) | 0,28 ± 0,01 |

superior ao resultado obtido por Gonçalves (1998) para a polpa da manga Haden, de 6,30% de glicose. Silva *et al.* (2009), em estudos com as polpas de manga Tommy Atkins, Espada e Ubá, encontraram valores de açúcares totais de 11,00, 10,60 e 14,80% de glicose, respectivamente, mostrando que a polpa de manga Haden apresenta teores de açúcares totais superiores ao das polpas das variedades Tommy e Espada, porém inferior ao da variedade Ubá. Esses valores mostram que a manga possui grande quantidade de glicose, sendo boa fonte de açúcares. Os resultados de açúcares totais encontraram-se concordantes com a legislação brasileira, que estipula uma quantidade máxima de 17% de açúcares totais para polpa de manga.

O valor médio obtido para açúcares redutores na polpa foi de 3,16% de glicose, semelhante ao encontrado por Mújica-Pazet *et al.* (2003) em manga Tommy Atkins, que foi de 3,20% de glicose e dentro da faixa de 3,58 a 3,90% de glicose apresentada por Albuquerque *et al.* (2010), como sendo adequada ao processamento da manga. Os resultados de Lucena *et al.* (2007) de 2,77 a 3,48% de glicose, Martim *et al.* (2007) de 3,22% de glicose e Santos (2003) de 3,88% de glicose, encontrados para a variedade Tommy Atkins, são próximos ao encontrado na pesquisa. O teor médio de açúcares não redutores encontrado para a polpa foi de 7,62 % sacarose; teor superior, na ordem de 52,70%, ao encontrado por Agra (2006), para a manga Haden, quando obteve resultado de 4,99 % sacarose.

O valor médio obtido de pectina foi de 0,36%

de pectato de cálcio, isto é, aproximadamente, 2 vezes menor ao encontrado por Gonçalves (1998), em estudo com polpa da mesma variedade, que foi de 0,70% de pectato de cálcio, valor também inferior, na ordem de 173,7% ao determinado por Vidal *et al.* (2006), que encontrou valor médio de 0,98% de pectato de cálcio na variedade de manga Keitt. O teor médio de sólidos insolúveis em água encontrado foi de 1,53%, teor este superior na ordem de 41,85% ao obtido por Vidal *et al.* (2006), em estudo com polpa de manga integral da variedade Keitt, que encontraram valor de sólidos insolúveis de 1,08%.

O valor médio obtido nas cinzas da polpa da manga Haden foi de 0,136%, inferior ao encontrado por Bezerra *et al.* (2010) em polpas da manga Espada (0,35%), Rosa (0,31%) e Tommy Atkins (0,22%), ou seja, menores 157,35; 127,94 e 61,76%, respectivamente.

O teor médio de fibra bruta encontrado na polpa integral da manga Haden foi de 0,28%, resultado concordante com o encontrado por Monteiro *et al.* (2007), que foi de 0,25%. Os parâmetros físicos e químicos estão de acordo com os padrões de qualidade exigidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000). Os resultados sugerem boa qualidade nutricional da polpa da manga Haden e, pela alta quantidade de sólidos totais que possui, influência na viscosidade da polpa e nos produtos adicionados.

O comportamento reológico da polpa da manga Haden pode ser visto na Figura 1, na qual estão

plotados os pontos experimentais da viscosidade aparente (mPa.s), na temperatura de 25 °C, em função da velocidade de rotação. Verifica-se comportamento reológico típico de polpa de frutas, no qual se evidencia que a viscosidade aparente diminui com o aumento na velocidade de rotação, comportamento também observado em polpa de cupuaçu (GONÇALVES *et al.*, 2013) e frutas vermelhas (HAMINIUK *et al.*, 2009).

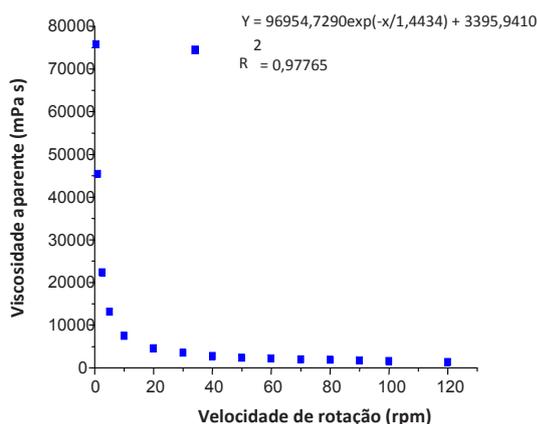


Figura 1. Viscosidade aparente (mPa s) da polpa de manga Haden, em função da velocidade de rotação (rpm), a 25 °C.

