

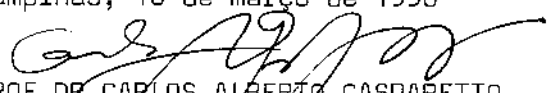
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

REOMETRIA DE SUCO CONCENTRADO DE FRUTAS

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por TATIANA GEHRKE e aprovada pela Comissão Julgadora em 18 de março de 1996.

Campinas, 18 de março de 1996


PROF. DR. CARLOS ALBERTO GASPARETTO

Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Autora: TATIANA GEHRKE

Orientador: PROF. DR. CARLOS ALBERTO GASPARETTO

Campinas, março de 1996.

UNIDADE	-PC
N.º CHAMADA	
UNICAMP	
5274N	
27436	
667/96	
0	0
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	25/04/96
N.º CPD	

CM-00087262-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

G311r

Gehrke, Tatiana

Reometria de suco concentrado de frutas / Tatiana Gehrke. --
Campinas, SP : [s.n.], 1996.

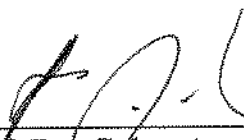
Orientador: Carlos Alberto Gasparetto
Dissertação (mestrado) -Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Reômetros. 2. Suco de fruta concentrado. 3. Viscosidade.
4.*Pseudoplástico 5. *Instabilidades. I. Gasparetto, Carlos Alberto.
II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto
(orientador)



Prof. Dr. Celso Arruda
(membro)



Prof. Dra. Katia Tannous
(membro)

Prof. Dr. Satoshi Tobinaga
(membro)

Campinas, de março de 1996.

*Aos meus pais,
Arno e Alida, e irmãos Rogério e
Sabrina, com amor.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto, pela orientação da tese e pelo apoio.

Aos meus pais, Arno e Alida, e irmãos, Rogério e Sabrina, pelo apoio, carinho e amor.

Aos meus amigos, por todo apoio e momentos de descontração e alegria.

Aos Profs. Drs. Celso Arruda, Katia Tannous e Satoshi Tobinaga, pelas correções e sugestões da tese.

À Ângela, técnica do Laboratório de Propriedades Físicas, pela colaboração e amizade.

Aos responsáveis pelo Núcleo Setorial de Informática, Arnaldo e Nivaldo, pela atenção e colaboração.

Ao Centro Pluridisciplinar de Pesquisa Químicas, Biológicas e Agrícolas, pelo uso do equipamento.

Ao Laboratório de Engenharia de Petróleo, em especial ao responsável Pompeo, pelo auxílio e uso do equipamento.

Aos colegas, professores e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos, sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro durante 24 meses.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABELAS	iii
NOMENCLATURA	iv
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	vii
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
1. 1. INTRODUÇÃO	1
1. 2. OBJETIVOS	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. LEI DA VISCOSIDADE DE NEWTON	3
2.2. COMPORTAMENTO REOLÓGICO DOS FLUIDOS.....	4
2.3. REOMETRIA	11
2.4. MODELOS DE COMPORTAMENTO.....	12
2.5. FAIXAS PRÁTICAS DE VARIÁVEIS QUE AFETAM A VISCOSIDADE	15
2.5.1. Efeito da temperatura e concentração	15
2.5.2. Efeito da taxa de deformação.....	17
2.5.3. Efeito da pressão	18
2.6. DESCRIÇÃO DOS REÔMETROS	18
2.6.1. Reômetro capilar	19
2.6.2. Reômetro rotacional de cilindro concêntrico.....	21

2.6.3. Reômetro de cone e placa	22
2.6.4. Reômetro de Placas Paralelas	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	24
3.2. MEDIDAS EXPERIMENTAIS	24
3.2.1. Reômetro de Placas Paralelas	24
3.2.2. Reômetro de Cilindros Concêntricos	25
3.3. PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS	27
3.3.1. Processamento dos resultados do Reômetro de Placas Paralelas	28
3.3.2. Processamento dos resultados do Reômetro de Cilindros Concêntricos.	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. MEDIDAS REALIZADAS NO REÔMETRO DE PLACAS PARALELAS	30
4.2. MEDIDAS REALIZADAS NO REÔMETRO DE CILINDROS CONCÊNTRICOS	34
4.2.1. Sistema MS-DIN 145 (tipo Searle)	34
4.2.2. Sistema MS-DIN 1075.....	38
4.3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS USANDO-SE OS DOIS REÔMETROS	42
5. CONCLUSÕES.....	47
6. SUGESTÕES	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXO A	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1. Escoamento de um fluido entre duas placas paralelas.	4
Figura 2.2.1. Curvas de escoamento para vários tipos de fluidos independentes do tempo.	5
Figura 2.2.2. Curvas de escoamento para fluidos com comportamento dependente tempo.	6
Figura 2.2.3. Comportamento de fluidos elásticos e inelásticos.	7
Figura 2.2.4. Diagrama tensão em função do tempo (resposta) para um corpo de Kelvin-Voigt	9
Figura 2.2.5. Diagrama tensão em função do tempo (resposta) para um corpo de Maxwell.....	9
Figura 2.2.6. Diagrama tensão em função do tempo (resposta) para um corpo de Burger.	10
Figura 2.6.1. Geometrias de reômetros.	18
Figura 2.6.2. Arranjo experimental de um reômetro do tipo capilar.	20
Figura 2.6.3. Gráfico para determinação do comportamento do fluido, usando-se um reômetro capilar.	21
Figura 2.6.4. Diagrama esquemático do reômetro de cilindro concêntrico	22
Figura 2.6.5. Diagrama esquemático do reômetro de cone e placa.	22
Figura 3.2.1. Reômetro Haake Rotovisco.	25
Figura 3.2.2. (a) Sistema MS-DIN 145. (b) Sistema MS-DIN 1075.	26
Figura 4.1.1. Suco de laranja a 35 ⁰ Brix	30
Figura 4.1.2. Suco de laranja a 45 ⁰ Brix	30
Figura 4.1.3. Suco de laranja a 55 ⁰ Brix	31
Figura 4.1.4. Suco de laranja a 64,8 ⁰ Brix	31
Figura 4.1.5. Reogramas para o suco de laranja a 64.8 ⁰ Brix e temperatura de 50 ⁰ C.	33
Figura 4.2.1. Suco de laranja a 35 ⁰ Brix.	35

Figura 4.2.2. Suco de laranja a 45 ⁰ Brix.	35
Figura 4.2.3. Suco de laranja a 55 ⁰ Brix35	35
Figura 4.2.4. Suco de laranja a 64.8 ⁰ Brix35	35
Figura 4.2.5. Suco de caju a 57.2 ⁰ Brix.36	36
Figura 4.2.6. Suco de maracujá a 45 ⁰ Brix.....36	36
Figura 4.2.7. Suco de maracujá a 59.2 ⁰ Brix.....36	36
Figura 4.2.8. Suco de limão a 61 ⁰ Brix.36	36
Figura 4.2.9. Suco de laranja a 35 ⁰ Brix38	38
Figura 4.2.10. Suco de laranja a 45 ⁰ Brix38	38
Figura 4.2.11. Suco de laranja a 55 Brix.....39	39
Figura 4.2.12. Suco de laranja a 64.8 ⁰ Brix39	39
Figura 4.2.13. Suco de caju a 57.2 ⁰ Brix39	39
Figura 4.2.14. Suco de limão a 61 ⁰ Brix39	39
Figura 4.2.15. Suco de maracujá a 45 ⁰ Brix.....40	40
Figura 4.2.16. Suco de maracujá a 59.2 ⁰ Brix.....40	40
Figura 4.3.1. Suco de laranja a 35 ⁰ Brix e 60 ⁰ C.....43	43
Figura 4.3.2. Suco de laranja a 45 ⁰ Brix e 60 ⁰ C.....43	43
Figura 4.3.3. Suco de laranja a 45 ⁰ Brix e temperatura de 80 ⁰ C.....43	43
Figura 4.3.4. Suco de laranja a 55 ⁰ Brix e temperatura de 80 ⁰ C.....43	43
Figura 4.3.5. Suco de laranja a 64.8 ⁰ Brix e temperatura igual a 50 ⁰ C44	44
Figura 4.3.6. Comparação dos sistemas MS-DIN 145 e 107545	45
Figura 4.3.7. Comparação dos sistemas MS-DIN 1075 e placas paralelas.....45	45
Figura 4.3.8. Comparção dos sistemas MS-DIN 145 e placas paralelas45	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1.1. Valores de concentrações de sólidos solúveis para os sucos utilizados nos experimentos.....	24
Tabela 3.2.2. Condições experimentais no sistema de cilindros concêntricos e placas paralelas.	27
Tabela 4.1.1. Parâmetros do modelo de Ostwald para o suco de laranja.....	31
Tabela 4.1.2. Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para o suco de laranja	32
Tabela 4.1.3. Parâmetros para o modelo de Casson	32
Tabela 4.2.1. Parâmetros do modelo de Ostwald.	37
Tabela 4.2.2. Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley.	37
Tabela 4.2.3. Parâmetros do modelo de Casson.	37
Tabela 4.2.4. Parâmetros do modelo de Ostwald	40
Tabela 4.2.4. Continuação.	41
Tabela 4.2.5. Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley	41
Tabela 4.2.6. Parâmetros para o modelo de Casson - Modelo MS-DIN 1075.....	41
Tabela 4.2.6. Continuação.	42

NOMENCLATURA

- A - área (m^2)
- A_1 - Constante da equação 2.5.2
- A_2 - Constante da equação 2.5.3
- C - concentração de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$ ou %sólidos)
- C_1 - constante da mola
- C_2 - constante de amortecimento
- D - diâmetro interno do tubo
- E_a - Energia de ativação (Kcal.g.mol^{-1})
- H - altura (m)
- F - força (N)
- G, G_0 , G_1 - Módulo de cisalhamento
- k - módulo de rigidez
- K - índice de consistência (equação 2.4.2)
- K_C - constante da equação 2.4.4
- K_H - índice de consistência (equação 2.4.3)
- K_M - constante da equação 2.4.5
- K_{OC} - constante da equação 2.4.4
- K_{OM} - constante da equação 2.4.5
- K_{OSW} - constante de correção para taxa de deformação
- L - comprimento do tubo
- n - índice de comportamento do escoamento (equação 2.4.2)
- n_H - índice de comportamento do escoamento (equação 2.4.3)
- Q - vazão
- R - constante dos gases ($1,987 \text{ cal.g.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$)
- R_a - raio externo do cilindro rotativo (mm)
- R_b - raio interno do cilindro fixo (mm)

S - tensor de tensões
U - velocidade (m/s)
T - temperatura absoluta (K)
 Δ - tensor simétrico da taxa de deformação
 Δp - queda de pressão ao longo de L
 $\dot{\gamma}$ - taxa de deformação (s^{-1})
 λ - tempo de relaxamento
 μ - viscosidade (Pa.s)
 η - viscosidade aparente (Pa.s)
 η_0 - Constante da equação 2.5.1
 η_1 - Constante da equação 2.5.2
 η_2 - Constante da equação 2.5.3
 τ - Tensão de cisalhamento
 τ_0 - Tensão de cisalhamento inicial

Tese de Mestrado: “REOMETRIA DE SUCO CONCENTRADO DE FRUTAS”

Autora: Tatiana Gehrke

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto

Departamento de Engenharia de Alimentos - FEA - UNICAMP - Março/96.

RESUMO

Foi desenvolvido um trabalho experimental de reometria de sucos concentrados comerciais de caju, laranja, limão e maracujá, com o objetivo de comparar os resultados obtidos em três sistemas de medida: placas paralelas, cilindros concêntricos tipo Searle e anular fixo com copo invertido (“double gap”). As faixas de medida foram: concentração de 35 a 65 °Brix e temperatura de +50 a +80 °C. Os resultados obtidos mostram que o reômetro tipo Searle tem faixa de operação confiável muito reduzida devido ao aparecimento de instabilidades que comprometem o escoamento viscométrico. Nos experimentos a 70 e 80 °C houve perdas de água por evaporação que chegaram a ocasionar variações de até 7% na concentração medida em °Brix. Este efeito pode induzir a uma falsa tixotropia e necessita monitoramento apurado, sendo mais difícil de medir e controlar no sistema de placas paralelas. Todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico e foram descritas por ajuste dos modelos de Ostwald de Waele, Casson e Herschel-Bulkley. Os três sistemas de medida não produziram os mesmos parâmetros de ajuste aos modelos reológicos. O sistema Searle apresenta grandes desvios que são típicos da presença de instabilidades, portanto este não é um sistema adequado para caracterizar reologicamente sucos concentrados a temperaturas acima de 50 °C. O sistema de placas paralelas indicou viscosidade aparente maior para todas as condições de medida.

Palavras-chave: Reometria, suco concentrado, viscosidade aparente, pseudoplástico, instabilidades.

M. Sc. Thesis: "RHEOMETRY OF CONCENTRATED FRUIT JUICE"

Author: Tatiana Gehrke

Supervisor: Carlos Alberto Gasparetto

Department of Food Engineering - FEA - UNICAMP - March/96.

SUMMARY

This is an experimental investigation on rheometry of marketed concentrated fruit juice of cashew, orange, lime and passion fruit. The purpose was the comparison of results obtained from three measuring systems: parallel plates, Searle concentric cylinders and double gap. Concentration ranged within 35 to 65 °Brix and temperature within 50 to 80 °C. The Searle system exhibited a narrow range of reliable operation, as demonstrated by experimental data showing instabilities which disturbed the viscometric flow. Evaporation occurred at 70 to 80 °C causing differences up to 7% in the concentration measured as °Brix. This effect produces an apparent thixotropy which has to be accurately monitored but it is difficult to measure and to control with the parallel plate system. All samples exhibited pseudoplastic behaviour which was described using the models by Ostwald de Waele, Casson and Herschel Bulkley. The three measuring systems did not lead to the same value for the parameters of rheological models. The Searle system produced data points with large deviations, typically indicating the presence of instabilities, therefore this is not a suitable system for the rheological characterization of concentrated juices at temperatures above 50 °C. The parallel plate system showed higher apparent viscosity for all conditions of experiments.

Key words: Rheometry, concentrated juice, apparent viscosity, pseudoplastic, instabilities.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1. 1. INTRODUÇÃO

As propriedades reológicas de sucos e polpas de frutas são muito importantes, já que influem no desenvolvimento do processo de elaboração e aceitação do produto pelo consumidor. Além disso também são empregadas como medida de controle de qualidade e no projeto de equipamentos e processos.

Nas medidas das propriedades reológicas a temperaturas acima da ambiente, observa-se o fenômeno da evaporação da água, o que ocasiona uma mudança na concentração do material que está sendo analisado. Nos estudos do efeito da temperatura e concentração, encontram-se faixas mais críticas onde uma pequena variação da temperatura ou concentração ocasiona uma grande mudança no valor dessas propriedades.

Para a obtenção de propriedades reológicas são usados os instrumentos de medida conhecidos como reômetros. Os tipos mais utilizados são os tubos capilares, os cilindros concêntricos, placas paralelas e os do tipo cone e prato. Se o reômetro tem geometria que apresenta uma grande superfície livre do fluido, o efeito da evaporação da água pode ser bastante pronunciado, principalmente a altas temperaturas. Portanto, o estudo do efeito da evaporação em diferentes reômetros, é de grande interesse prático, pois os dados de viscosidade usados nos projetos de equipamentos devem ser determinados com a máxima precisão possível, evitando um sub ou superdimensionamento desses equipamentos. Sabe-se também que muitos dados experimentais da literatura são difíceis de reproduzir e esse efeito de evaporação pode ser uma das razões. Outra razão importante que impede a reprodução de dados é a

diferença entre sistemas de medida e os desvios que ocorrem nos valores medidos com cada um desses sistemas em particular.

1. 2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento reológico de sucos de frutas a temperaturas acima da ambiente. Este estudo se concentrou em faixas de temperatura (50 a 80 °C) e concentração (35 a 65 °Brix) onde ocorrem variações bruscas de propriedades reológicas e que são de grande interesse prático principalmente nos processos de concentração por evaporação da água. O comportamento reológico será analisado em termos dos seguintes modelos: lei da potência, Herschel-Bulkley e Casson. Os parâmetros que descrevem o comportamento reológico são fundamentais na definição dos adimensionais de Reynolds e Prandtl, nas correções das propriedades na temperatura de parede e na temperatura média de mistura. Portanto é de grande interesse verificar se as medidas são dependentes do tipo de reômetro e do efeito da temperatura e conseqüentemente da evaporação. Foi feita uma comparação dos resultados experimentais obtidos em três reômetros: placas paralelas, cilindros concêntricos (tipo Searle) e de copo invertido ("double gap").

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. LEI DA VISCOSIDADE DE NEWTON

Isaac Newton introduziu o conceito de viscosidade em 1687, dando atenção para líquidos (água e óleos) e apresentou hipóteses associadas com o escoamento simples de fluidos entre duas placas paralelas, como mostrado na Figura 2.1.1. A viscosidade é o sinônimo de atrito interno e é a medida da resistência ao escoamento (BARNES *et alii*, 1989.). A força por unidade de área, necessária para produzir o movimento é F/A e é denominada por τ (tensão de cisalhamento), a qual é proporcional ao gradiente de velocidade ou taxa de deformação U/H . A constante de proporcionalidade μ é chamada de coeficiente de viscosidade (BIRD *et alii*, 1960)

$$\tau = \mu \frac{U}{H} \quad (2.1.1)$$

sendo que $\frac{U}{H}$ é usualmente escrito como $\dot{\gamma}$.

$$\tau = \text{tensão de cisalhamento} = \frac{\text{força}}{\text{área}} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

$$\dot{\gamma} = \text{taxa de deformação} = \frac{m/s}{m} = s^{-1}$$

Portanto:

$$\mu = \frac{\tau}{U/H} = \frac{N/m^2}{s^{-1}} = Pa.s$$

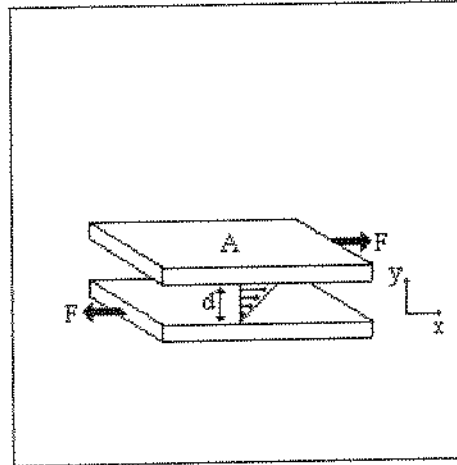


Figura 2.1.1. Escoamento de um fluido entre duas placas paralelas.

A unidade no SI (Sistema Internacional) é o Pascal. segundo, abreviada como Pa.s. Outra unidade bastante usada é o Poise (P) do sistema cgs. Como exemplo a viscosidade da água a 20,2^o C é 1 mPa.s ou 1cP. Portanto 1 cP=1x10⁻³ Pa.s. (BARNES *et alii*, 1989).

