

RELAÇÃO ENTRE O TEOR DE SÓLIDOS TOTAIS E CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DA POLPA DE AÇAÍ JUÇARA (*E. Edulis*)

Josué Schneider MARTINS¹, Eduardo Madruga MELO¹, Fernanda Dias CARDOSO¹, Plinho Francisco HERTZ¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGCTA/UFRGS);

josueschneider1044@gmail.com; eduardomadrugamelom@hotmail.com; fernandadiasc@hotmail.com;
plinho@ufrgs.br

Resumo

O Padrão de Identidade e Qualidade de polpa de açaí indica três diferentes classificações da polpa (Grossa, Média ou Fina) segundo o teor de sólidos totais. Este fator está intimamente ligado à quantidade de água adicionada para extrair a polpa da fruta. O objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de utilizar o Copo Ford como metodologia para averiguar a classificação da polpa de açaí Juçara. Para tanto, foram correlacionados os teores de sólidos totais, o tempo de escoamento no Copo Ford e parâmetros reológicos. Os resultados indicaram que houve correlação entre os fatores analisados. Entretanto, devido ao caráter exploratório deste trabalho, são necessárias mais análises para garantir a eficiência deste método.

INTRODUÇÃO

O açaí juçara (*Euterpe edulis*), fruta nativa do Brasil (LORENZI, 2010), contém diversos nutrientes como minerais, ácidos graxos essenciais e também apresenta grande capacidade antioxidante (SILVA et al. 2013; SILVA et al. 2017). Para garantir a qualidade de polpa de frutas, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabeleceu a IN 01/00 (BRASIL, 2000), estipulando o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para diferentes polpas de frutas. A IN 01/00 classifica a polpa de açaí em Grossa, Média ou Fina, conforme o teor de sólidos totais do produto.

O estudo do comportamento dos fluidos na área alimentícia é fundamental devido à importância destes parâmetros como, por exemplo, fatores de qualidade sensorial do produto e da diferenciação de alimentos advindos de diferentes regiões (PANTOJA et al., 2015; TONON et al., 2009). Para melhor compreender a reologia dos alimentos são realizadas análises reológicas, cujos resultados observados são ajustados a modelos matemáticos, como o de Ostwald-of-Waele e o de Casson.

A viscosidade é outra característica reológica importante de fluidos e indica a resistência da substância ao escoamento. Esta propriedade pode ser avaliada através de viscosímetros que o fazem de modo direto (como o reômetro Haack) ou indireto (como o Copo Ford). A viscosidade apresenta relação inversa com a temperatura do fluido (TONON et al., 2009) e direta com a quantidade de sólidos em suspensão (PELLEGRINE et al., 2002).

São necessários estudos para validar a utilização do Copo Ford como um equipamento para a padronização das polpas de açaí juçara, a fim de garantir a adequação à legislação. Para tanto, é fundamental a realização de pesquisas que correlacionem o teor de sólidos totais e o tempo

de escoamento no ensaio cinemático (no Copo de Ford) com resultados de tensão no ensaio dinâmico (no Reômetro Haack). Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento reológico de seis polpas de açaí juçara e verificar a relação entre o teor de sólidos totais e as propriedades reológicas como a viscosidade aparente, o tempo de escoamento (obtido no Copo Ford nº5), a viscosidade plástica (Casson) e o índice de comportamento (Oswald-of-Waelle) de seis amostras de polpas de açaí Juçara.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram coletados 2 kg amostra de polpa de açaí Juçara oriundas de um mesmo produtor. Após 24h de descongelamento sob refrigeração as amostras foram homogeneizadas e separadas alíquotas para realização de análises físico-químicas, como pH, acidez total e sólidos solúveis, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A amostra foi transferida para uma proveta de 2 litros e repousada por 1h sob refrigeração. O volume total foi dividido em seis para os experimentos reológicos em Reômetro (tipo Haack) e em viscosímetro (Copo Ford com orifício nº 5).

As medições reológicas foram realizadas segundo Pellegrine et al. (2002) com modificações. Neste trabalho foi utilizado um reômetro Haack de placas paralelas com discos de 40mm de diâmetro e GAP de 1mm. Primeiramente, a amostra foi homogeneizada para então ser retirado o volume de 1 ml e introduzido no reômetro. Foram aplicadas três seções de taxa de cisalhamento, inicialmente a taxa aumentou gradativamente até 315 s^{-1} . Para a segunda parte a taxa aplicada foi decrescente até o mínimo possível e, ao final, foi aplicada uma taxa de deformação crescente até o valor de 315 s^{-1} novamente. Este método visa diminuir o efeito da inércia durante as etapas de baixa rotação. Os dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação foram ajustados aos modelos de Ostwald-and-Waelle (Equação 1) e Casson (Equação 2) e os resultados foram dispostos juntamente com o devido índice de correlação (r). Os dados reométricos e de modelagem foram comparados ao tempo de escoamento obtido pelo uso do Copo Ford nº5 segundo Pantoja et al. (2015).

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

$$\tau^{1/2} = \tau_0^{1/2} + K_c(\dot{\gamma})^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de sólidos totais (ST) das seis amostras e da viscosidade dinâmica, obtida por meio do copo Ford, estão dispostos no Quadro 1. Os valores indicam a correlação positiva entre o aumento do tempo de escoamento com o aumento do teor de ST. Pantoja et al. (2015) ao avaliar a viscosidade de diferentes amostras de polpas de açaí da Amazônia (*Euterpe oleracea*), concluiu que o tempo de escoamento obtido pelo método do copo Ford pode ser um fator importante para a diferenciação de polpas de diferentes locais.