Tem-se, em termos percentuais, que houve diminuição na ordem de 82,70% na viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação do viscosímetro de 0,5 para 5,0 rpm. No aumento da velocidade de 0,5 para 120 rpm houve uma diminuição na ordem de 98,15%, observando-se, dessa forma, maior influência de mais baixas rotações do viscosímetro na viscosidade aparente

da polpa de manga. Comportamento semelhante foi observado por Miranda *et al.* (2012), para a polpa de graviola, tendo sido observadas reduções da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação do viscosímetro nas amostras com concentrações de 12 e 17 °Brix.

Têm-se, no Quadro 2, os valores dos parâmetros reológicos dos modelos de Lei da potência, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk, ajustados aos dados experimentais da curva de tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação da polpa da manga Haden na temperatura de 25 °C, tal como os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P). Para todos os modelos, os coeficientes de determinação (R^2) foram superiores a 0,99 e os desvios percentuais médios (P) inferiores a 3,6%, podendo-se utilizar qualquer um desses modelos para representar o comportamento reológico da polpa da manga Haden. Entretanto, dentre os modelos avaliados, o que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Mizrahi-Berk, em razão de ter apresentado o menor P e o maior R^2 . Resultado semelhante foi encontrado por Vidal *et al.* (2000) que, trabalhando com polpa da manga integral nas temperaturas 10, 20, 30, 40, 50 e 60 °C, encontraram R^2 de 0,99, a se ajustar o modelo de Mizrahi-Berk. Pelegrine *et al.* (2002) encontraram, estudando o comportamento reológico de manga na temperatura de 30 °C, R^2 de 0,999, também utilizando o modelo de Mizrahi-Berk.

O tipo de fluido, determinado pelo índice de comportamento do fluido (n, n_H, n_M), apresentou, em todos os modelos aplicados, valores inferiores à unidade, característica de comportamento pseudoplástico do fluido. Vidal *et al.* (2004), ao

Quadro 2. Parâmetros dos modelos reológicos, coeficiente de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P) para polpa de manga Haden

| Modelo | Parâmetro | | | R^2 | P |
|------------------|-------------|--------|---------|--------|------|
| Lei da potência | K | | n | 0,9942 | 3,55 |
| | 6182,4 | | 0,2885 | | |
| Herschel-Bulkley | τ_{0H} | K_H | n_H | 0,9991 | 1,25 |
| | 3380,8 | 3245,9 | 0,40239 | | |
| Mizrahi-Berk | K_{OM} | K_M | n_M | 0,9991 | 0,57 |
| | 42,216 | 34,124 | 0,25 | | |

trabalharem com polpa de manga centrifugada nas temperaturas de 10 e 60 °C, também verificaram tratar-se de um fluido pseudoplástico.

Segundo Machado (2002), o índice de consistência (K) indica o grau de resistência do fluido diante do escoamento. Verifica-se que os índices de consistência dos três modelos – Lei da potência, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk, K , K_H e K_M , respectivamente, apresentaram altos valores para a polpa da manga Haden, significando que se trata de um fluido de alta consistência. Comportamento inverso ao determinado por Melo *et al.* (2013), em estudo com polpa integral do fruto de mandacaru, quando obtiveram valores de consistência de 0,1751; 0,1099; 0,2195 para os modelos Lei da potência, Herschel-Bulkley e Mizrahi-Berk, respectivamente, significando que se trata de um fluido com pouca resistência ao escoamento. De acordo com o trabalho de Silva (2012), no que diz respeito aos parâmetros decorrentes do modelo de Bingham, observou-se uma maior viscosidade aparente e tensão inicial para a polpa de manga.