Os fluidos que obedecem o postulado de Newton são chamados de fluidos newtonianos (BIRD *et alii*, 1960). Para estes fluidos, o escoamento acontece logo que a tensão é aplicada, e μ é independente da taxa de deformação e da tensão de cisalhamento.

2.2. COMPORTAMENTO REOLÓGICO DOS FLUIDOS

Fluidos que não seguem comportamento newtoniano são chamados de não-newtonianos. Para caracterizar fluidos não newtonianos pode ser usada a viscosidade aparente η a uma taxa de deformação específica

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (2.2.1)$$

onde τ é a tensão de cisalhamento e $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (BARNES *et alii*, 1989).

Numa temperatura constante a viscosidade aparente para fluidos independentes do tempo depende somente da taxa de deformação. Para os fluidos dependentes do tempo a viscosidade aparente depende também da duração do cisalhamento. Comportamento de escoamento independente do tempo pode ser dividido nas categorias: pseudoplásticos e dilatantes, dependendo se a viscosidade aparente decresce ou aumenta, respectivamente, com a taxa de deformação. Fluidos dilatantes são raramente encontrados. A Figura 2.2.1, apresenta as curvas de comportamento para fluidos com escoamento independente do tempo (RAO & RIZVI, 1986).

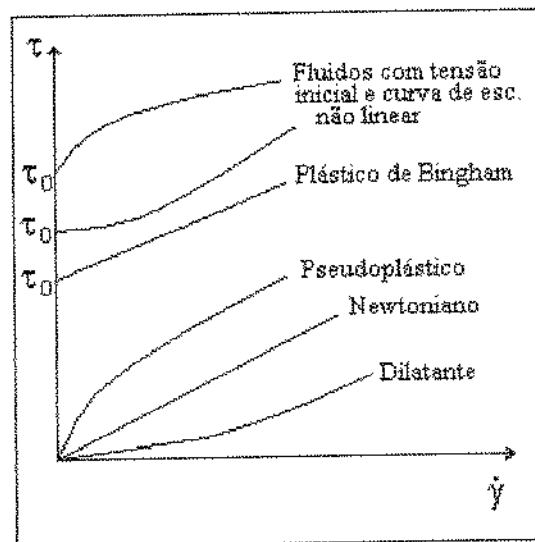


Figura 2.2.1. Curvas de escoamento para vários tipos de fluidos independentes do tempo.

Os materiais podem apresentar ou não uma tensão inicial a ser vencida antes deles escoarem como fluidos. O comportamento físico de fluidos com tensão inicial é usualmente explicado em termos da sua estrutura interna, a qual é capaz de impedir o movimento para valores de tensão de cisalhamento menores do que um valor

limite τ_0 . Para τ maior do que τ_0 a estrutura interna colapsa, permitindo que ocorra escoamento. A estrutura interna pode recuperar-se quando τ passa a ser menor do que τ_0 (SKELLAND, 1967).

Fluidos não newtonianos com propriedades reológicas dependentes do tempo são subdivididos em fluidos tixotrópicos e reopéticos. No caso do primeiro, a uma taxa de deformação fixa, a viscosidade decresce com o tempo e para o último, a viscosidade aumenta com o tempo (SKELLAND, 1967).

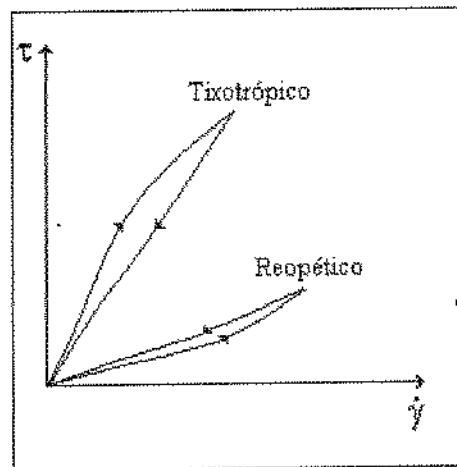


Figura 2.2.2. Curvas de escoamento para fluidos com comportamento dependente tempo.

A deformação de um corpo pode ser dividida em dois tipos gerais: (1) deformação espontaneamente reversível, caracterizando a elasticidade e (2) deformação irreversível caracterizando o escoamento. O trabalho usado na deformação de um corpo perfeitamente elástico é recuperado quando o corpo retorna para a sua forma original (VAN WAZER *et alii*, 1963).

Na Figura 2.2.3, é apresentado o comportamento de fluidos elásticos e inelásticos quando estes são submetidos a escoamento em um tubo e quando agitados. Alguns exemplos de fluidos elásticos são clara de ovo e massa de bolo.

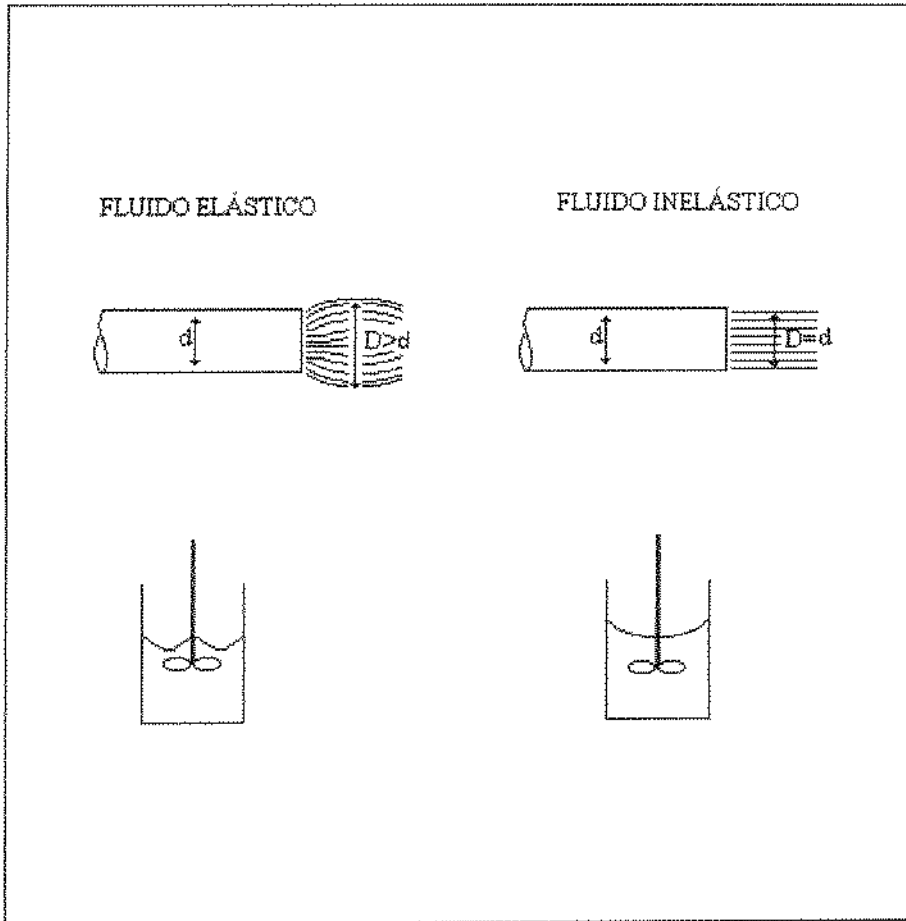


Figura 2.2.3. Comportamento de fluidos elásticos e inelásticos.

Os fluidos viscoelásticos, apresentam ambas as propriedades, viscosidade e elasticidade. O corpo elástico de Hook, dado como o modelo de um sólido ideal, pode ser representado por uma mola, desde que a força da mola seja proporcional à deformação, então:

$$F = C_1 x \quad (2.2.2)$$

onde C_1 é a constante da mola (PRENTICE, 1986). Um líquido puramente viscoso pode ser representado por um amortecedor, desde que a força no amortecedor seja proporcional à taxa de deformação, ou

$$F = C_2 \frac{dx}{dt} \quad (2.2.3)$$

onde C_2 é a constante de amortecimento (SKELLAND, 1967).

Usando-se combinações de modelos de molas e amortecedores, em série ou em paralelo, pode-se demonstrar propriedades típicas de fluidos viscoelásticos, e apresentar equações para suas respostas força/deformação.

O tipo de ligação entre os modelos mecânicos definem um sólido viscoelástico (Kelvin-Voigt) ou um líquido viscoelástico (Maxwell). Estes modelos são relativamente simples, visto que possuem ligações de somente uma mola e um amortecedor simples.

O sólido de Kelvin-Voigt combina mola e amortecedor em paralelo. A deformação total é igual a deformação no amortecedor e igual a deformação na mola. A tensão aplicada é igual a soma das tensões na mola e no amortecedor. Substituindo as equações de estado (2.2.4 e 2.2.5) para a resposta elástica da mola e a resposta viscosa de líquidos newtonianos, obtém-se a equação 2.2.6 como solução.

$$\tau = G \cdot \gamma \quad (2.2.4)$$

onde G é o módulo de cisalhamento.

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (2.2.5)$$

$$\gamma(t) = \tau_0 / G \left[1 - e^{(-t/\lambda)} \right] \quad (2.2.6)$$

onde $\lambda = \eta / G$ é o tempo de relaxamento.

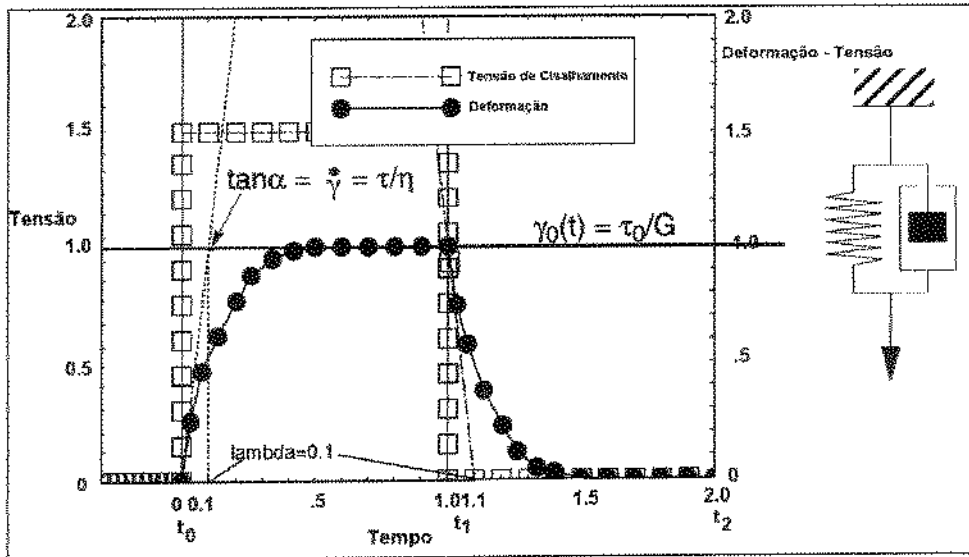


Figura 2.2.4. Diagrama tensão em função do tempo (resposta) para um corpo de Kelvin-Voigt

O corpo de Maxwell é formado por uma combinação em série de uma mola e um amortecedor, como mostrado na Figura 2.2.5. Neste caso, a tensão em ambos os elementos é a mesma, e a deformação total é a soma das deformações na mola e no amortecedor. A solução da equação para este modelo é:

$$\gamma(t) = (\tau_0/\eta).t + \tau_0/G \quad (2.2.7)$$

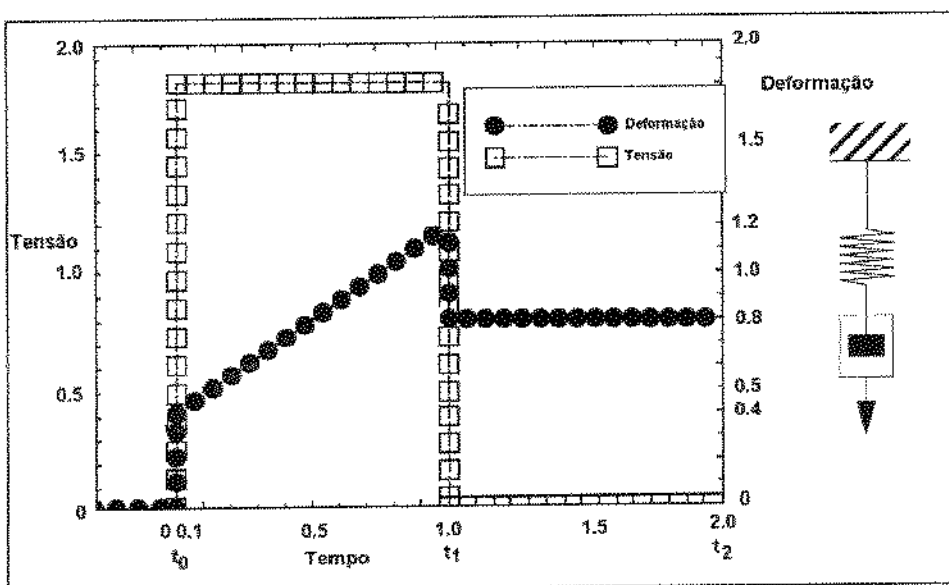


Figura 2.2.5. Diagrama tensão em função do tempo (resposta) para um corpo de Maxwell

2.3. REOMETRIA

A viscosidade é uma importante propriedade física relacionada com a qualidade de produtos alimentícios fluidos. Dados reológicos são também essenciais para o projeto e avaliação dos equipamentos da indústria de processamento de alimentos, como bombas, trocadores de calor, evaporadores, esterilizadores, filtros e misturadores (SARAVACOS, 1970). É importante ressaltar que os materiais reologicamente complexos eram difíceis de serem caracterizados (SHET, 1976).

Um coeficiente de viscosidade constante é suficiente para determinar o comportamento de fluidos newtonianos incompressíveis sobre quaisquer condições de movimento e tensão. A medida do coeficiente de viscosidade envolve o uso de um viscosímetro, definido simplesmente como um instrumento de medida de viscosidade. A viscosidade de fluidos não newtonianos pode ser dependente da taxa de deformação. O viscosímetro é, todavia, inadequado para caracterizar o comportamento destes materiais e deve ser substituído pelo reômetro, definido como um instrumento de medida de propriedades reológicas (WALTERS, 1975). Ou seja, instrumentos que medem propriedades visco-elásticas de sólidos, semi-sólidos e fluidos são chamados de reômetros. Instrumentos que têm seu uso limitado para medida de escoamento com comportamento viscoso de fluidos são descritos como viscosímetros. (SCHRAMM, 1994).

A reologia de qualquer sistema é avaliada tipicamente pela medida e análise das curvas de comportamento obtidas usando um reômetro adequado. Quando se estuda o comportamento reológico dos produtos tenta-se sempre representá-los pelos modelos mais convenientes e preferencialmente aqueles já em uso, dessa maneira é possível comparar resultados obtidos por diferentes pesquisadores.

2.4. MODELOS DE COMPORTAMENTO

Soluções gerais para as equações do movimento de fluidos reais são extremamente complexas e devem considerar o escoamento em todas as direções.

Supondo estado estacionário, fluido incompressível, e fluido não-Newtoniano, expressões convenientes para o tensor de tensões têm sido obtidas para três tipos de fluidos: corpo de Bingham; modelo de Ostwald-de Waele ou modelo da lei da potência; e modelo de Reiner-Philippoff.

As expressões para estes três modelos são empíricas e são usadas somente porque têm sido encontradas para aproximar o comportamento real de alguns poucos materiais. Mais adiante, assume-se que a tensão de cisalhamento e a viscosidade são relacionadas pela equação:

$$S = -\eta\Delta \quad (2.4.1)$$

onde S é o tensor de tensões constituído de 9 componentes e Δ é o tensor simétrico da taxa de deformação e η é a função viscosidade.

Esta abordagem exata, só resulta em algo prático no caso newtoniano. Nos demais, torna-se um complexo matemático sem utilidade prática, pois não é possível imaginar experimentos para determinar as propriedades que não se anulam.

Dai, surgem modelos empíricos, os quais têm sido propostos para relacionar diretamente as grandezas escalares da tensão de cisalhamento com taxa de deformação.

Muitos modelos reológicos têm sido empregados para os dados das curvas de produtos de frutas. O modelo da lei da potência com ou sem o termo de tensão inicial (equações 2.4.2 e 2.4.3) têm sido extensamente empregado para descrever o comportamento do escoamento viscoso de alimentos sobre uma grande faixa de taxas de deformação. Ele é um dos modelos mais simples e fácil de ser entendido (CRANDALL *et alii*, 1982).

$$\tau = K \left(\dot{\gamma} \right)^n \quad (2.4.2)$$

$$\tau - \tau_0 = K_H \dot{\gamma}^{n_H} \quad (2.4.3)$$

onde τ_0 é a tensão inicial, K e K_H são o índice de consistência, n e n_H são o índice de comportamento do escoamento. A equação 2.4.3. também é conhecida como modelo de Herschel-Bulkley, e é bastante usada para suco de laranja concentrado (RAO *et alii*, 1984). Estes modelos também foram usados por SÁENZ & COSTELL (1986), no estudo do comportamento reológico de produtos de limão.

O modelo de Casson (equação 2.4.4) tem sido usado para alimentos, particularmente para estimar a tensão inicial (VITALI & RAO (b), 1984) A grandeza de K_{OC}^2 tem sido usada como tensão inicial por um número de pesquisadores.

$$\tau^{0.5} = K_{OC} + K_C \dot{\gamma}^{0.5} \quad (2.4.4)$$

onde K_C e K_{OC} são constantes do modelo.

O modelo de Casson tem sido adotado como método oficial para a interpretação dos dados de escoamento de chocolate pelo International Office of Cocoa and Chocolate (RAO & RIZVI, 1986).

MIZRAHI & BERK (1972) deduziram uma equação modificada de Casson e empregaram para descrever os dados de tensão de cisalhamento - taxa de deformação do suco de laranja concentrado. O desenvolvimento foi baseado no modelo de uma suspensão de partículas interagindo em um solvente pseudoplástico. A equação desenvolvida foi (MIZRAHI & FIRSTENBERG (1975):

$$\tau^{0.5} - K_{OM} = K_M \dot{\gamma}^{n_H} \quad (2.4.5)$$

Foi encontrado que K_{OM} era afetado pela concentração de partículas suspensas e pela concentração de pectina solúvel e K_M e n_H foram determinados principalmente pelas propriedades do solvente.

A relação de Bingham (equação 2.4.6) tem sido empregada para descrever o comportamento do escoamento de purês de damasco (RAO & RIZVI, 1986).

$$\tau - \tau_0 = \eta \left(\dot{\gamma} \right) \quad (2.4.6)$$

Existem ainda muitas outras relações empíricas para relacionar tensão de cisalhamento com taxa de deformação.

2.5. FAIXAS PRÁTICAS DE VARIÁVEIS QUE AFETAM A VISCOSIDADE

A viscosidade de materiais reais pode ser significativamente afetada por variáveis como taxa de deformação, temperatura, concentração, pressão e tempo de cisalhamento, e é claramente importante destacar a via de dependência da viscosidade com suas variáveis (BARNES *et alii*, 1989).

