



## PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE PURÊ DE MAÇÃ E MORANGO

**Aléxia da C. OLIVEIRA<sup>1</sup>; Brígida M. VILAS BOAS<sup>2</sup>; Jandira dos A. Q. VALENTE<sup>3</sup>; Leonor G. F. de S. PESSOA<sup>4</sup>; Vanessa S. dos R. F. TEIXEIRA<sup>5</sup>; Maria G. B. de LIMA<sup>6</sup>.**

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar os parâmetros reológicos de um purê de maçã e morango, utilizando um viscosímetro rotacional de cilindros coaxiais - Haake VT550 com controle de temperatura, 20 °C. Foram realizados ensaios com dois replicados, utilizando dois programas de velocidade de rotação (1 e 6) em (1/min), com dez níveis de velocidade cada um, totalizando 20 pontos, convertidos em velocidade de deformação, em  $s^{-1}$ , de acordo com a geometria e tipo de sensor utilizado na medição. Fez-se o ajuste de um modelo matemático empírico, Lei da Potência, para se determinarem os parâmetros: índice de escoamento ( $n$ ) e consistência ( $K$  em  $Pa \cdot s^n$ ). Em sequência, foi determinada a tensão tangencial ( $t$  em Pa) para cada valor de velocidade de deformação e. O estudo destacou a importância da formulação dos alimentos na determinação de parâmetros de qualidade, fornecendo informações valiosas, sendo a sua composição um fator determinante para o seu comportamento reológico, que facilitam as operações unitárias na indústria e que podem ser utilizadas na realização de trabalhos futuros sobre o tema.

### Palavras-chave:

Purê de frutas; Lei da potência; Fluido Reofluidificante; Consistência; Índice de Escoamento.

### 1. INTRODUÇÃO

Morangos e maçãs são frutas amplamente usadas na indústria devido ao seu excelente sabor e aceitação pelos consumidores, além do seu alto teor de compostos bioativos. Diversas técnicas de processamento preservam frutas para uso industrial em períodos de escassez, incluindo congelamento rápido, tratamento térmico e alta pressão para obtenção de purês ou concentrados. Como as frutas são sensíveis a calor, oxidação e degradação, o processamento e armazenamento influenciam sua qualidade, valor nutricional e compostos bioativos (Salazar-Orbea *et al.*, 2023).

Os purês de frutas são apreciados pelos portugueses, pela facilidade de consumo e propriedades nutricionais e sensoriais. Purês e derivados de frutas são fluidos alimentares que apresentam comportamento não newtoniano, pois após trituração e homogeneização ainda contém a pectina e a fibra natural da fruta (Massa *et al.*, 2010).

No caso do produto em estudo, compreender o seu comportamento no escoamento, que implica a variação da sua viscosidade, é crucial para garantir a sua aceitação sensorial e a estabilidade, especialmente porque o produto é direcionado para crianças, oferecendo facilidade de

<sup>1</sup>Bolsista, IFSULDEMINAS – *Campus* Machado. E-mail: [alexia.oliveira@alunos.ifsuldeminas.edu.br](mailto:alexia.oliveira@alunos.ifsuldeminas.edu.br).

<sup>2</sup>Orientadora, IFSULDEMINAS - *Campus* Machado. E-mail: [brigida.monteiro@ifsuldeminas.edu.br](mailto:brigida.monteiro@ifsuldeminas.edu.br)

<sup>3</sup>Discente, IPSANTARÉM -ESA. E-mail: [210300208@esa.ipsantarem.pt](mailto:210300208@esa.ipsantarem.pt)

<sup>4</sup>Discente, IPSANTARÉM -ESA. E-mail: [210300032@esa.ipsantarem.pt](mailto:210300032@esa.ipsantarem.pt)

<sup>5</sup>Discente, IPSANTARÉM -ESA. E-mail: [210300222@esa.ipsantarem.pt](mailto:210300222@esa.ipsantarem.pt)

<sup>6</sup>Orientadora, IPSANTARÉM -ESA. E-mail: [maria.lima@esa.ipsantarem.pt](mailto:maria.lima@esa.ipsantarem.pt)

ingestão, preservando-se as características nutricionais das frutas.