Na Figura 2 apresenta-se o comportamento reológico da polpa da manga Haden, com valores

da tensão de cisalhamento, em função da taxa de deformação e ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk, escolhido como o melhor modelo dentre os demais testados, por apresentar o maior coeficiente de determinação e o menor desvio percentual médio. Percebe-se que a relação entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento não é constante, confirmando que a polpa da manga Haden apresenta comportamento não newtoniano, de caráter pseudoplástico. Comportamento semelhante ao observado por Vidal *et al.* (2006) em estudo de propriedade reológica de polpa da manga Keitt centrifugada. Esses autores verificaram que o modelo de Mizrahi-Berk foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais e que, com o aumento da taxa de deformação, também aumentou a tensão de cisalhamento.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados de caracterização e estudo do comportamento reológico da polpa integral da manga Haden, obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

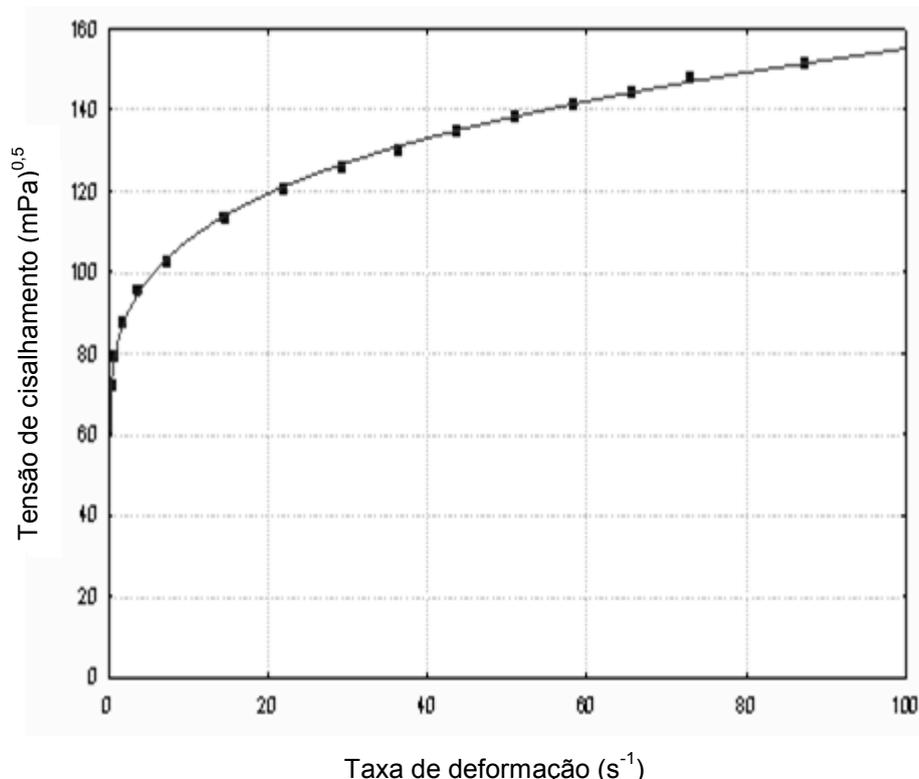


Figura 2. Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação da polpa da manga Haden, com ajuste pelo modelo de Mizrahi-Berk.

- De uma maneira geral, os parâmetros físicos e químicos analisados apresentam-se nos padrões desejados para a produção de produtos agroindustriais e estão de acordo com o a legislação brasileira para polpa de manga;
- A polpa integral da manga Haden mostrou riqueza nutricional no que diz respeito aos parâmetros analisados (sólidos totais, açúcares totais, pectina, cinzas e fibra bruta);
- A polpa integral da manga Haden se caracteriza como fluido não-newtoniano e pseudoplástico. Dentre os modelos reológicos avaliados, o que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Mizrahi-Berk.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, N.G. Comparação entre as características físico-químicas da manga-passa e manga liofilizada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.8, n.1, p.21-30, 2006.
- ALBUQUERQUE, E.M.B.; OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C.; ALMEIDA, F.A.C.; GOMES, J.P. Comportamento dos açúcares redutores em manga in natura armazenada em atmosfera modificada. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.4, n.3, p.27-31, 2010.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*, Williams, S. (Ed) 14. Ed. Arlington, 1997. 1141p.
- BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.
- BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A.; FELIPE, E. M. F. Comportamento higroscópico de pó de manga (mangifera indica L.) das variedades coité e espada e avaliação das características físico-químicas. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.2186-2192, 2010.
- BRASIL. Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Estabelece o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília – DF, 10 de janeiro. 2000 seção 1, n.6, p.54-56.
- BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1017p.
- GONÇALVES, N.B. Caracterização física e química dos frutos de cultivares de mangueira (*Mangifera indica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.22, n.1, p.72-78, 1998.
- GONÇALVES, M.V.V.A.; SILVA, J.P.L.; MATHIAS, S.P.; ROSENTHAL, A.; CALADO, V.M.A. Caracterização físico-química e reológicas da polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Perspectivas online: ciências exatas e engenharia**, v.3, n.7, p.46-53, 2013.
- HAMINIUK, C.W.I.; SIERAKOWSKI, M.R.; IZIDORO, D.R.; MACIEL, G.M.; SCHEER, A.P.; MASSON, M.L. Rheological behavior of pectic systems of red fruit pulps. **Food Science and Technology**, v.29, n.1, p.225-231, 2009.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Brasil: IBGE, 2010. v.37, 89p.
- KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.
- LUCENA, E.M.P.; ASSIS, J.S.; ALVES, R.E.; SILVA, V.C.M.; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas Tommy Atkins no vale do São Francisco,

Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.96-101, 2007.

MACHADO, J.C. **Reologia e escoamento de fluido**: ênfase na indústria do petróleo. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência/Petrobrás, 2002. 257p.

MARTIN, N.S.P.P.; WASZCZYNSKY, N.; MASSON, M.L. Cálculo das Variáveis na Desidratação Osmótica de Manga Tommy Atkins. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.1, p.1755-1759, 2007.

MELO, K.L.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M.; FERNANDES, T.K.S.; BEZERRA, M.C.T. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. **Revista Caatinga**, v.6, n.1, p.10-17, 2013.

MIRANDA, V.A.M.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; SANTOS, D.C. Viscosidade aparente de polpas de graviola com diferentes concentrações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.especial, p.423-434, 2012.

MITSCHEKA, P. Simple Conversion of Brookfield RVT: readings into viscosity functions. **Rheologica Acta**, v.21, n.2, p.207-209, 1982.

MONTEIRO, B.A.; VIEITES, R.L.; KOMATSU, C.G.; MENDES, J.D.T. Comparação entre o teor de fibra bruta entre casca e polpa das frutas: mamão, abacaxi e manga. **Nutrire**, v.32, n.1, p.121, 2007.

MÚJICA-PAZ, H. VALDEZ-FRAGOSO, A.; LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTICHANES, J. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effects of the vacuum pressure and syrup concentration. **Journal of Food Engineering**, v.57, n.4, p.305-314, 2003.

PELEGRINE, D.H.; SILVA, F.C.; GASPARETTO, C.A. Rheological behavior of pineapple and

mango pulps. **Lebensmittel-Wissenschaft und Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie Food Science and Technology**, v.35, p.645-648, 2002.

QUEIROZ, A.J.M.; BEZERRA, J.R.M.V.; GASPARETTO, C.A. Comportamento reológico de sucos de manga despectinizados. **Engenharia na Agricultura**, v.8, n.4, p.209-218, 2000.

RANGANA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. New Delhi: Mc Graw-Hill, 1979. 634p.

SANTOS, C.N.P. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (Mangifera indica L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. 2003. 79f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D.L.; PEREIRA, C.S.; SALOMÃO, C.C.; STHUIVING, T.B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na zona da mata mineira. **Ceres**, v.56, n.6, p.783-789, 2009.

SILVA, L.M.R.; MAIA, G.A.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUSA, P.H.M.; GONZAGA, M.L.C.; FIGUEIREDO, E.A.T. Study of rheological behavior of cashew apple (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) and mango (*Mangifera indica*, L.) pulps. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.237-248, 2012.

SOUZA, J.S.; ALMEIDA, C.O.; ARAÚJO, J.L.P.; CARDOSO, C.E.L. Aspectos socioeconômicos. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, C.Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.19-30.

VIDAL, J.R.M.B.; GASPARETTO, C.A.; GRANDIN, A. Efeito do comportamento geológico da polpa de manga. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.1, n.2, p.69-76, 2000.

VIDAL, J.R.M.B.; PELEGRINE, D.H.; GASPARETTO, C.A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga (*Mangifera indica L-Keitt*). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.24, n.1, p.39-42, 2004.

VIDAL, J.R.M.B.; SIERAKOWSKI, M.R.; HAMINIUK, C.W.I; MASSON, M.L. Propriedades reológicas da polpa de manga (*Mangifera indica L. cv. Keitt*) centrifugada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.955-960, 2006.