2.5.1. Efeito da temperatura e concentração

Todos os fluidos estão sujeitos a diferentes temperaturas durante o processamento, estocagem, transporte, mercadologia e consumo (RAO & RIZVI, 1986). Em aplicações industriais envolvendo sistemas aquosos, o interesse está restrito a 0 a 100 °C. Óleos lubrificantes e graxas são usados ao redor de -50 a 300 °C. Polímeros fundidos são usualmente manuseados na faixa de 150 a 300 °C, e vidro fundido é processado acima de 500 °C (BARNES *et alii*, 1989). Por esta razão, as propriedades reológicas são estudadas como uma função da temperatura (RAO & RIZVI, 1986).

Os reômetros disponíveis no laboratório têm facilidades para serem testados na faixa de -50 a 150 °C usando um controlador externo de temperatura com um fluido térmico em circulação ou um banho de imersão. A altas temperaturas são usados banhos de ar. Em geral, o efeito da temperatura na viscosidade (μ) ou na viscosidade aparente (η) determinado a uma taxa de deformação específica, pode ser expresso pela relação de Arrhenius (VITALI & RAO, (a) 1984)

$$\eta = \eta_0 \exp(E_a/RT) \quad (2.5.1)$$

onde η é o coeficiente de viscosidade dinâmica (Pa.s), η_0 é uma constante (Pa.s), E_a é a energia de ativação por escoamento (Kcal g-mol⁻¹), R é a constante dos gases (1,987 cal g-mol⁻¹ K⁻¹) e T é a temperatura absoluta (K) (BARNES *et alii*, 1989).

Para fluidos não-newtonianos, em adição à viscosidade aparente a uma taxa de deformação específica, o índice de consistência do modelo da lei da potência pode ser empregado para determinar o efeito da temperatura (RAO & RIZVI, 1986).

SARAVACOS, 1970, fez medidas em sucos e purês de frutas, na faixa de temperatura de 20-70 °C. O suco de maçã despectinizado e o suco de uva da variedade “Concord”, mostraram comportamento newtoniano a todas as concentrações e suas viscosidades decrescem consideravelmente a altas temperaturas. Ainda segundo o autor, passaram de newtoniano para pseudoplástico sucos de maçã não clarificados acima de 50 °Brix e suco de laranja acima de 20 °Brix. A temperatura tem um menor efeito na viscosidade de sucos não clarificados do que em sucos clarificados. A viscosidade aparente de purês de frutas (fluidos pseudoplásticos) decresceu ligeiramente a altas temperaturas.

A viscosidade de alimentos fluidos aumenta com a concentração. Dois tipos de relações têm sido usadas para descrever o efeito da concentração na viscosidade de produtos líquidos de frutas: a lei da potência (equação 2.5.2) e uma relação exponencial (equação 2.5.3).

$$\eta = \eta_1 (C)^{A_1} \quad (2.5.2)$$

$$\eta = \eta_2 \exp(A_2 C) \quad (2.5.3)$$

onde C é a concentração de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$ ou % sólidos), e η_1 , η_2 , A_1 e A_2 são constantes características determinadas experimentalmente.

É de grande utilidade combinar-se o efeito da concentração e temperatura na viscosidade de alimentos líquidos, em uma única equação. KHALIL *et alii*, 1989, deduziram uma equação para descrever o efeito combinado da temperatura e concentração na viscosidade do suco de banana concentrado e despectinizado.

$$\eta = 2,85 \times 10^{-11} C^{2.5} \exp(3016 / T) \quad (2.5.4)$$

Esta equação é aplicável somente para concentrações na faixa de 20-57 $^{\circ}\text{Brix}$ e temperaturas entre 30 e 70 $^{\circ}\text{C}$. Equações deste tipo, somente são possíveis para faixas estreitas de temperatura e concentração. É quase impossível obter uma equação para amplas faixas devido às diferentes interações que ocorrem entre os componentes dos materiais complexos.

2.5.2. Efeito da taxa de deformação

A taxa de deformação aproximada envolvida em qualquer operação de processamento pode ser estimada dividindo-se uma velocidade característica pela dimensão característica da geometria na qual está ocorrendo o processo (escoamento em tubos, agitação e mistura, etc). Existe uma grande faixa de ocorrência de taxas de deformação que vão de 10^{-6} a 10^7 s^{-1} e a dependência da viscosidade com a taxa de deformação é uma consideração importante para fluidos não-newtonianos (BARNES *et alii*, 1989).

2.5.3. Efeito da pressão

A viscosidade de líquidos aumenta exponencialmente com a pressão isotrópica. Água abaixo de 30°C é uma exceção, neste caso é encontrado que a viscosidade primeiro decresce antes de aumentar exponencialmente. As mudanças de viscosidade em líquidos são muito pequenas para pressões próximas da atmosférica e portanto, esse efeito é desprezado nos reômetros que operam a pressão atmosférica. Na indústria de óleos, por exemplo, requer-se medidas de viscosidade a pressões muito diferentes da atmosférica e nesses casos é necessário considerar o efeito da pressão.

2.6. DESCRIÇÃO DOS REÔMETROS

Na Figura 2.6.1. são mostradas as geometrias usadas em reômetros. Comercialmente têm-se disponíveis diversos modelos para uma mesma geometria.

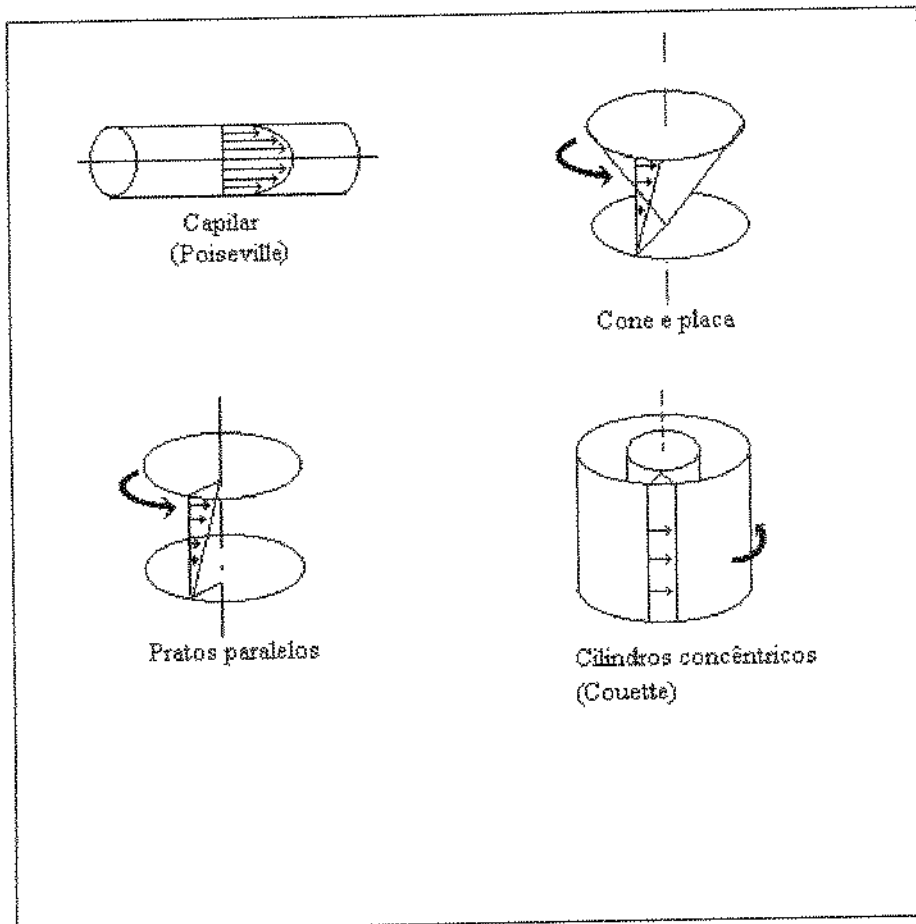


Figura 2.6.1. Geometrias de reômetros.

2.6.1. Reômetro capilar

A situação mais simples é aquela do escoamento no interior de um tubo de seção circular. Tal arranjo é conhecido como viscosímetro capilar. Para fluidos newtonianos a viscosidade é dada pela expressão de Hagen-Poiseuille

$$\mu = \left(\frac{D\Delta p}{4L} \right) / \left(\frac{32Q}{\pi D^3} \right) = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (2.6.1)$$

onde:

D - diâmetro interno do tubo

L - comprimento do tubo

Q - vazão

Δp - queda de pressão ao longo de L

$\dot{\gamma}$ - taxa de deformação

μ - viscosidade

enquanto que para fluidos independentes do tempo, a equação pode ser modificada para produzir:

$$\tau = \frac{D\Delta p}{4L} \quad (2.6.2)$$

$$y = \frac{32Q}{\pi D^3} \quad (2.6.3)$$

$$\dot{\gamma} = \frac{3}{4}y + \frac{1}{4} \frac{d(\ln y)}{d(\ln \tau)} \quad (2.6.4)$$

Um arranjo experimental do tipo capilar que é simples, de fácil operação e de custo bastante reduzido, é mostrado na Figura 2.6.2. Neste tipo de reômetro, é muito importante certificar-se de que a relação L/D seja tal que os efeitos indesejáveis, principalmente de entrada e de saída, sejam desprezíveis. Na prática esse valor deve ser maior do que 20.

A viscosidade aparente é definida pela relação $\eta = \tau / \dot{\gamma}$, para um determinado par $(\tau, \dot{\gamma})$ do reograma. Para os fluidos newtonianos

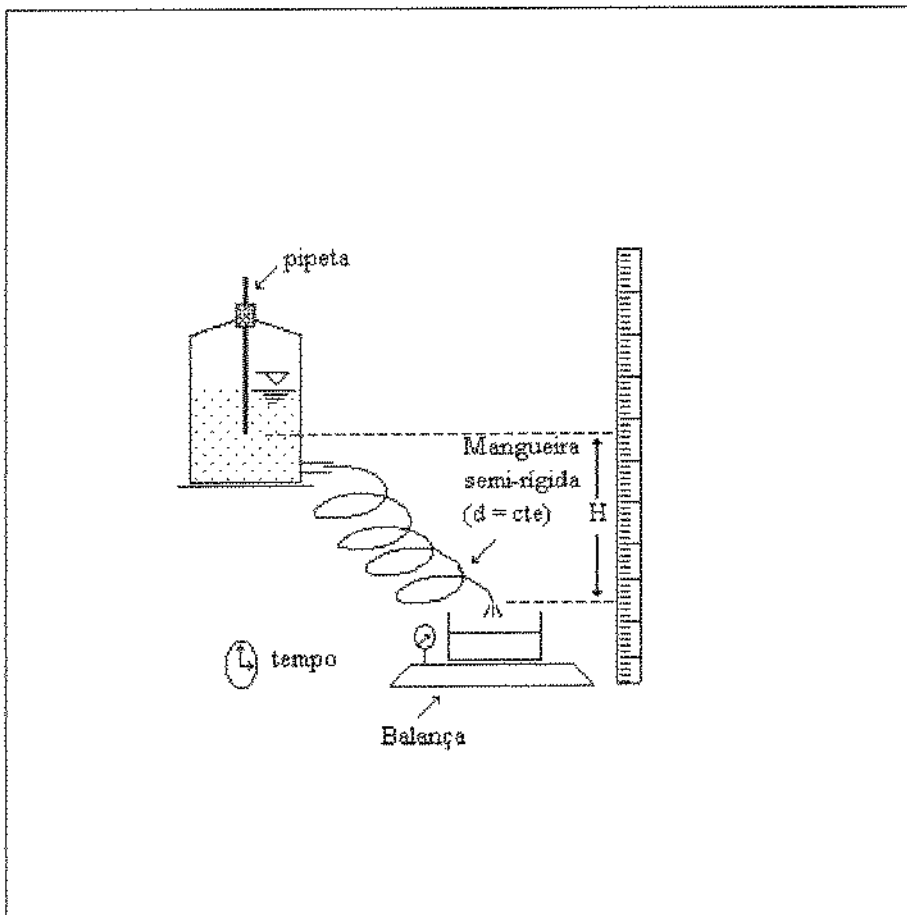


Figura 2.6.2. Arranjo experimental de um reômetro do tipo capilar.

Utilizando-se o reômetro descrito acima, pode-se determinar o comportamento que apresenta o fluido plotando-se vazão em função da altura. A Figura 2.6.3 apresenta alguns exemplos (GASPARETTO, 1983).

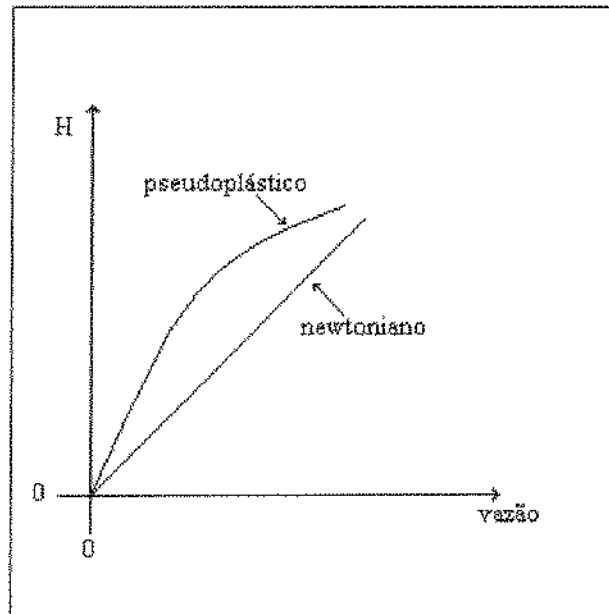


Figura 2.6.3. Gráfico para determinação do comportamento do fluido, usando-se um reômetro capilar.

Um corpo rotacional imerso em um líquido sofre uma força retardatória ou viscosa. A viscosidade aparente é uma função da rotação do corpo. No uso de equações de viscosidade não há diferença se o corpo ou o cilindro rodam, a relação entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação é a mesma. A principal vantagem de um viscosímetro rotacional é que uma dada taxa de deformação ou tensão de cisalhamento, as medidas contínuas podem ser feitas por extensos períodos de tempo. A dependência com o tempo também pode ser determinada.

2.6.2. Reômetro rotacional de cilindro concêntrico

Neste instrumento, um fluido localizado na parte anular entre dois cilindros concêntricos sofre cisalhamento quando um cilindro roda e o outro mantém-se estacionário. São feitas medidas da velocidade angular do cilindro rotacional e do torque correspondente no cilindro estacionário ou no próprio cilindro rotativo. Estas medidas são utilizadas para fornecer a curva de comportamento para o material sob cisalhamento. Os princípios básicos deste reômetro são mostrados na Figura 2.6.4.

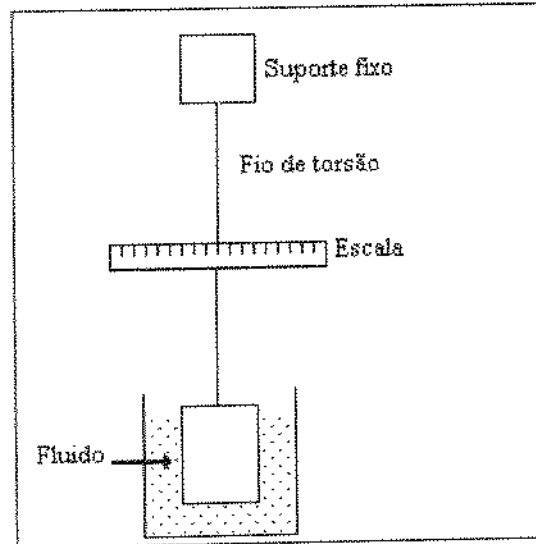


Figura 2.6.4. Diagrama esquemático do reômetro de cilindro concêntrico

2.6.4. Reômetro de cone e placa

Este instrumento consiste essencialmente de uma placa horizontal e um cone invertido, cujo vértice encontra-se muito próximo do prato. O ângulo entre o prato e a superfície do cone é muito pequeno (da ordem de 2° para que seja possível supor $\tan \alpha = \alpha$) e a amostra do fluido está localizada no pequeno espaço o prato e o cone. Uma representação esquemática deste tipo de reômetro é apresentada na Figura 2.6.5.

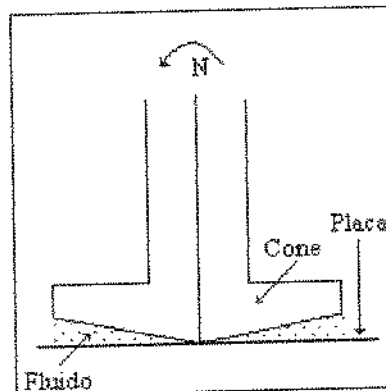


Figura 2.6.5. Diagrama esquemático do reômetro de cone e placa.

As faixas de taxas de deformação que podem ser exploradas com o reômetro de cone e prato, estendem-se até valores razoavelmente altos quando comparados àqueles atingidos com um aparelho de cilindros concêntricos, mas abaixo daqueles alcançadas com um viscosímetro de tubo capilar.

Como no caso de cilindros concêntricos, também neste tipo de aparelho pode girar tanto cone como o prato e ser medido o torque tanto na peça rotativa quanto naquela estacionária.

2.6.4. Reômetro de Placas Paralelas

Este tipo de reômetro é constituído de duas placas paralelas em forma de disco, distantes h uma da outra. A distância entre as placas pode ser variada, obtendo-se diferentes faixas de taxa de deformação. Da mesma maneira que o de cone e placa, qualquer uma das duas partes pode girar, para medir o torque necessário.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Os sucos concentrados de caju, laranja, limão e maracujá, adquiridos comercialmente, foram diluídos com água destilada até as concentrações de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) desejadas, conforme é apresentado na Tabela 3.1.1. As medidas destas concentrações foram feitas em refratômetro.

Tabela 3.1.1. Valores de concentrações de sólidos solúveis para os sucos utilizados nos experimentos.

SUCO	$^{\circ}\text{Brix}$	$^{\circ}\text{Brix}$	$^{\circ}\text{Brix}$	$^{\circ}\text{Brix}$
Caju	57,2	-	-	-
Laranja	64,8	55,0	45,0	35,0
Limão	61,0	-	-	-
Maracujá	59,2	45,0	-	-

3.2. MEDIDAS EXPERIMENTAIS

As medidas experimentais foram feitas em dois reômetros: um da marca Haake Rotovisco, utilizando-se o sistema de medida de placas paralelas, e outro da marca Contraves, utilizando-se dois sistemas de medidas de cilindros.