As medições dos parâmetros reológicos são uma ferramenta analítica valiosa para compreender a estrutura complexa dos alimentos. Esses parâmetros são fundamentais nos processos industriais de transferência de massa e desempenham um papel crucial na otimização e desenvolvimento de produtos, avaliação sensorial, controle de qualidade e em cálculos de processos como dimensionamento de trocadores de calor, sistemas de bombeamento, filtração, concentração e pasteurização (Vidal *et al.*, 2004; Ahmed; Ramaswamy, 2007).

Portanto, o estudo do comportamento reológico de purês de fruta é indispensável nos processos industriais, visto que no processamento destes alimentos são utilizadas diversas operações unitárias que possuem ligação direta com suas propriedades reológicas, sendo necessário o conhecimento do comportamento dos fluidos para um correto dimensionamento de instalações, processos, equipamentos e tubulações (Moura *et al.*, 2016). Assim, o presente trabalho consiste na determinação das propriedades reológicas através da medição da viscosidade de purê de morango e maçã comprado em mercado local, utilizando-se um viscosímetro rotacional de cilindros coaxiais - Haake VT550 com controle de temperatura a 20°C, através dos programas 1 e 6 medidos em rpm (1/min).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

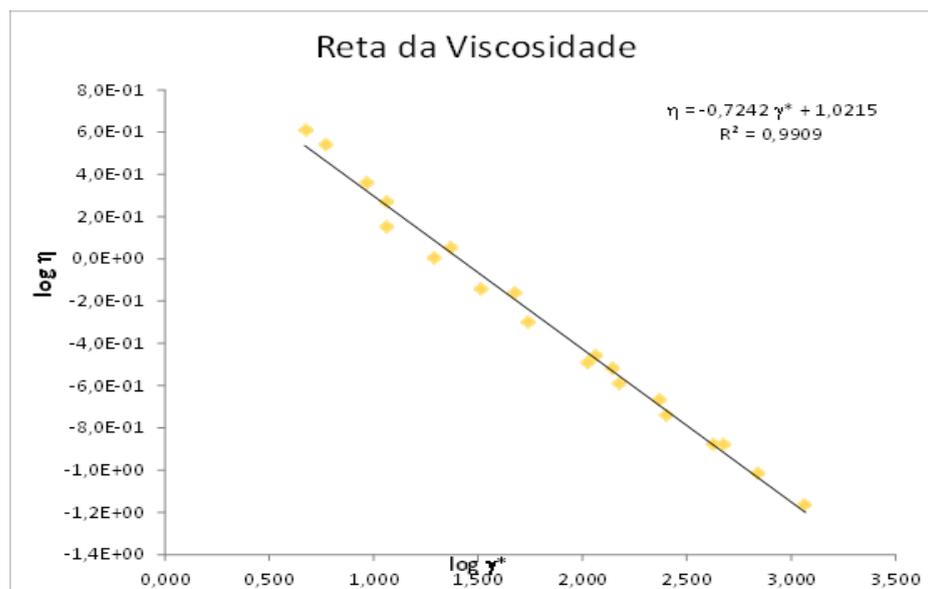
Os purês de frutas no sabor maçã e morango foram adquiridos no comércio local de Santarém - Portugal, sendo 4 saquetas de 90 g cada.

Para a realização da análise de viscosimetria foram utilizados os programas 1 (5.0; 8.3; 13.9; 23.2; 45.3; 64.6; 107.8; 179.6; 297.6; 500.0) e 6 (2.0; 2.5; 4.0; 5.0; 10.0; 20.0; 50.0; 59.9; 100.2; 200.1) em rpm (1/min) num total de 20 pontos. Utilizou-se um viscosímetro rotacional de cilindros coaxiais- Haake VT550, para medir os parâmetros da viscosidade, torque, velocidade de deformação (shear rate) e tensão tangencial (shear stress). O sensor de medição foi o MV1 (gap simples) para a viscosidade intermediária. Para controle da temperatura foi utilizado um banho termostaticado ThermoHAAKE K10, com um circulador DC30 para manter a temperatura a 20 °C.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi construído um gráfico  $\log \eta$  versus  $\log \dot{\gamma}$  (figura 1) pela aplicação de logaritmos à lei da potência, resultando a reta  $y = ax + b$ , em que  $a = (n - 1)$  e  $b = \log K$ , o que permitiu determinar o índice de escoamento  $n = 1 + a = 0.276$  e a consistência  $K = 10^{1.0215} = 10.508 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{0.276}$  para  $R^2 = 0.9909$  e  $R = 0.9954$ , indica que há uma relação linear  $\log \eta$  versus  $\log \dot{\gamma}$ .