Quadro 1 – Relação entre Sólidos totais e Tempo de escoamento obtido pelo método do Copo Ford

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Tempo de escoamentos (s)	8,6 ± 0,1	8,9 ± 0,1	9,1 ± 0,0	9,2 ± 0,1	9,2 ± 0,0	10,1 ± 0,0
Sólidos Totais (%)	10,9 ± 0,1	10,9 ± 0,0	11,2 ± 0,0	11,2 ± 0,0	11,4 ± 0,1	11,6 ± 0,0

A seguir são apresentados os resultados (Quadro 2 e Quadro 3) da aplicação dos modelos de Ostwald-of-Waelle (Equação 1) e o de Casson (Equação 2). A partir da Equação 1 é possível verificar a pseudoplasticidade de fluidos, por meio do valor índice de comportamento (n) que pode estar relacionado ao teor de sólidos dissolvidos e em suspensão no fluido (PELLEGRINE et al., 2002). Na Equação 2 é possível identificar a viscosidade plástica (K_c) e a tensão de cisalhamento (*yield stres*) inicial como parâmetros ligados ao teor de sólidos totais (BAILEY e WEIR, 1998).

Quadro 2 – Parâmetros reológicos do modelo de Casson para as seis amostras de polpa de açaí Juçara

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
τ_0 (Pa)	1288	1795	2191	2486	2817	2785
K_c (Pa.s)	13,87	14,59	18,09	19,08	19,65	26,17
χ^2	198,1	128,6	254,6	233,8	296	805,8
r	0,997	0,998	0,998	0,998	0,997	0,994

Quadro 3 – Parâmetros reológicos do modelo de Ostwald-of-Waelle para as seis amostras de polpa de açaí Juçara

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
K (Pa.s)	254,8	339,7	447,1	505,7	606,1	127
n	0,65	0,63	0,62	0,61	0,59	0,50
χ^2	8,19E+09	1,28E+10	1,64E+10	1,91E+10	1,95E+07	7,78E+07
r	0.997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,994

O modelo de Casson foi o mais adequado, pois apresentou os maiores valores de r e menores valores de χ^2 . Os resultados expressos no Quadro 2 indicam uma relação direta entre o aumento da viscosidade plástica (K_c) e o aumento do teor de ST das seis amostras. O Quadro 3 indica que todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico ($n < 1$), tal como obtido por Tonon et al (2009). Também foi possível perceber que quanto maior o teor de ST da amostra, menor o índice de pseudoplasticidade apresentado. Pellegrine et al (2002) constatarem a influência de partículas suspensas na polpa de manga e abacaxi, sugerindo que as polpas com mais sólidos em suspensão tendem a apresentar comportamento mais similares a fluidos pseudoplásticos, ou seja, valores de n menores que a unidade. O estudo da utilização do Copo de Ford visa propor aplicação *in loco* como um método simples e rápido para a averiguação da classificação da polpa de açaí Juçara. As Tabelas 3 e 4 embasam esta proposta

visto que amostras que apresentaram maior tempo de escoamento no ensaio cinemático também tiveram resultados superiores em tensão no ensaio dinâmico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos foi possível identificar que a polpa de açaí juçara apresenta comportamento de fluido pseudoplástico e que os parâmetros reológicos mais adequados foram descritos pelo modelo de Casson. Os parâmetros de viscosidade aparente (η), índice de comportamento pseudoplástico (n), viscosidade plástica de Casson (K_c) e o tempo de escoamento no Copo Ford das seis amostras de polpas de açaí juçara apresentaram relação direta com os seus respectivos teores de sólidos totais.

Os resultados deste estudo sugerem que o copo de Ford pode ser utilizado para a padronização da polpa de açaí juçara. Entretanto, são necessários mais estudos com mais amostras e com maior variação de ST a fim de averiguar com mais precisão o percentual de erro desta análise. Desta maneira, conclui-se que a tecnologia do copo de Ford, embora seja um método simples e propenso ao erro do analista, pode ser uma ferramenta viável para utilização em pequena escala. Ela é barata e simples o suficiente para ser adquirida por diversas comunidades que precisam de mecanismos que garantam a uniformidade de viscosidade do produto.

REFERÊNCIAS

- BAILEY, W.J.; WEIR, I.S. Investigations of methods for direct rheological model parameter estimation. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. v.21, n.1-2, p.1-13, sept. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa nº 1 de 07 de janeiro de 2000*. Aprova o Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 10 de janeiro, seção 01, p. 54, 2000.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 4 ed. São Paulo, 1002 p., 2008.
- LORENZI, H.J. *Flora brasileira: Arecaceae (palmeiras)*. Instituto Plantarum, 2010.
- PANTOJA, B. et al.. Diferenciação Físico-química do Açaí (*Euterpe oleracea M.*) de Terra Firme e do produzido na Várzea no Município de Santo Antonio do Tauá, Para. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n.3, 2015.
- PELEGRINE, D.H. et al.. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. *LWT – Food Science and Technology*. v.35, n.08, p.645-648, dec. 2002.
- SILVA, P.P.M. *Conservação de polpa de juçara (Euterpe edulis) submetida à radiação gama, pasteurização, liofilização e atomização*. 2013. 259 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, 2013.
- TONON, R.V. et al.. Steady and dynamic shear rheological properties of açaí pulp (*Euterpe edulis Mart.*). *Journal of Food Engineering*. v.92, n.04, p.425-431, jun. 2009.