3.2.1. Reômetro de Placas Paralelas

O reômetro de placas paralelas usado para as medidas experimentais foi da marca Haake Rotovisco. Utilizou-se o sistema de placas paralelas PQ 45 com 45 mm de diâmetro e separadas por uma distância de 0,5 mm e 1,0 mm atingindo-se assim valores de taxa de deformação máximos aproximados de 900 s^{-1} e 500 s^{-1} , respectivamente. A Figura 3.2.1. apresenta um esquema deste sistema de medida de

placas paralelas. Este instrumento está acoplado a um computador para a aquisição e processamento dos resultados, e o controle da temperatura é feito por um banho termostaticado que circula sob a placa inferior, a qual também sofre rotação durante a corrida experimental.

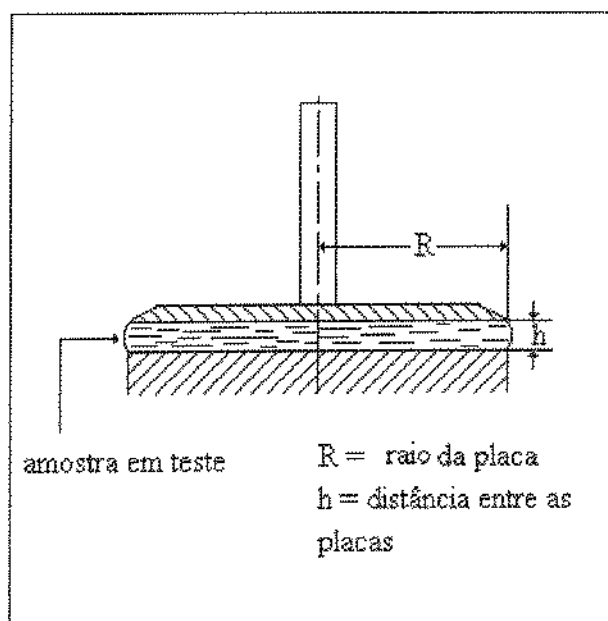


Figura 3.2.1. Reômetro Haake Rotovisco.

As medidas realizadas foram com suco de laranja nas concentrações 35, 45, 55 e 64,8 °Brix e temperaturas de 50, 60 e 80 °C. Os experimentos foram feitos em triplicata utilizando para cada repetição uma nova amostra. O tempo de cada corrida foi de 4 minutos, sendo 2 minutos para velocidade de rotação crescente e 2 minutos para a decrescente. Antes de iniciar-se a corrida, a amostra era deixada em repouso por aproximadamente 20 segundos para a garantia de temperatura uniforme na amostra entre as placas.

3.2.2. Reômetro de Cilindros Concêntricos

Utilizou-se o reômetro Contraves Rheomat 115 de cilindros concêntricos com dois sistemas de medida: o MS-DIN 145 e o MS-DIN 1075. O primeiro de copo

fixo e cilindro interno rotativo, do tipo Searle, com faixa de taxa de deformação de 6 a 1000 s^{-1} e o segundo de anular fixo e casca cilíndrica rotativa (“double gap”) com faixa de taxa de deformação de 25 a 3600 s^{-1} . Na Figura 3.2.2 são apresentados estes dois sistemas de medida.

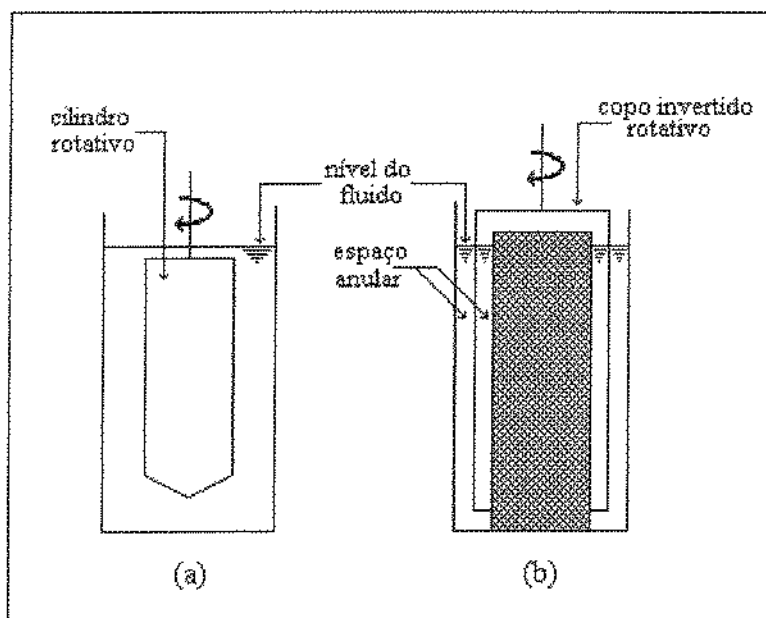


Figura 3.2.2. (a) Sistema MS-DIN 145. (b) Sistema MS-DIN 1075.

Nas medidas experimentais, primeiramente foi colocada aproximadamente 50 % da amostra no copo, a seguir inserido, lentamente, o cilindro ou casca rotativos, e completado o volume necessário para a medida. Foi deixado em repouso por aproximadamente 20 minutos no caso do sistema MS-DIN 145 e 10 minutos para o sistema MS-DIN 1075, tempo necessário para que a temperatura desejada fosse atingida. O reômetro é dotado por uma camisa termostatzada ao redor do cilindro externo cujo interior circula água com temperatura controlada por um banho termostático. As medidas foram feitas variando-se a velocidade de rotação de forma crescente e decrescente. Os experimentos foram feitos em triplicata, e para cada repetição foi usada uma nova amostra. Ao final de cada experimento, uma pequena quantidade da amostra era recolhida para a medida de concentração de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), para comparação com o valor inicial.

Foram feitas as medidas com sucos de caju, laranja, limão e maracujá, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, com os dois sistemas de medidas, conforme é apresentado na Tabela 3.2.2. Essa tabela também apresenta as condições experimentais para o sistema de placas paralelas do reômetro da marca Haake Rotovisco.

Tabela 3.2.2. Condições experimentais no sistema de cilindros concêntricos e placas paralelas.

SUÇO	°BRIX	TEMPERATURA (°C)				MODELO DO SISTEMA		
		50	60	70	80	145	1075	PP
CAJU	57,2	S	-	S	-	S	-	-
CAJU	57,2	-	-	S	-	-	S	-
LARANJA	35,0	S	S	S	S	S	S	-
LARANJA	35,0	-	S	-	S	-	-	S
LARANJA	45,0	S	S	S	S	S	S	-
LARANJA	45,0	-	S	-	S	-	-	S
LARANJA	55,0	S	S	S	S	S	S	-
LARANJA	55,0	S	S	-	S	-	-	S
LARANJA	64,8	S	S	S	-	S		-
LARANJA	64,8	S	S	-	-	-	S	-
LARANJA	64,8	S	S	-	S	-	-	S
LIMÃO	61,0	S	-	S	-	S	S	-
MARACUJÁ	45,0	S	-	S	-	S	S	-
MARACUJÁ	59,2	S	-	S	-	S	S	-

S - experimentos realizados

PP - Reômetro de placas paralelas

3.3. PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS

Para efeito de comparação, todos os resultados foram processados utilizando-se um mesmo software, o ORIGIN versão 3.5.

3.3.1. Processamento dos resultados do Reômetro de Placas Paralelas

Os dados obtidos experimentalmente foram importados para o software. Foi determinado o valor médio para cada experimento e construídos os reogramas. Às curvas obtidas, ajustaram-se os modelos de lei da potência (de Ostwald de Waele), de Casson e Herschel-Bulkley e calculou-se os parâmetros para cada modelo.

3.3.2. Processamento dos resultados do Reômetro de Cilindros Concêntricos.

Nestes experimentos, os valores de leitura obtidos foram multiplicados por um fator de transferência característico do aparelho e do sistema de copos empregado, que são 195,5 para o sistema MS-DIN 145 e 65,64 para o sistema MS-DIN 1075, obtendo-se assim os valores de tensão de cisalhamento.

Os valores de taxa de deformação são fornecidos pelo fabricante em função da escala de velocidade para fluidos de comportamento newtoniano. Portanto, para fluidos não-newtonianos estes valores devem ser corrigidos em função do fluido não newtoniano em estudo, com base na seguinte equação:

$$\dot{\gamma}_{\text{corrigido}} = K_{OSW} \cdot \dot{\gamma} \quad (3.2.1)$$

A constante de correção (K_{osw}) calculada pela fórmula:

$$K_{osw} = \frac{1 - \left(\frac{R_a}{R_b}\right)^{2n}}{n \left[1 - \left(\frac{R_a}{R_b}\right)^2 \right]} \quad (3.2.2)$$

O valor de n foi calculado aplicando-se o modelo da lei da potência, e os valores dos raios medidos com paquímetro, sendo R_a o raio externo do cilindro rotativo e R_b o raio interno do cilindro fixo.

Após corrigidos os valores de taxa de deformação, foram construídos novos reogramas. A estes foram aplicados então os modelos de Casson e Herschel-Bulkley, e determinados os parâmetros para cada modelo.

Esta correção foi aplicada apenas para os resultados obtidos utilizando-se o sistema MS-DIN 145, pois quando são medidos fluidos não newtonianos em reômetros de cilindros concêntricos existe o erro relacionado com a distância entre os cilindros (SMITH, 1984). Para o sistema MS-DIN 1075, devido à distância entre os cilindros ser muito pequena, este erro pode ser considerado desprezível.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. MEDIDAS REALIZADAS NO REÔMETRO DE PLACAS PARALELAS

Os valores médios, desvios padrões e erros padrões das tensões de cisalhamento e taxas de deformação para cada experimento foram calculados. Estes resultados são apresentados nas Tabelas A.1 a A.11, em anexo.

Com estes valores, foram construídos os reogramas que são apresentados nas Figuras 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 e 4.1.4 para o suco de laranja nas concentrações 35, 45, 55, e 64,8 °Brix e diferentes temperaturas.

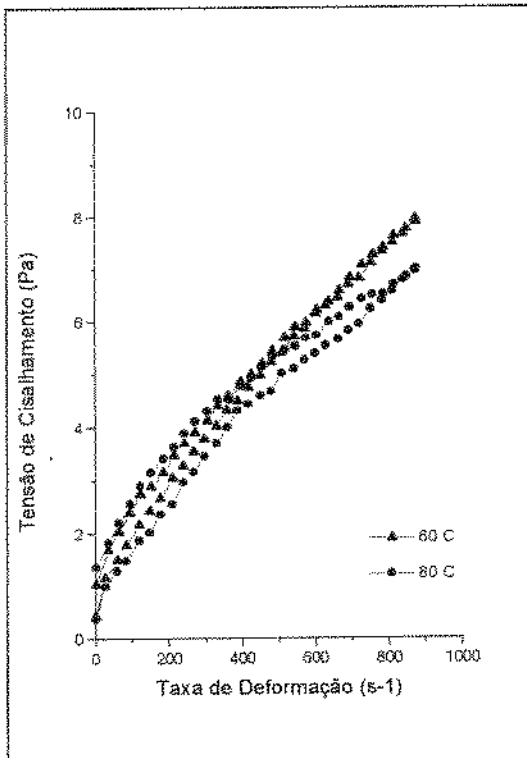


Figura 4.1.1. Suco de laranja a 35°Brix

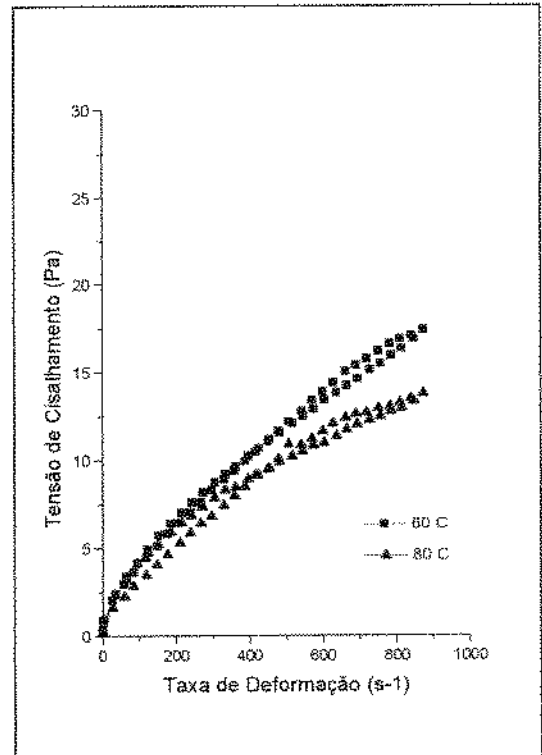


Figura 4.1.2. Suco de laranja a 45°Brix

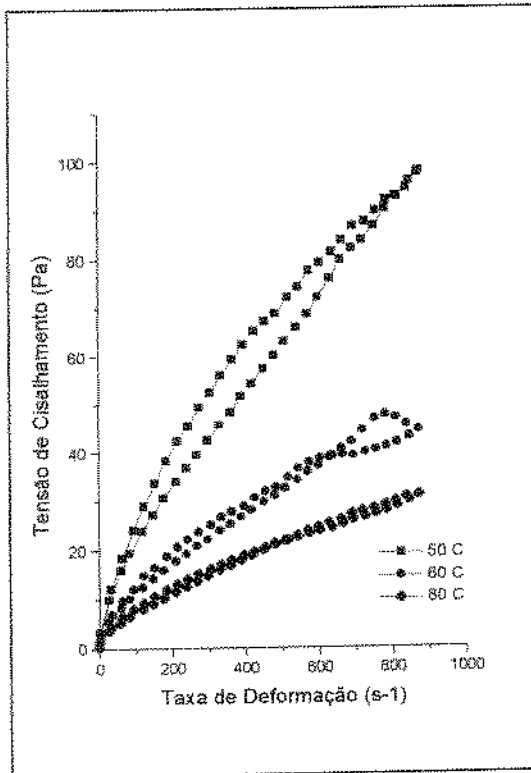


Figura 4.1.3. Suco de laranja a 55 °Brix

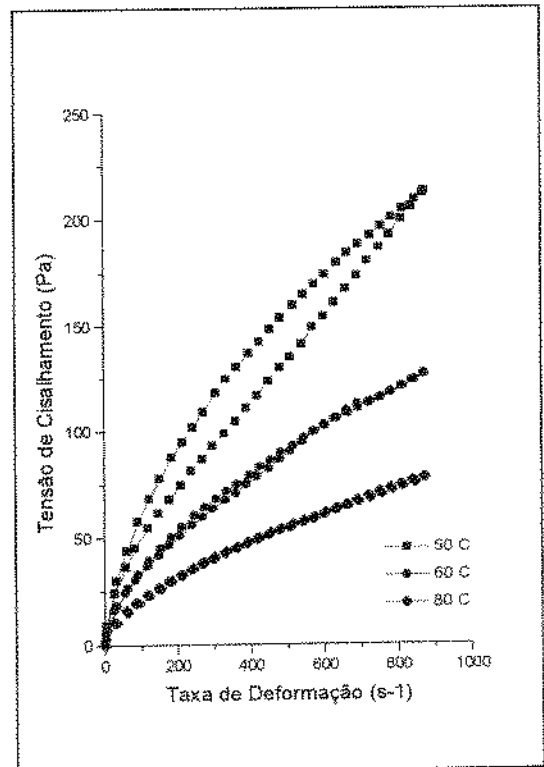


Figura 4.1.4. Suco de laranja a 64,8 °Brix

A estes reogramas foram ajustados os modelos de Ostwald de Waele (lei da potência), Herschel-Bulkley e Casson e calculados os parâmetros para cada um deles. As Tabelas 4.1.1, 4.1.2, e 4.1.3 apresentam estes resultados para os modelos aplicados.

Tabela 4.1.1. Parâmetros do modelo de Ostwald para o suco de laranja.

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)	K	n	R ²	χ ²
35,0	60	0,125	0,609	0,9876	0,052
35,0	80	0,189	0,530	0,9577	0,133
45,0	60	0,192	0,665	0,9957	0,079
45,0	80	0,245	0,597	0,9887	0,161
55,0	50	1,063	0,667	0,9844	11,587
55,0	60	0,686	0,623	0,9848	2,529
55,0	80	0,404	0,641	0,9961	0,284
64,8	50	2,719	0,642	0,9766	79,402
64,8	60	2,043	0,610	0,9984	1,932
64,8	80	1,261	0,608	0,9993	0,291

O suco de laranja apresentou em todas as concentrações e temperaturas medidas o comportamento de fluido pseudoplástico, isto pode ser visualizado nos reogramas apresentados, e também observado pelo valor do parâmetro n do modelo de Ostwald de Waele.

Tabela 4.1.2. Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para o suco de laranja

Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	τ_0	K_H	n_H	R^2	χ^2
35,0	60	0,744	0,444	0,749	0,9942	0,025
35,0	80	0,672	0,081	0,643	0,9633	0,117
45,0	60	0,625	0,133	0,714	0,9974	0,061
45,0	80	0,153	0,223	0,609	0,9888	0,163
55,0	50	1,315	0,930	0,685	0,9845	11,711
55,0	60	0,187	0,663	0,628	0,9848	2,573
55,0	80	0,803	0,316	0,674	0,9965	0,259
64,8	50	5,619	2,153	0,673	0,9769	79,725
64,8	60	1,129	1,889	0,620	0,9984	1,915
64,8	80	1,013	1,123	0,623	0,9994	0,254

Tabela 4.1.3. Parâmetros para o modelo de Casson

Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	K_{0C}	K_C	R^2	χ^2
35,0	60	0,801	0,068	0,989	0,0027
35,0	70	2,658	0,073	0,986	0,0044
35,0	80	0,868	0,061	0,947	0,0121
45,0	60	0,906	0,113	0,995	0,0041
45,0	70	3,034	0,127	0,968	0,0301
45,0	80	0,915	0,099	0,975	0,0143
55,0	50	1,899	0,278	0,976	0,1069
55,0	60	1,492	0,188	0,975	0,0518
55,0	70	3,363	0,171	0,981	0,0318
55,0	80	1,235	0,151	0,988	0,0164
64,8	50	3,098	1,398	0,968	0,2999
64,8	60	2,546	0,307	0,976	0,1333
64,8	70	4,034	0,259	0,980	0,0778
64,8	80	2,017	0,238	0,978	0,0747

Nos reogramas apresentados, foi observado em quase todos, que as curvas de descida apresentaram valores de tensão de cisalhamento maiores. Esta histerese foi mais evidenciada em sucos mais concentrados e em temperaturas mais baixas. Entretanto, como esta mesma amostra medida em outros dois sistemas de medida e neste mesmo sistema com a distância entre placas igual a 1,0 mm, não apresentou o mesmo comportamento, não pode ser afirmado que este comportamento seja de um fluido reopético.

Na Figura 4.1.5 são apresentados os reogramas construídos para uma mesma amostra, variando-se a distância entre as placas. Foi observado que com o aumento do “gap”(distância entre as placas) a curva apresentou tendência para menores valores de viscosidade. Na medida de um fluido newtoniano padrão com viscosidade baixa, observou-se que o valor verdadeiro da viscosidade foi melhor determinado com o uso de menores distâncias entre as placas.