Figura 1 - Regressão de viscosidade e escoamento do purê de maçã e morango.



Após a determinação destes dois parâmetros empíricos, foi possível calcular a tensão tangencial ( $\tau$  em Pa) para o cálculo da tensão e para a representação da curva de escoamento. Na figura 1 é apresentado o gráfico da regressão de viscosidade e de escoamento, em escala logarítmica. Onde é possível constatar que efetivamente a viscosidade diminui com o aumento da velocidade de deformação. Por outro lado, pelo ajuste do modelo matemático empírico, lei da potência, foi possível obter o parâmetro que confirmam esta afirmação porque  $n = 0.276 < 1$ , caracterizando o purê como um fluido reofluidificante.

Além disso, pela aplicação da lei da potência  $\eta(\dot{\gamma}) = 10.508 \times \dot{\gamma}^{-0.724}$  em Pa.s, é possível utilizando o 1º ponto, a mediana e o último pontos de velocidade de deformação. Através deles foi possível calcular valores de viscosidade que permitiram dar indicações da gama de viscosidade do fluido em estudo, no início e no final do escoamento, informações muito importantes quando se transpõe para as condições de processamento deste fluido em termos industriais, como demonstra o quadro 1.

Quadro 1- Viscosidade em função da taxa de deformação.

ponto	$\dot{\gamma}^*$ (1/s)	$\eta$ (Pa.s)
primeiro	4.68	3.440
mediana	80.1	0.439
último	1170	0.063

Assim, a formulação dos produtos alimentares tem uma grande importância no seu comportamento reológico. No caso do purê de frutas analisado, a presença de sementes, especialmente do morango, pode ter influenciado os valores de viscosidade devido à sua resistência

sólida, que gera atrito no viscosímetro. Além das sementes, a composição macromolecular das frutas, como os polissacarídeos, também contribui para a variação e valores relativamente elevados da viscosidade desses alimentos.

## 5. CONCLUSÃO

As metodologias utilizadas foram fundamentais para avaliar a qualidade e a viscosidade do purê de morango e maçã, revelando consistência e fluidez semelhantes entre as amostras. A análise, realizada com viscosímetro e baseada na lei da potência, mostrou que o purê é um fluido não-newtoniano reofluidificante. Esses dados são importantes para o controle de qualidade e a otimização da produção, garantindo a padronização do produto final. O viscosímetro foi destacado como uma ferramenta essencial para a análise física de alimentos, promovendo eficiência na produção.

## AGRADECIMENTOS

Ao IFSULDEMINAS e ao programa de mobilidade pelo fomento da bolsa de mobilidade estudantil e ao Instituto Politécnico de Santarém, pelo acolhimento e disponibilidade da infraestrutura.

## REFERÊNCIAS

AHMED, J.; RAMASWANY, H. S. Dynamic rheology and thermal transitions in meat-based trained baby foods. *Journal of Food Engineering*, v. 78, p. 1274-1284, 2007.

MASSA, A.; GONZÁLEZ, C.; MAESTRO, A.; LABANDA, J.; IBARZ, A. Rheological characterization of peach purees. *Journal of texture studies*, v. 41, n. 4, p. 532-548, 2010.

MOURA, SCSR de et al. **Propriedades físicas e reológicas de produtos de frutas**. v. 19, e2015086, 2016.

SALAZAR-ORBEA, G. L. et al. Estabilidade de compostos fenólicos em maçã e morango: Efeito de diferentes técnicas de processamento em configuração industrial. *Food Chemistry*, v. 401, p. 134099, 2023.

VIDAL, J. R. M. B.; PELEGRINI, D. H.; GASPARETTO, C. A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga (mangífera). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, p. 39-42, 2004.