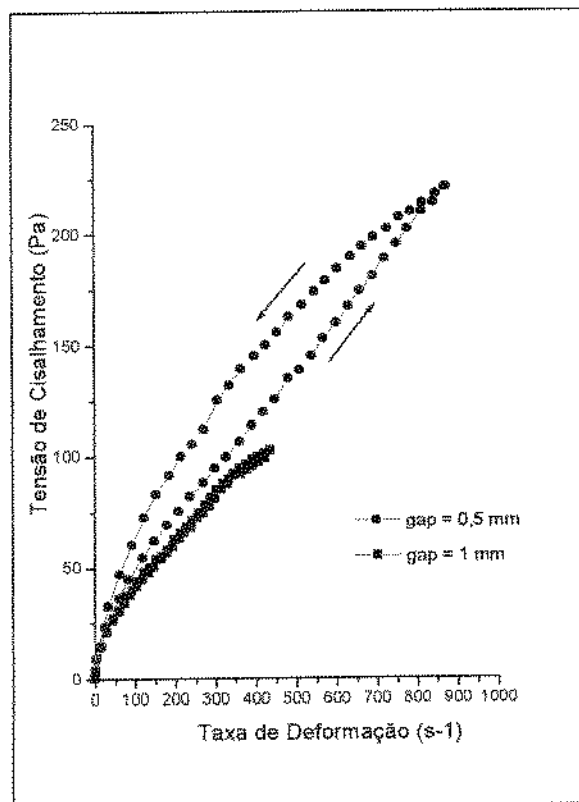


Figura 4.1.5. Reogramas para o suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 50 °C

O melhor modelo ajustado é aquele que apresentar um menor valor de qui-quadrado, pois é o que menos se afasta dos pontos experimentais. Foram usados apenas três modelos de comportamento reológico, sendo estes os mais usados para sucos, conforme se constata pela bibliografia referida neste trabalho.

4.2. MEDIDAS REALIZADAS NO REÔMETRO DE CILINDROS CONCÊNTRICOS

4.2.1. Sistema MS-DIN 145 (tipo Searle)

Os resultados experimentais para os sucos laranja a 55 e 64,8 °Brix, nas diferentes temperaturas, encontram-se nas Tabelas A.12 a A.18, em anexo. Os reogramas construídos a partir destes resultados são apresentados nas Figuras 4.2.1 a 4.2.8.

Pode-se observar que para os sucos de caju, maracujá e limão em todas as concentrações e temperaturas utilizadas e para o suco de laranja nas concentrações 35 e 45 °Brix e em todas as temperaturas utilizadas, apresentaram o fenômeno da instabilidade. Este fenômeno é causado pela ação de instabilidades no escoamento laminar e que aparecem com o aumento da velocidade de rotação. Estes desvios podem causar erros de 20 a 30% ou ainda superiores. Portanto, neste tipo de reômetro apenas baixas taxas de deformação produzem resultados confiáveis para fluidos com baixa viscosidade. Medindo-se a viscosidade de dois fluidos newtonianos utilizados como referência (fluido 1 com 9 mPa.s e fluido 2 com 314 mPa.s), o fenômeno aconteceu para o fluido de menor viscosidade (fluido 1) a partir de um valor de taxa de deformação de 300 s^{-1} , conforme pode ser observado na Figura 4.3.6. É muito importante o conhecimento deste efeito de instabilidade para evitar interpretações errôneas, quando não se conhece o comportamento do fluido.

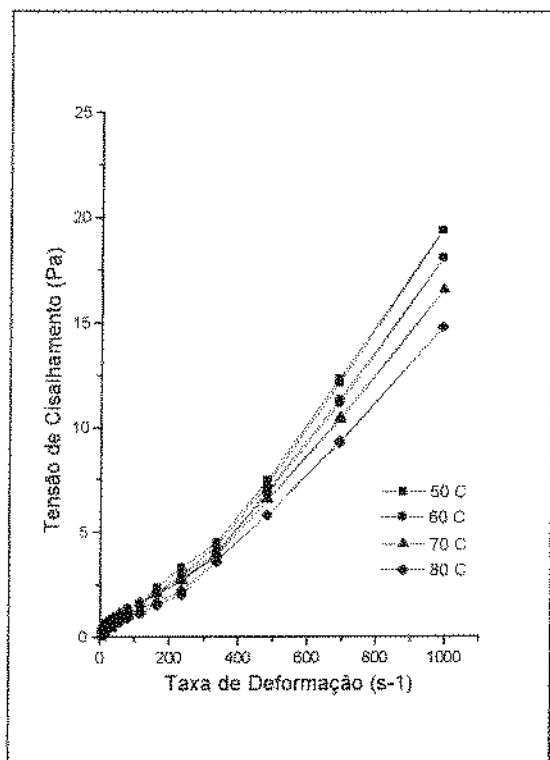


Figura 4.2.1. Suco de laranja a 35°Brix.

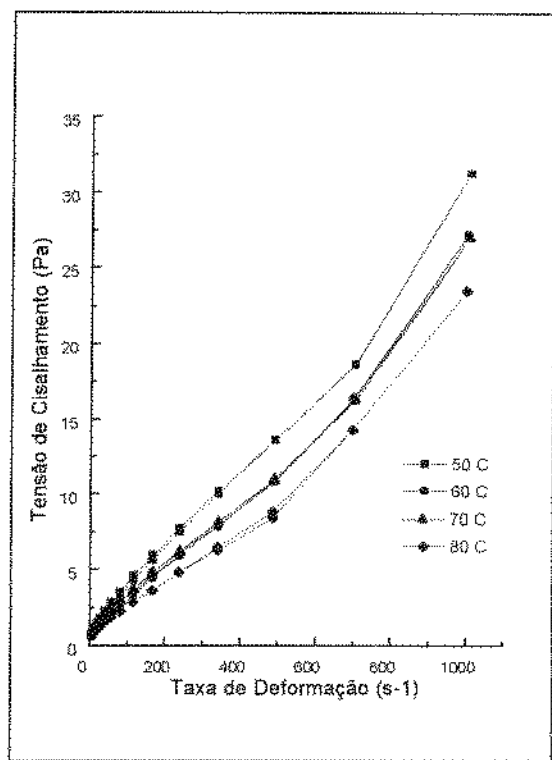


Figura 4.2.2. Suco de laranja a 45°Brix.

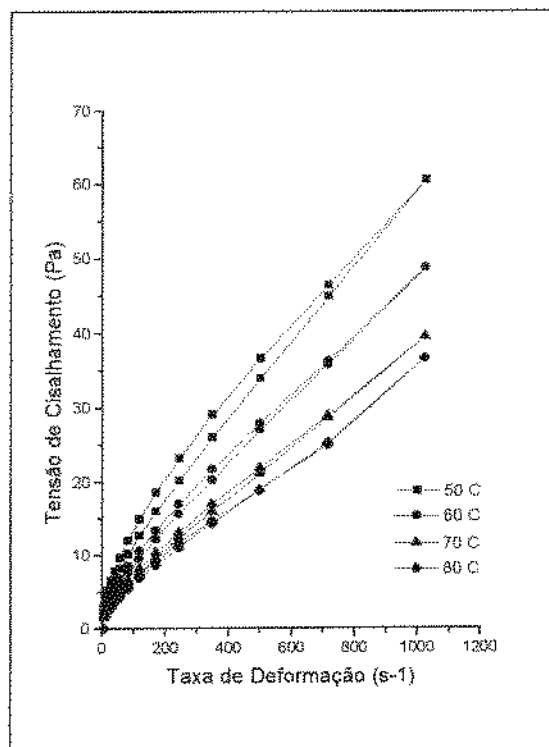


Figura 4.2.3. Suco de laranja a 55 °Brix

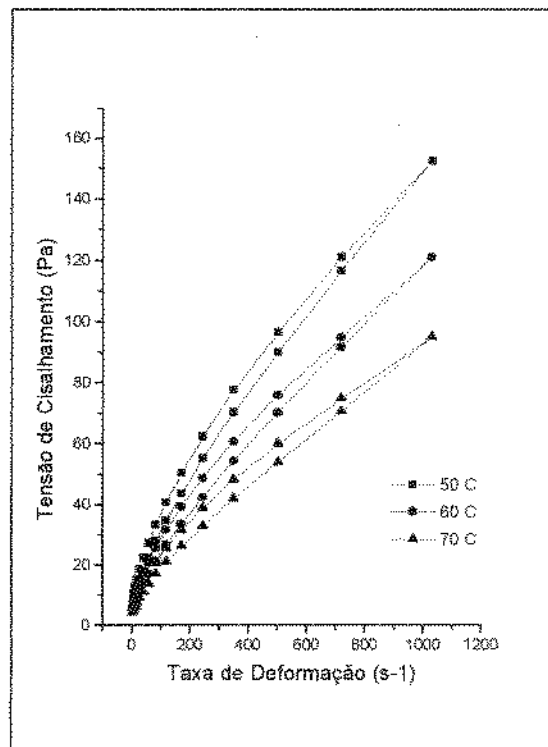


Figura 4.2.4. Suco de laranja a 64.8 °Brix

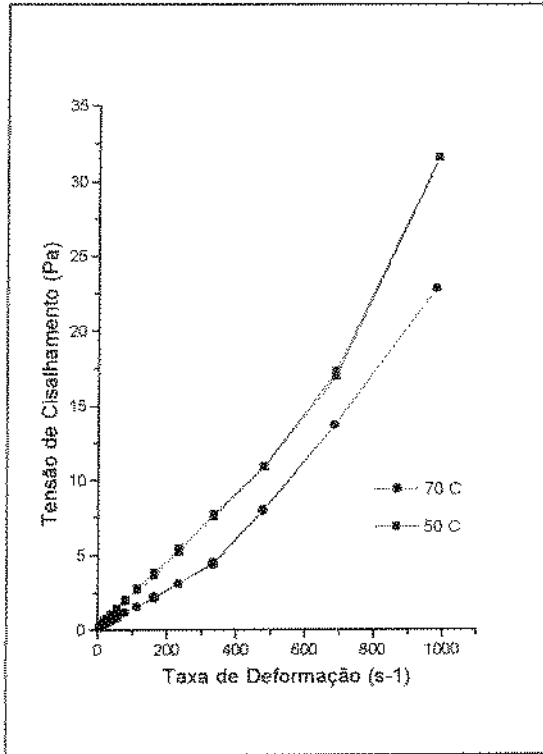


Figura 4.2.5. Suco de caju a 57.2 °Brix.

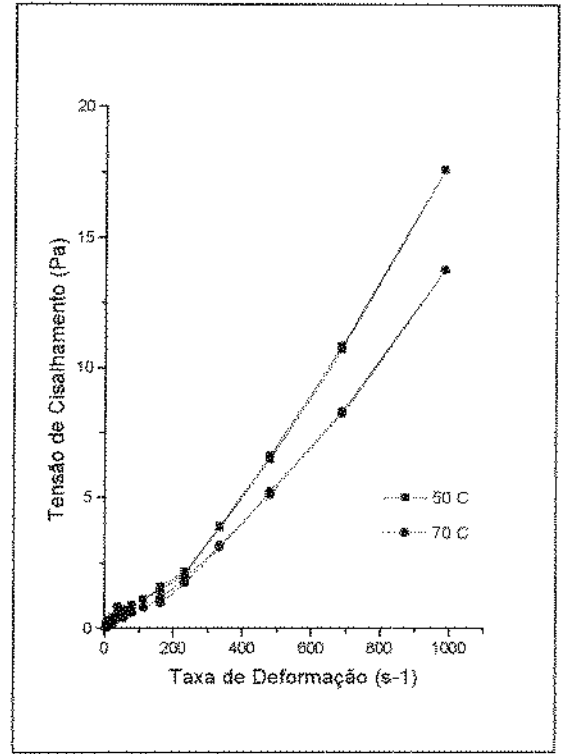


Figura 4.2.6. Suco de maracujá a 45 °Brix.

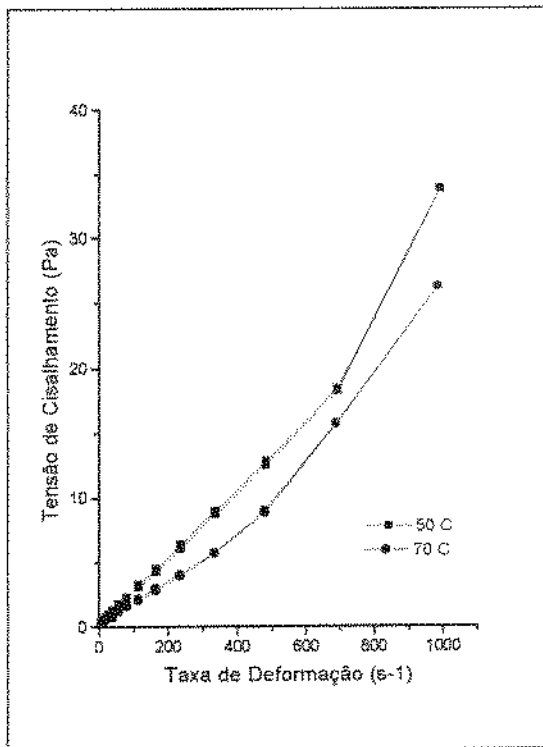


Figura 4.2.7. Suco de maracujá a 59.2 °Brix.

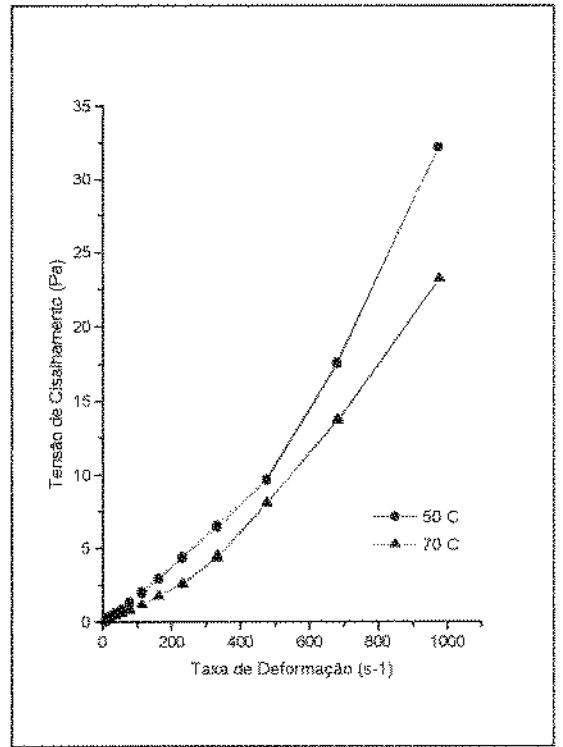


Figura 4.2.8. Suco de limão a 61 °Brix.

Os parâmetros dos modelos reológicos utilizados nos ajustes são apresentados nas Tabelas 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3.

Os modelos foram aplicados apenas aos reogramas que não apresentaram o efeito de instabilidade. Nestes experimentos, verificou-se que a concentração máxima do suco foi de 4% a 80 °C.

Tabela 4.2.1. Parâmetros do modelo de Ostwald.

Suco	Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)	K	n	R ²	χ^2
LARANJA	55,0	50	0,531	0,681	0,9952	1,4506
LARANJA	55,0	60	0,310	0,728	0,9967	0,6474
LARANJA	55,0	70	0,215	0,749	0,9958	0,5241
LARANJA	55,0	80	0,180	0,761	0,9899	1,0394
LARANJA	64,8	50	1,803	0,639	0,9957	8,3182
LARANJA	64,8	60	1,283	0,655	0,9955	5,5224
LARANJA	64,8	70	1,066	0,646	0,9929	5,2853

Tabela 4.2.2. Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley.

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	τ_0	K _{II}	n _{II}	R ²	χ^2
LARANJA	55,0	50	1,754	0,325	0,748	0,9967	1,0361
LARANJA	55,0	60	1,458	0,178	0,803	0,9968	0,2801
LARANJA	55,0	70	1,390	0,107	0,845	0,9988	0,1612
LARANJA	55,0	80	1,691	0,066	0,900	0,9955	0,4807
LARANJA	64,8	50	3,579	1,262	0,686	0,9965	7,0088
LARANJA	64,8	60	2,664	0,908	0,701	0,9962	4,7774
LARANJA	64,8	70	2,784	0,672	0,708	0,9942	4,4571

Tabela 4.2.3. Parâmetros do modelo de Casson.

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	K _{0C}	K _C	R ²	χ^2
LARANJA	55,0	50	1,307	0,206	0,9925	0,0273
LARANJA	55,0	60	1,028	0,188	0,9967	0,01
LARANJA	55,0	70	0,900	0,168	0,9983	0,0040
LARANJA	55,0	80	0,833	0,161	0,9713	0,0644
LARANJA	64,8	50	2,313	0,325	0,9881	0,1080
LARANJA	64,8	60	1,949	0,292	0,9885	0,0841
LARANJA	64,8	70	1,819	0,254	0,9874	0,0699

4.2.2. Sistema MS-DIN 1075

Os reogramas são apresentados nas Figuras 4.2.9 a 4.2.16. As Tabelas 4.2.4 a 4.2.6 apresentam os parâmetros dos modelos aplicados a estes reogramas. Em anexo, nas Tabelas A19 a A.39, são apresentados os resultados obtidos experimentalmente.

Neste sistema de medida, os sucos nas concentrações e temperaturas estudadas apresentaram comportamento pseudoplástico. O suco concentrou em até 7 % nas temperaturas de 70 e 80 °C. Não se verificou o fenômeno de instabilidade, como havia acontecido no sistema do tipo Searle, pois este efeito é aumentado com a distância entre os cilindros. Pode-se dizer que este sistema é bem adequado para as medidas de sucos de frutas a temperaturas superiores a 50 °C. Um estudo em outras faixas de temperatura seria interessante para verificar o desempenho deste sistema.

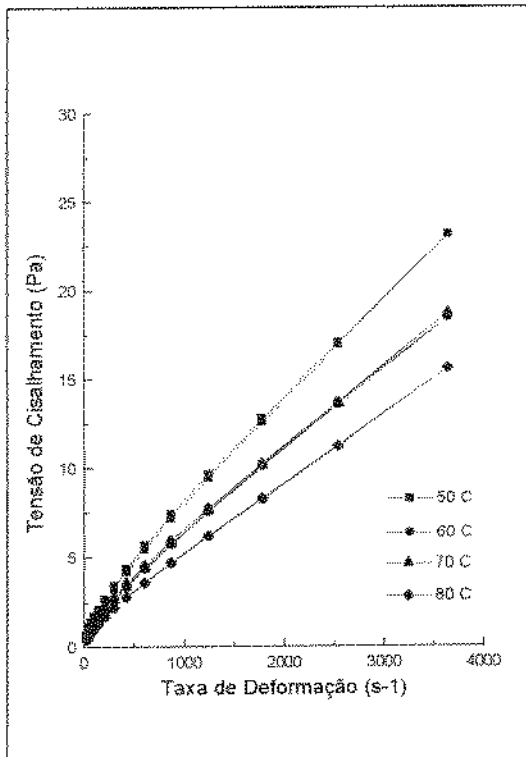


Figura 4.2.9. Suco de laranja a 35 °Brix

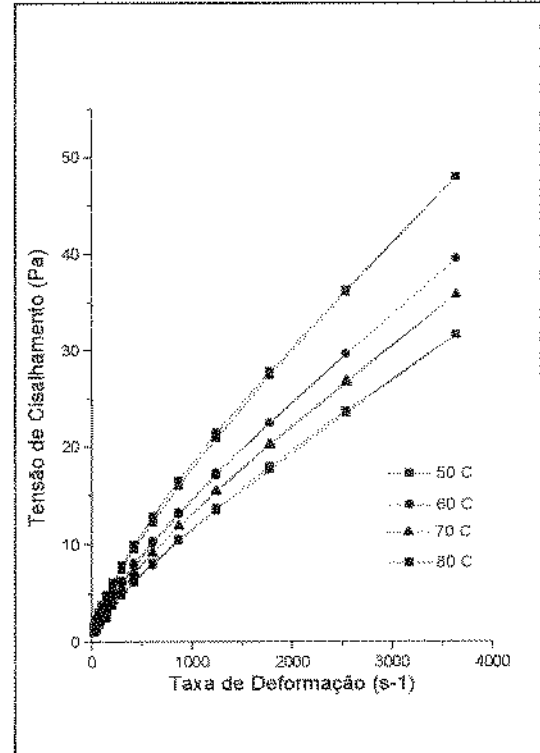


Figura 4.2.10. Suco de laranja a 45 °Brix

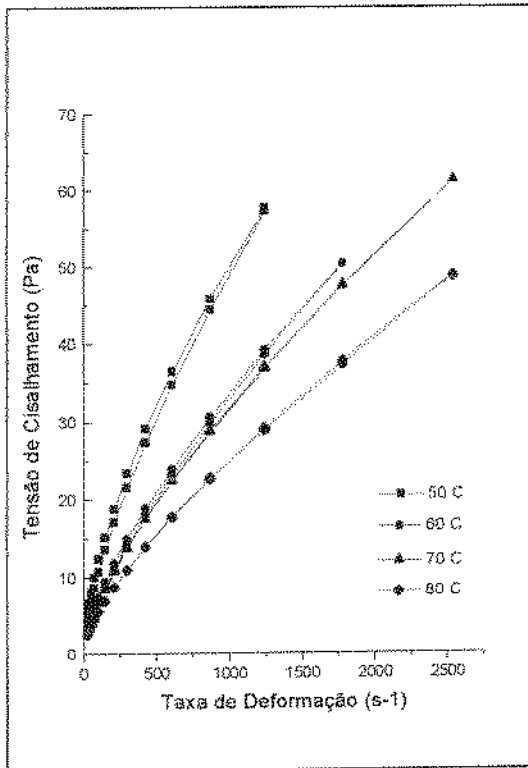


Figura 4.2.11. Suco de laranja a 55 Brix

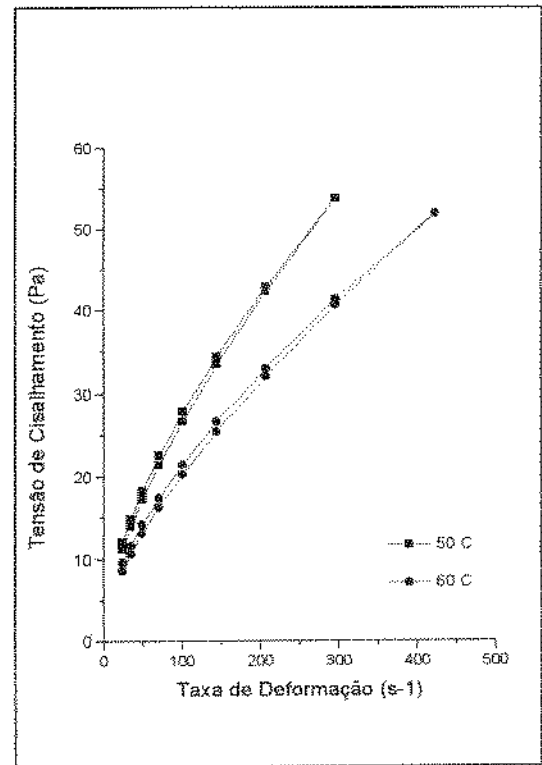


Figura 4.2.12. Suco de laranja a 64.8 Brix

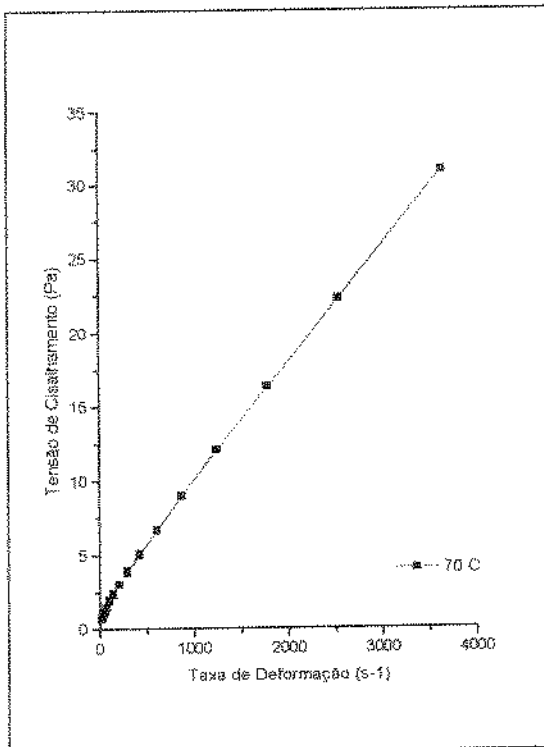


Figura 4.2.13. Suco de caju a 57.2 Brix

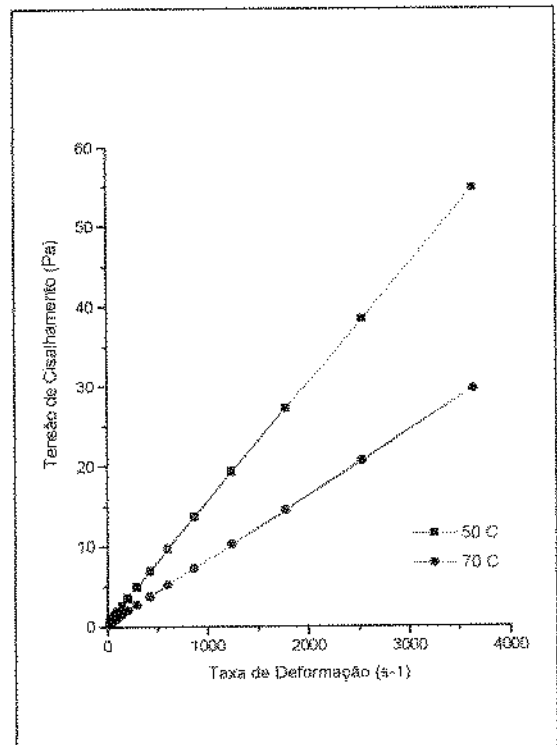


Figura 4.2.14. Suco de limão a 61 Brix

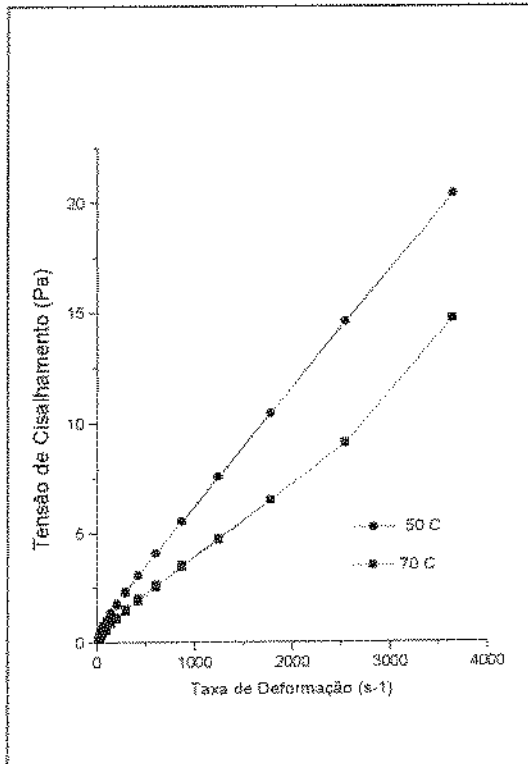


Figura 4.2.15. Suco de maracujá a 45 °Brix

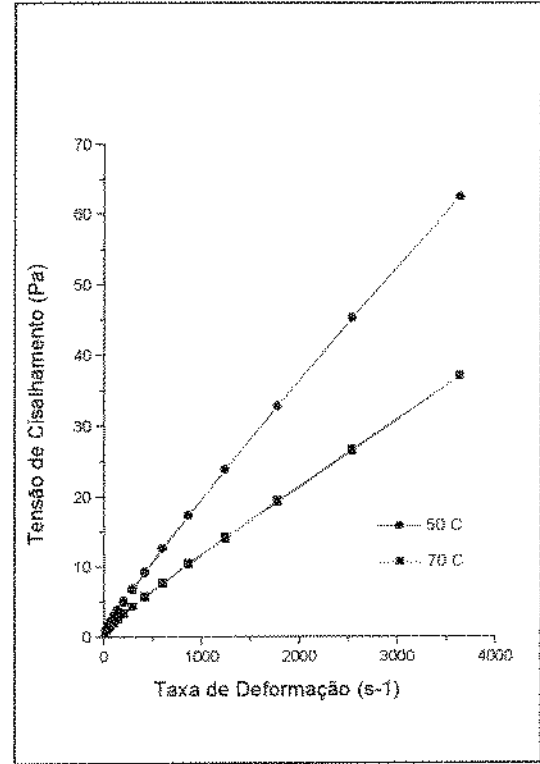


Figura 4.2.16. Suco de maracujá a 59.2 °Brix.

Tabela 4.2.4. Parâmetros do modelo de Ostwald

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	K	n	R ²	χ ²
LARANJA	35,0	50	0,038	0,780	0,9984	0,0709
LARANJA	35,0	60	0,030	0,781	0,9987	0,0382
LARANJA	35,0	70	0,031	0,777	0,9974	0,0738
LARANJA	35,0	80	0,022	0,799	0,9975	0,0498
LARANJA	45,0	50	0,112	0,737	0,9993	0,1431
LARANJA	45,0	60	0,089	0,742	0,9990	0,1367
LARANJA	45,0	70	0,075	0,751	0,9992	0,0883
LARANJA	45,0	80	0,063	0,756	0,9990	0,0875
LARANJA	55,0	50	0,599	0,639	0,9976	0,6650
LARANJA	55,0	60	0,306	0,680	0,9989	0,2369
LARANJA	55,0	70	0,271	0,691	0,9998	0,0679
LARANJA	55,0	80	0,226	0,684	0,9992	0,1626
LARANJA	64,8	50	1,599	0,617	0,9986	0,3082
LARANJA	64,8	60	1,189	0,623	0,9981	0,4024
CAJU	57,2	70	0,031	0,842	0,9987	0,1027
LIMÃO	61,0	50	0,020	0,965	0,9999	0,0213
LIMÃO	61,0	70	0,010	0,968	0,9997	0,0249

Tabela 4.2.4. Continuação.

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	K	n	R ²	χ^2
MARACUJÁ	45,0	50	0,013	0,892	0,9994	0,2237
MARACUJÁ	45,0	70	0,004	0,996	0,9928	0,1214
MARACUJÁ	59,2	50	0,043	0,887	0,9999	0,0470
MARACUJÁ	59,2	70	0,029	0,869	0,9992	0,0953

Tabela 4.2.5. Parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	τ_0	K _H	n _H	R ²	χ^2
LARANJA	35,0	50	0,516	0,023	0,840	0,9996	0,0182
LARANJA	35,0	60	0,372	0,019	0,835	0,9996	0,0109
LARANJA	35,0	70	0,539	0,016	0,856	0,9995	0,0153
LARANJA	35,0	80	0,399	0,012	0,872	0,9992	0,0167
LARANJA	45,0	50	0,752	0,082	0,775	0,99957	0,0479
LARANJA	45,0	60	0,796	0,058	0,792	0,9998	0,0254
LARANJA	45,0	70	0,629	0,052	0,794	0,9998	0,0175
LARANJA	45,0	80	0,583	0,043	0,802	0,9997	0,0257
LARANJA	55,0	50	1,369	0,439	0,680	0,9981	0,5738
LARANJA	55,0	60	1,189	0,211	0,728	0,9995	0,1034
LARANJA	55,0	70	0,715	0,222	0,715	0,9999	0,0071
LARANJA	55,0	80	1,091	0,154	0,731	0,9999	0,0194
LARANJA	64,8	50	2,275	1,127	0,671	0,9989	0,2525
LARANJA	64,8	60	2,354	0,772	0,688	0,9987	0,2919
CAJU	57,2	70	0,604	0,019	0,899	0,9998	0,0174
LIMÃO	61,0	50	0,227	0,018	0,978	0,9999	0,0063
LIMÃO	61,0	70	0,245	0,008	0,996	0,9999	0,0071
MARACUJÁ	45,0	50	0,247	0,010	0,929	0,9998	0,0069
MARACUJÁ	45,0	70	0,381	0,002	1,098	0,9955	0,0783
MARACUJÁ	59,2	50	0,405	0,037	0,906	0,9999	0,0056
MARACUJÁ	59,2	70	0,573	0,020	0,915	0,9999	0,0140

Tabela 4.2.6. Parâmetros para o modelo de Casson - Modelo MS-DIN 1075.

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	K _{0c}	K _c	R ²	χ^2
LARANJA	35,0	50	0,565	0,071	0,9985	0,0022
LARANJA	35,0	60	0,492	0,064	0,9983	0,0020
LARANJA	35,0	70	0,546	0,063	0,9991	0,0010
LARANJA	35,0	80	0,442	0,058	0,9986	0,0015
LARANJA	45,0	50	0,903	0,102	0,9967	0,0104
LARANJA	45,0	60	0,833	0,092	0,9977	0,0059
LARANJA	45,0	70	0,752	0,088	0,9976	0,0057

Tabela 4.2.6. Continuação.

Suco	Concentração (° Brix)	Temperatura (°C)	K_{0C}	K_C	R^2	χ^2
LARANJA	45,0	80	0,701	0,083	0,9977	0,0048
LARANJA	55,0	50	1,582	0,175	0,9924	0,0229
LARANJA	55,0	60	1,250	0,143	0,9960	0,0115
LARANJA	55,0	70	1,228	0,136	0,9946	0,0207
LARANJA	55,0	80	1,173	0,119	0,9963	0,0109
LARANJA	64,8	50	1,969	0,317	0,9961	0,0072
LARANJA	64,8	60	1,823	0,266	0,9958	0,0086
CAJU	57,2	70	0,503	0,084	0,9996	0,0009
LIMÃO	61,0	50	0,162	0,119	0,9999	0,0002
LIMÃO	61,0	70	0,156	0,086	0,9999	0,0003
MARACUJÁ	45,0	50	0,272	0,070	0,9993	0,0010
MARACUJÁ	45,0	70	0,184	0,058	0,9962	0,0038
MARACUJÁ	59,2	50	0,436	0,125	0,9997	0,0016
MARACUJÁ	59,2	70	0,462	0,093	0,9998	0,0004

4.3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS USANDO-SE OS DOIS REÔMETROS

Os reogramas obtidos experimentalmente com o uso dos reômetros de placas paralelas e cilindros concêntricos foram graficados para comparação. As Figuras 4.3.1 a 4.3.5 apresentam estes resultados para o suco de laranja. Em todos os casos comparados para os sucos nas concentrações e temperaturas de medida, nenhuma das curvas coincidiu.

Os resultados obtidos no reômetro de placas paralelas da marca Haake Rotovisco apresentaram em todos os casos um reograma com curva acima da obtida no sistemas de “double gap” do reômetro Contraves, ocasionando um valor de viscosidade aparente superior. O sistema do tipo Searle (MS-DIN 145) sofreu desvios para a maioria dos casos, ele não apresentou comportamento pseudoplástico, diferindo dos outros dois sistemas.

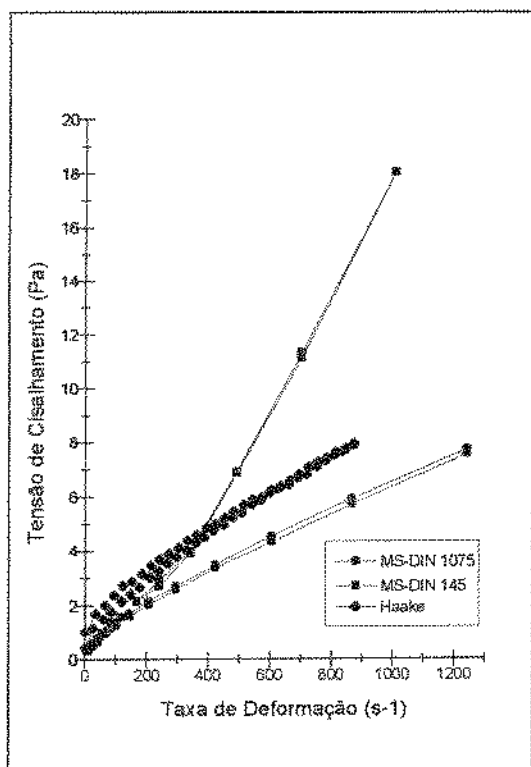


Figura 4.3.1. Suco de laranja a 35 °Brix e 60 °C

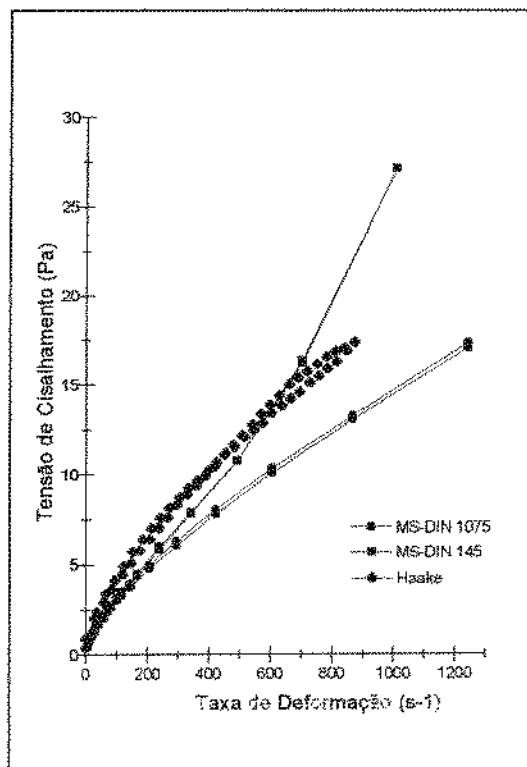


Figura 4.3.2. Suco de laranja a 45 °Brix e 60 °C.

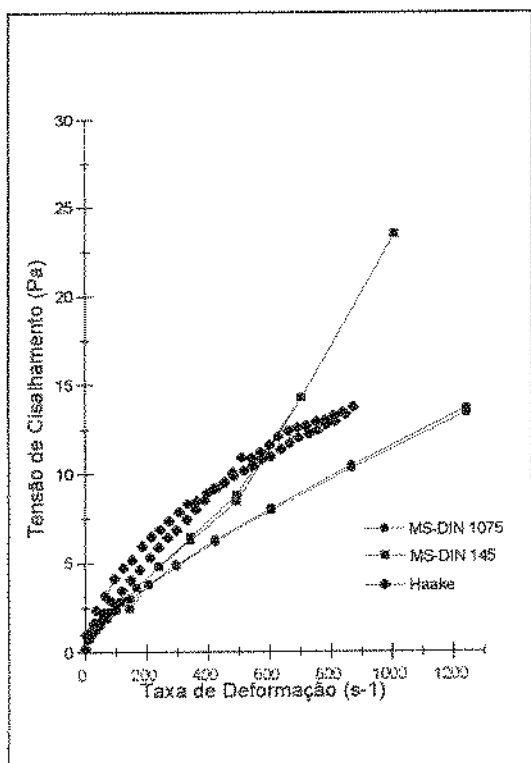


Figura 4.3.3. Suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 80 °C

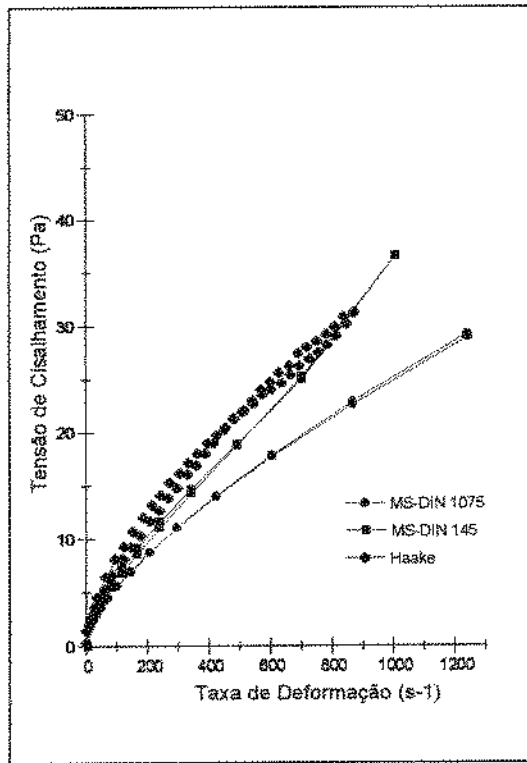


Figura 4.3.4. Suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 80 °C.

Os fluidos newtonianos padrões (fluidos 1 e 2) medidos nos dois reômetros a mesma temperatura, apresentaram o mesmo valor de viscosidade, confirmando-se assim a calibração dos equipamentos e portanto a validade dos resultados. Observou-se a grande dificuldade em medir baixas viscosidades do reômetro de placas paralelas, o melhor é diminuir ao máximo as distâncias entre as placas. Baseado nisso, é que foram feitas as medidas do suco de laranja a uma distância de 0,5 mm ao invés de 1,0 mm, mas devido às diferenças encontradas nos experimentos, acredita-se que deva ser feito um melhor estudo da distância entre placas para fluidos não newtonianos.

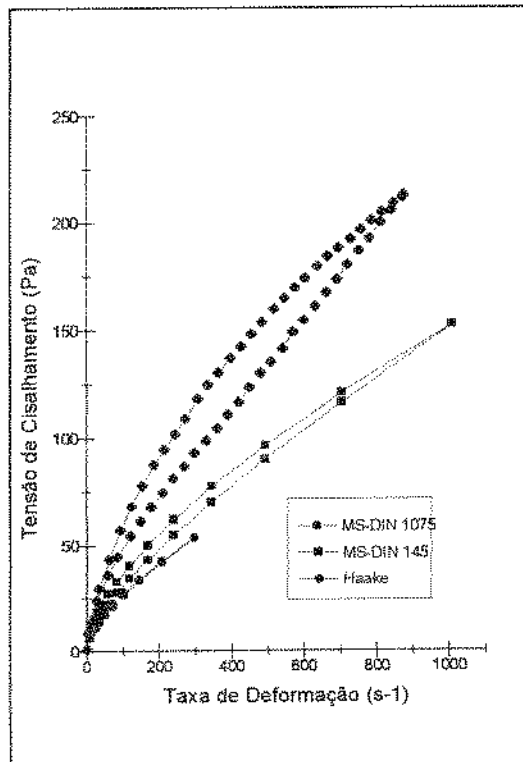


Figura 4.3.5. Suco de laranja a 64,8 °Brix e temperatura igual a 50 °C

A Figura 4.3.6 apresenta os reogramas do fluido 1 no reômetro Contraves medido para os dois sistemas. O que se observa é o desvio da linearidade ocorrido para o sistema MS-DIN 145, mostrando claramente o fenômeno de instabilidade ocorrido devido à mudança de regime laminar para turbulento. Nas Figuras 4.3.7 e 4.3.8 são apresentados os reogramas para os mesmos fluidos em comparação com o sistema de placas paralelas.

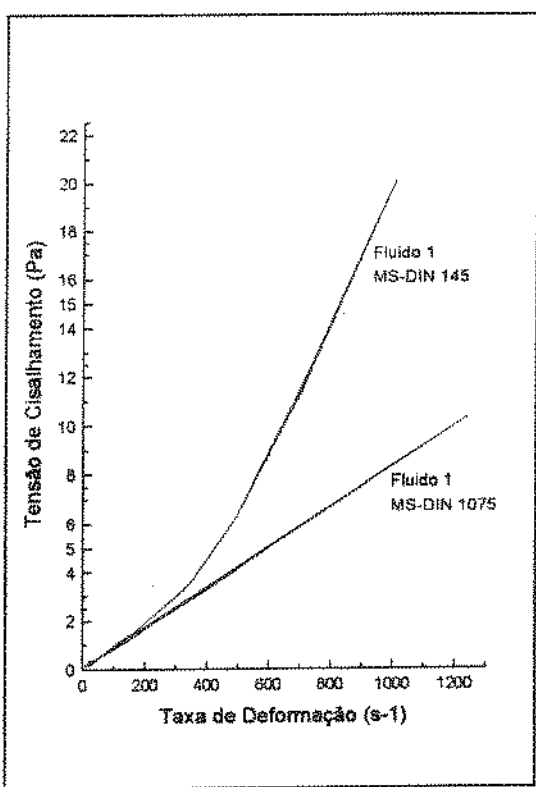


Figura 4.3.6. Comparação dos sistemas MS-DIN 145 e 1075

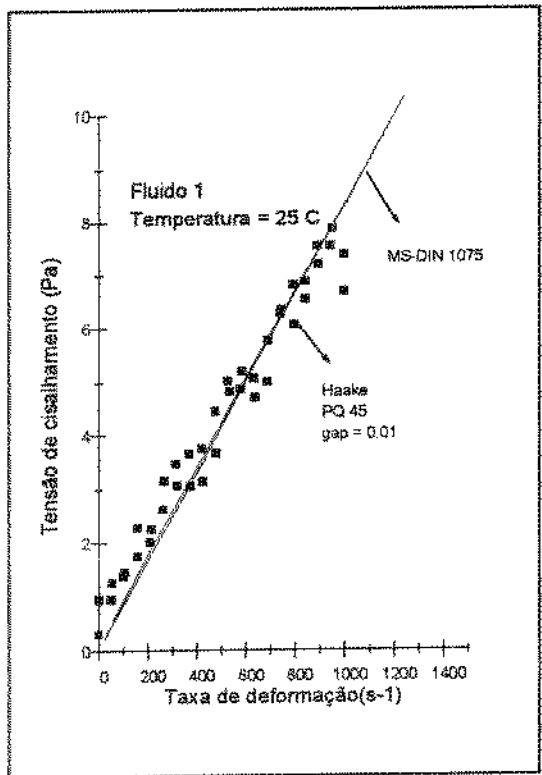


Figura 4.3.7. Comparação dos sistemas MS-DIN 1075 e placas paralelas

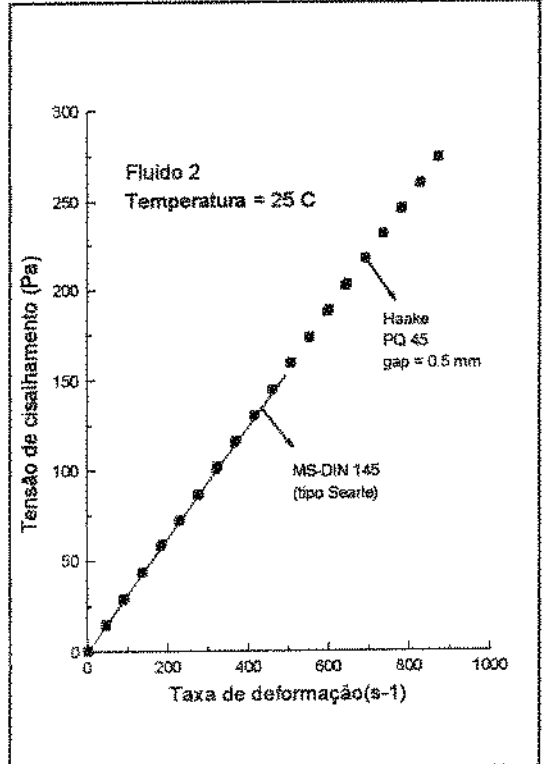


Figura 4.3.8. Comparação dos sistemas MS-DIN 145 e placas paralelas

O único trabalho em que é feita uma tentativa para uma descrição geral da reologia de suco concentrado de laranja é devido a Crandall et alli 1982, porém sua faixa experimental ficou entre -10°C e $+25^{\circ}\text{C}$, sendo que o principal interesse era quanto ao bombeamento do concentrado nessa faixa de temperaturas.

Como o suco concentrado não é uma substância pura a expectativa para o comportamento reológico é que seja dependente de muitas variáveis, o que torna possível apenas a comparação para faixas de valores, como pode-se observar na literatura. A falta de medidas reportadas na literatura para as faixas de temperatura estudadas neste trabalho impede uma comparação direta.

Este trabalho procurou explorar uma faixa de temperaturas bastante interessante sob o ponto de vista do processamento, porém não reportada na literatura.

Como objetivo imediato, pode-se pensar nas aplicações ao cálculo de trocadores de calor, evaporadores, colunas de separação e sistemas de ultrafiltração. Porém, o que de mais importante resulta é a comparação entre os resultados obtidos em diferentes sistemas de medida. Dos resultados aqui reportados fica um alerta quanto a livre interpretação dada aos resultados em geral e talvez muitos deles reportados na literatura.

5. CONCLUSÕES

O sistema MS-DIN 145 (tipo Searle) do reômetro marca Contraves apresentou efeito de instabilidade, ocasionando desvios no real comportamento dos fluidos. Isto foi evidenciado nos resultados obtidos experimentalmente para os sucos a temperaturas acima de 50 °C e para um fluido padrão newtoniano a 25 °C. Portanto, não é aconselhável o uso deste sistema para a medida de propriedades reológicas de sucos de frutas a temperaturas iguais ou superiores a 50 °C, pois as faixas de taxas de deformação confiáveis são muito pequenas. A faixa confiável se reduz à medida que diminui a viscosidade.

Os resultados dos experimentos realizados no sistema MS-DIN 1075 (“double gap”) do reômetro Contraves foram satisfatórios para ambos os fluidos newtonianos padrões (fluidos 1 e 2) que apresentaram comportamento linear e valor real da viscosidade e os sucos de frutas usados apresentaram comportamento pseudoplástico para todas as concentrações e temperatura usadas. Portanto este é um sistema de medida mais confiável para maiores faixas da taxa de deformação.

Comparando-se a evaporação causada durante as medidas experimentais nos sistemas MS-DIN 145 e sistema MS-DIN 1075, determinou-se que no último, este efeito é mais pronunciado e tanto maior quanto maiores as temperaturas. A diferença de concentração devido à evaporação chegou a 7%, por isso deve-se ter muito cuidado quando houver necessidade de repetição do experimento com a mesma amostra.

No reômetro de placas paralelas de marca Haake Rotovisco foram realizados experimentos para os sucos de laranja, a diferentes temperaturas e concentrações, com o sistema PQ 45 e as placas separadas por uma distância de 0,5mm e 1 mm, atingindo-se valores de taxas de deformação de 874 e 500 s⁻¹,

respectivamente. Os resultados apresentaram comportamento pseudoplástico para todos os experimentos. Não foi possível determinar se houve ou não evaporação durante a corrida, devido à pequena quantidade de amostra utilizada em cada experimento o que impossibilita a determinação de concentração de sólidos solúveis com refratômetro. Quando comparados os reogramas para as duas distâncias entre as placas, observou-se que a viscosidade aparente menor é para as corridas com separação maior entre placas. Este efeito é oposto àquele observado com o fluido padrão newtoniano. Devido ao resultado de calibração com o fluido newtoniano adotou-se o espaçamento menor para análise dos sucos, porém este é um tema aberto e que merece estudos específicos.

Na comparação entre os dois tipos de sistemas: cilindros concêntricos e placas paralelas, observou-se em todos os reogramas para uma mesma temperatura e concentração, uma diferença no valor de viscosidade aparente. Não se pode, entretanto, afirmar qual resultado é o correto. Com isso pode-se dizer que quando forem comparados resultados para materiais não newtonianos deve-se ter o cuidado de indicar o sistema de medida usado. Mesmo para taxas de deformação iguais, o ideal é a comparação de resultados medidos em um mesmo sistema. Para aplicações em projetos os dados reológicos deveriam ser medidos na mesma geometria em que vão ser aplicados. Como exemplo disto, é comum o conflito entre fabricante e cliente quando o parâmetro de qualidade é “viscosidade” de materiais não newtonianos.

6. SUGESTÕES

Seria muito interessante desenvolver um estudo do efeito da evaporação das placas de acordo com o tipo de fluido a ser caracterizado reologicamente. Há indicações que os efeitos são diferentes para fluidos homogêneos e não homogêneos (e.g. com partículas em suspensão estável).

A literatura relata comportamento reológico de frutas apenas com relação ao teor de sólidos expressos em °Brix, teor de polpa e temperatura. Apenas recentemente começaram surgir idéias de referir-se também ao teor de pectina. No entanto, talvez seja importante ir além desses parâmetros e devem ser desenvolvidas investigações nessa direção

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, H. A.; HUTTON, J. F. & WALTERS, K. **An Introduction to Rheology.** New York, Elsevier Science Publishers, 1989.
- BIRD, R. B. ; STEWART, W. E. & LIGHTFOOT, E. N. **Transport Phenomena.** EUA, John Wiley & Sons, 1960.
- CRANDALL, P. G.; CHEN, C. S.; & CARTER, R. D. Models for Predicting Viscosity of Orange Juice Concentrate. **Food Technology**, v. 36, n. 5, 1982.
- GASPARETTO, C. A. **Comportamento Reológico dos Fluidos Reais.** São Carlos, SP. 1983.
- KHALIL, K. E.; RAMAKRISHNA, P.; NANJUNDASWAMY, A. M. & PATWARDHAN, M. V. Rheological Behaviour of Clarified Banana Juice: Effect of Temperature and Concentration. **Journal of Food Engineering**, v. 10, n. 3, 1989.
- MIZRAHI, S. & BERK, Z. Flow Behaviour of Concentrated Orange Juice: Mathematical Treatment. **Journal of Food Textures Studies**, v. 3, 69-79, 1972.
- MIZRAHI, S. & FIRSTENBERG, R. Effect of Orange Juice Composition on Flow Behaviour of six-fold Concentrate. **Journal of Texture Studies**, v. 6. 1975.
- PRENTICE, J. H. **Measurements in the Rheology of Foodstuffs.** London and New York Elsevier Applied Science Publishers, 1984.

- RAO, M. A.; COOLEY, H. J. & VITALI, A. A. Flow Properties of Concentrated Juices at Low Temperatures. **Food Technology** , v. 38, n. 3, 1984.
- RAO, M. A. & RIZVI, S. S. **Engineering Properties of Foods**, New York, Marcel Dekker, 1986.
- SÁENZ, C. & COSTELL, E. Comportamiento reológico de productos de limón. Influencia de la temperatura y de la concentración. **Revista Agroquímica y Tecnológica de Alimentos**. v. 26, n. 4, 1986
- SARAVACOS, G.D. Effect of Temperature on Viscosity of Fruit Juices and Purees. **Journal of Food Science**, v. 35, n. 2, 1970.
- SCHRAMM, G. **A Practical Approach to Rheology and Rheometry** , Germany, Gebrueder HAAKE, 1994.
- SHET, B. B. Viscosity measurements and Interpretation of Viscosity Data. **Journal of Texture Studies**, v. 7. 1976.
- SKELLAND, A. H. P. **Non Newtonian Flow and Heat Transfer**. John Wiley & Sons, EUA, 1967.
- SMITH, R. E. Effect of Gap Errors in Rotational Concentric Cylinder Viscometers. **Journal of Rheology**, v. 28, n. 2, 155-160, 1984.
- VAN WAZER, J. R.; LYONS, J. W.; KIM, K. Y. & COLWELL, R. E. **Viscosity and Flow Measurements**. Interscience Publishers. John Wiley & Sons, EUA, 1963.

VITALI, A. A. and RAO, M. A.(a) Flow Properties of Low-Pulp Concentrated Orange Juice: Serum Viscosity and Effect of Pulp Content. **Journal of Food Science** , v.49, p.876-881, 1984.

VITALI, A. A. and RAO, M. A.(b) Flow Properties of Low-Pulp Concentrated Orange Juice: Effect of Temperature and Concentration. **Journal of Food Science** , v.49, p.882-888, 1984.

WALTERS, K. **Rheometry**. Chapman and Hall, GB, 1975

ANEXO A

Tabelas de Resultados Experimentais
Compreendendo de A.1 a A.39

Tabela A.1. Suco de laranja a 35 °Brix e temperatura de 60 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,402	0,514	0,402	0,439	0,065	0,037	0	0	0,1	0,03	0,060	0,03
1,196	1,207	1,084	1,162	0,068	0,039	26,27	26,23	26,17	26,22	0,05	0,03
1,464	1,621	1,408	1,498	0,110	0,064	59,96	59,88	59,98	59,94	0,05	0,03
1,766	1,811	1,755	1,777	0,029	0,0171	84,44	83,73	84,15	84,11	0,36	0,21
2,135	2,235	2,123	2,164	0,061	0,035	119	119,2	119	119,07	0,11	0,07
2,325	2,526	2,425	2,425	0,101	0,058	147,5	147,8	147,5	147,6	0,17	0,1
2,626	2,783	2,604	2,671	0,098	0,056	176,6	176,7	176,7	176,67	0,06	0,03
2,973	3,006	3,163	3,047	0,101	0,059	210,6	210,3	210,3	210,4	0,17	0,1
3,152	3,409	3,275	3,278	0,128	0,074	239,1	238,9	238,9	238,97	0,11	0,07
3,498	3,565	3,588	3,550	0,047	0,027	267,8	268	267,7	267,83	0,15	0,09
3,778	3,901	3,666	3,782	0,117	0,068	296,5	296,6	297	296,7	0,26	0,15
4,046	4,124	3,934	4,035	0,095	0,055	330,1	330,1	330,1	330,1	0	0
4,247	4,426	4,281	4,318	0,095	0,055	359,1	359,1	359,3	359,17	0,11	0,07
4,482	4,593	4,448	4,508	0,076	0,044	388	387,4	387,4	387,6	0,35	0,2
4,728	4,884	4,661	4,758	0,114	0,066	416,8	416,9	416,9	416,87	0,06	0,03
4,929	5,197	4,795	4,974	0,205	0,118	450,1	450	449,5	449,87	0,32	0,19
5,163	5,432	5,096	5,230	0,179	0,103	479	479,1	479,1	479,07	0,06	0,03
5,376	5,566	5,275	5,406	0,148	0,085	507,8	507,3	507,5	507,53	0,25	0,14
5,689	5,834	5,599	5,707	0,119	0,068	541,4	541,4	541,2	541,33	0,11	0,07
5,756	6,102	5,7	5,853	0,218	0,126	570,1	570,3	570,6	570,33	0,25	0,14
6,113	6,214	6,125	6,151	0,055	0,032	599,2	599,2	599,2	599,2	0	0
6,281	6,393	6,203	6,292	0,095	0,055	627,7	627,8	627,8	627,77	0,06	0,03
6,382	6,605	6,326	6,438	0,148	0,085	661,6	661,1	661,1	661,27	0,29	0,17
6,672	6,885	6,505	6,687	0,190	0,110	690	690	690	690	0	0
6,695	6,996	6,75	6,814	0,160	0,092	719,2	718,9	719,1	719,07	0,15	0,00
7,019	7,231	7,063	7,104	0,112	0,065	752,8	752,1	752,7	752,53	0,38	0,22
7,276	7,376	7,32	7,324	0,050	0,029	781,4	781,6	781,3	781,43	0,15	0,09
7,533	7,645	7,354	7,511	0,147	0,085	810,1	810,1	809,8	810	0,17	0,1
7,611	7,756	7,622	7,663	0,081	0,046	838,5	838,8	839,3	838,87	0,40	0,23

Tabela A.1. Continuação

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
8,013	8,036	7,846	7,965	0,104	0,059	872,1	872,6	872,4	872,37	0,25	0,14
7,768	8,002	7,946	7,905	0,122	0,070	873,7	873,4	873,7	873,6	0,17	0,1
7,812	7,846	7,622	7,76	0,121	0,070	847,5	847,1	847,5	847,37	0,23	0,13
7,678	7,7	7,499	7,626	0,110	0,063	813,5	813,9	813,6	813,67	0,21	0,12
7,477	7,455	7,287	7,406	0,104	0,06	785	785,1	785,1	785,07	0,06	0,03
7,253	7,332	7,22	7,268	0,057	0,033	756,8	756,1	757	756,63	0,47	0,27
7,209	7,153	6,873	7,078	0,180	0,104	727,3	727,5	727,5	727,43	0,11	0,07
6,918	6,862	6,717	6,832	0,104	0,059	694,3	694,4	694	694,23	0,22	0,12
6,549	6,628	6,549	6,575	0,045	0,026	665	665	665,3	665,1	0,17	0,1
6,37	6,505	6,214	6,363	0,146	0,084	636,8	636,3	636,5	636,53	0,25	0,14
6,192	6,359	6,091	6,214	0,135	0,078	607,3	602,6	602,6	604,17	2,71	1,57
5,968	5,935	6,013	5,972	0,039	0,023	574,3	574,3	574,1	574,23	0,11	0,07
6,08	5,89	5,7	5,89	0,19	0,109	545,2	544,9	545,1	545,07	0,15	0,09
5,678	5,845	5,521	5,681	0,162	0,093	516,5	516,5	516,5	516,5	0	0
5,476	5,51	5,353	5,446	0,083	0,048	482,9	482,7	482,6	482,73	0,15	0,09
5,163	5,298	5,152	5,204	0,081	0,047	453,9	453,9	453,8	453,87	0,06	0,03
4,951	5,085	4,973	5,003	0,072	0,042	424,9	425,3	425,2	425,13	0,21	0,12
4,839	5,018	4,739	4,865	0,141	0,082	396,4	396,8	396,3	396,5	0,26	0,15
4,627	4,649	4,538	4,605	0,059	0,034	362,8	363,1	362,8	362,9	0,17	0,1
4,482	4,403	4,348	4,411	0,067	0,039	334,3	334,1	334,1	334,17	0,11	0,07
4,091	4,225	4,079	4,132	0,081	0,047	305	305,3	305	305,1	0,17	0,1
3,923	3,934	3,867	3,908	0,035	0,021	272	271,7	271,8	271,83	0,15	0,09
3,711	3,733	3,655	3,699	0,040	0,023	242,9	242,4	242,6	242,63	0,25	0,14
3,632	3,453	3,331	3,472	0,151	0,087	214	214,4	214,3	214,23	0,21	0,12
3,129	3,263	3,096	3,163	0,088	0,051	185,1	185,1	185,3	185,17	0,11	0,07
2,895	2,895	2,895	2,895	0	0	151,9	151,9	151,5	151,77	0,23	0,13
2,783	2,738	2,705	2,742	0,039	0,022	122,6	122,6	122,7	122,63	0,06	0,03
2,392	2,459	2,325	2,392	0,067	0,039	94,26	94,12	93,98	94,12	0,14	0,08
2,09	2,079	1,9	2,023	0,107	0,062	63,75	64,06	64,08	63,96	0,18	0,11
1,755	1,755	1,598	1,703	0,091	0,052	34,64	34,57	34,8	34,67	0,12	0,07
1,106	1,039	0,995	1,047	0,056	0,032	0,99	1,07	1,09	1,05	0,05	0,03

Tabela A.2. Suco de laranja a 35 °Brix e temperatura de 80 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,57	0,056	0,537	0,388	0,288	0,166	0,157	0,014	0,199	0,12	0,09	0,06
1,319	0,637	1,039	0,998	0,343	0,198	26,24	26,23	26,27	26,25	0,02	0,01
1,542	0,872	1,486	1,300	0,372	0,215	59,72	59,65	59,63	59,67	0,05	0,03
1,643	1,241	1,587	1,490	0,218	0,126	84,01	84,15	84,15	84,10	0,08	0,05
2,001	1,554	2,056	1,870	0,275	0,159	118,9	119,3	119,6	119,27	0,35	0,20
2,202	1,732	2,146	2,027	0,257	0,148	147,4	147,5	147,9	147,60	0,26	0,15
2,503	2,123	2,459	2,362	0,208	0,120	176,6	176,7	177,3	176,87	0,38	0,22
2,671	2,414	2,593	2,559	0,132	0,076	210,6	210,5	205,8	208,97	2,74	1,58
3,152	2,649	3,107	2,969	0,278	0,161	239,1	239,4	239,8	239,43	0,35	0,20
3,342	2,917	3,241	3,167	0,222	0,128	268	267,8	268,1	267,97	0,15	0,09
3,733	3,263	3,386	3,461	0,244	0,141	296,9	296,9	297,2	297,00	0,17	0,10
3,811	3,42	3,389	3,707	0,251	0,145	330,2	330,2	330,6	330,33	0,23	0,13
4,079	3,766	4,191	4,012	0,220	0,127	359	359,1	359,7	359,27	0,38	0,22
4,459	4,079	4,415	4,318	0,208	0,120	387,6	387,7	388,6	387,97	0,55	0,32
4,75	4,191	4,392	4,444	0,283	0,163	416,8	416,6	416,8	416,73	0,11	0,07
4,806	4,348	4,661	4,605	0,234	0,135	450	450,4	450,8	450,40	0,40	0,23
4,839	4,459	4,761	4,686	0,201	0,116	479,3	479,1	479,4	479,27	0,15	0,09
5,253	4,649	5,152	5,018	0,324	0,187	507,6	507,6	507,9	507,70	0,17	0,10
5,432	4,739	5,152	5,108	0,349	0,201	541,7	541,5	541,9	541,70	0,20	0,11
5,644	4,973	5,208	5,275	0,340	0,197	570,1	570	570,4	570,17	0,21	0,12
5,532	5,141	5,51	5,394	0,220	0,127	599,2	598,8	599,5	599,17	0,35	0,20
5,812	5,32	5,499	5,544	0,249	0,144	627,7	627,5	628,1	627,77	0,31	0,18
5,733	5,51	5,733	5,659	0,129	0,074	661,4	661,4	661,7	661,50	0,17	0,10
6,069	5,521	5,89	5,827	0,279	0,161	689,7	689,9	690,3	689,97	0,31	0,18
6,147	5,745	5,957	5,950	0,201	0,116	718,9	718,9	719,6	719,13	0,40	0,23
6,438	6,035	6,225	6,233	0,202	0,116	752	752,1	748	750,70	2,34	1,35
6,661	6,136	6,37	6,389	0,263	0,152	781,4	781,4	782	781,60	0,35	0,20
6,885	6,337	6,505	6,576	0,281	0,162	810,1	809,8	810,8	810,23	0,51	0,29
7,019	6,505	6,851	6,792	0,262	0,151	839	838,8	839,4	839,07	0,31	0,18
7,242	6,639	7,008	6,963	0,304	0,176	872,9	872,4	872,6	872,63	0,25	0,14

Tabela A.2. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
7,388	6,762	6,862	7,004	0,336	0,194	873,7	873,4	873,7	873,60	0,17	0,10
7,119	6,628	6,818	6,855	0,248	0,143	847,2	847,8	847,5	847,50	0,30	0,17
7,03	6,393	6,683	6,702	0,319	0,184	814,1	813,9	814,2	814,07	0,15	0,09
6,784	6,281	6,493	6,519	0,253	0,146	785	785	785	785,00	0	0
6,784	6,203	6,516	6,501	0,291	0,168	756	756,5	756,4	756,30	0,26	0,15
6,784	6,125	6,337	6,415	0,336	0,194	727,5	727,6	727,6	727,57	0,06	0,03
6,594	5,834	6,348	6,259	0,388	0,224	694,2	694,3	694	694,17	0,15	0,09
6,348	5,879	6,024	6,084	0,240	0,139	665,1	665,1	665	665,07	0,06	0,03
6,37	5,532	6,069	5,990	0,425	0,245	636,6	636,6	636,5	636,57	0,06	0,03
6,058	5,488	5,644	5,730	0,295	0,170	602,3	602,7	602,6	602,53	0,21	0,12
5,957	5,376	5,722	5,685	0,292	0,169	574,1	574,1	574	574,07	0,06	0,03
6,069	5,219	5,309	5,532	0,467	0,270	544,8	545,2	545,1	545,03	0,21	0,12
5,834	5,197	5,365	5,465	0,330	0,191	516,5	516,2	516,7	516,47	0,25	0,14
5,879	4,895	5,264	5,346	0,497	0,287	482,7	482,6	482,6	482,63	0,06	0,03
5,577	4,75	5,085	5,137	0,416	0,240	453,9	454,2	454,5	454,20	0,30	0,17
5,197	4,661	4,929	4,929	0,268	0,155	425,3	425	425,2	425,17	0,15	0,09
5,242	4,482	4,661	4,795	0,397	0,229	396,7	396,3	396,4	396,47	0,21	0,12
4,906	4,281	4,426	4,538	0,327	0,189	362,7	362,8	362,7	362,73	0,06	0,03
4,772	4,269	4,549	4,530	0,252	0,146	334,3	334,2	334,1	334,20	0,100	0,058
4,739	3,99	4,202	4,310	0,386	0,223	305	305,4	305,3	305,23	0,208	0,120
4,526	3,755	4,079	4,120	0,387	0,224	271,8	271,8	271,8	271,80	2,42E-6	1,39E-6
4,281	3,588	3,811	3,893	0,354	0,204	242,5	242,5	242,8	242,60	0,17	0,10
4,113	3,219	3,565	3,632	0,451	0,260	214,2	214,3	214,2	214,23	0,06	0,03
3,744	3,174	3,319	3,412	0,296	0,171	185,3	185,3	185,1	185,23	0,11	0,07
3,565	2,772	3,129	3,155	0,397	0,229	151,6	151,5	151,5	151,53	0,06	0,03
3,163	2,682	2,861	2,902	0,243	0,140	122,6	122,9	122,9	122,80	0,17	0,10
2,738	2,325	2,626	2,563	0,214	0,123	94,12	94,12	94,12	94,12	8,46E-7	4,88E-7
2,403	1,866	2,336	2,202	0,293	0,169	64,02	63,85	64,18	64,02	0,16	0,09
2,056	1,576	1,855	1,829	0,241	0,139	34,86	34,87	34,84	34,86	0,01	0,01
1,587	0,984	1,531	1,367	0,333	0,192	1,111	1,096	1,025	1,08	0,05	0,03

Tabela A.3. Suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 60 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_1 (Pa)	τ_1 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,257	0,469	0,539	0,428	0,155	0,089	0,199	0,1	0,057	0,119	0,07	0,04
1,978	2,101	2,123	2,067	0,078	0,045	26,73	26,16	26,2	26,36	0,32	0,18
2,839	3,051	3,006	2,965	0,112	0,064	55,4	59,69	59,69	58,26	2,48	1,43
3,487	3,789	3,733	3,669	0,160	0,093	84,3	84,01	83,87	84,06	0,22	0,13
4,336	4,605	4,515	4,485	0,137	0,079	119,3	119	119	119,1	0,17	0,1
4,951	5,208	5,163	5,107	0,137	0,079	148,4	147,8	147,4	147,87	0,50	0,29
5,543	5,946	5,923	5,804	0,226	0,133	177,1	176,7	176,7	176,83	0,23	0,13
6,248	6,493	6,572	6,438	0,169	0,097	205,9	210,5	210,5	208,97	2,66	1,53
6,996	6,974	7,231	7,067	0,142	0,082	239,5	239,1	239,1	239,23	0,23	0,13
7,376	7,645	7,79	7,604	0,210	0,121	268,1	267,6	267,6	267,77	0,29	0,17
8,181	8,338	8,427	8,315	0,124	0,072	297,2	297,2	296,7	297,03	0,29	0,17
8,65	9,053	9,019	8,907	0,223	0,129	330,5	330,1	330,1	330,23	0,23	0,13
9,075	9,5	9,578	9,384	0,271	0,156	359,5	359	359,1	359,2	0,26	0,15
9,589	9,947	10,22	9,9197	0,316	0,183	388,4	387,9	387,4	387,9	0,5	0,29
10,14	10,39	10,8	10,443	0,333	0,192	417,5	416,8	416,5	416,93	0,51	0,29
10,67	11,17	11,41	11,083	0,377	0,218	450,7	450,5	450	450,4	0,30	0,22
11,28	11,6	12,05	11,643	0,387	0,223	479,4	479	479	479,13	0,23	0,13
11,7	12,23	12,61	12,18	0,457	0,264	508,1	507,8	507,8	507,9	0,17	0,1
12,18	12,85	13,33	12,787	0,578	0,333	542,1	541,2	541,2	541,5	0,52	0,3
12,89	13,4	13,88	13,39	0,495	0,286	570,4	570	570,1	570,17	0,21	0,12
13,3	13,94	14,42	13,887	0,562	0,324	599,2	599	599	599,07	0,11	0,07
13,89	14,29	14,98	14,387	0,551	0,318	628,2	627,8	627,9	627,97	0,21	0,12
14,47	15,04	15,55	15,02	0,540	0,312	661,7	661,3	661,4	661,47	0,21	0,12
14,74	15,41	15,98	15,377	0,622	0,358	690	690	689,9	689,97	0,06	0,03
15,2	15,81	16,21	15,74	0,509	0,294	719,5	719,2	719,2	719,3	0,17	0,1
15,56	16,33	16,6	16,163	0,539	0,312	748,4	752,4	753	751,27	2,50	1,44
16,08	16,64	17	16,573	0,464	0,268	782,3	781,3	781,3	781,63	0,58	0,33
16,44	17,04	17,1	16,86	0,365	0,211	810,4	810,2	809,9	810,17	0,25	0,14
16,59	17,33	17,27	17,063	0,411	0,237	839,7	839,1	839,3	839,37	0,30	0,18
16,97	17,61	17,56	17,38	0,356	0,205	872,6	872,4	872,4	872,47	0,11	0,07
16,94	17,65	17,54	17,377	0,382	0,221	873,6	873,9	873,6	873,7	0,17	0,1

Tabela A.3. Continuação.

r_1 (Pa)	r_2 (Pa)	r_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
16,47	17,09	17,08	16,88	0,355	0,205	847,5	847,4	847,5	847,47	0,07	0,03
15,84	16,47	16,6	16,303	0,406	0,235	814,2	814,2	813,5	813,97	0,40	0,23
15,47	15,87	16,43	15,923	0,4822	0,278	785	785,3	784,9	785,07	0,21	0,12
15	15,49	15,97	15,487	0,485	0,280	757	756,7	756,7	756,8	0,17	0,1
14,74	15,07	15,52	15,11	0,391	0,226	727,2	727,6	727,3	727,37	0,21	0,12
14,28	14,62	14,86	14,587	0,291	0,168	694,2	694,6	693,7	694,17	0,451	0,26
13,85	14,25	14,6	14,233	0,375	0,217	665,1	665,1	665,3	665,17	0,11	0,07
13,55	13,88	14,07	13,833	0,263	0,152	636,3	636,3	636,2	636,27	0,06	0,03
13,07	13,66	13,56	13,43	0,316	0,182	603,2	602,7	602,9	602,93	0,25	0,14
12,53	12,92	13,18	12,877	0,327	0,189	574,1	574,3	574	574,13	0,15	0,09
12,33	12,65	12,5	12,493	0,160	0,092	545,4	544,8	545,1	545,1	0,3	0,17
11,8	12,28	12,17	12,083	0,251	0,145	516,3	516,3	516,2	516,27	0,06	0,03
11,29	11,7	11,65	11,547	0,224	0,129	482,9	482,6	482,7	482,73	0,15	0,09
10,96	11,31	11,31	11,193	0,202	0,117	454,7	453,9	453,9	454,17	0,46	0,27
10,42	10,79	10,8	10,67	0,216	0,125	425,3	425,3	425	425,2	0,17	0,1
9,88	10,42	10,36	10,22	0,296	0,171	396,4	396,4	396,7	396,5	0,17	0,1
9,489	9,846	9,6	9,645	0,183	0,105	362,8	363	362,8	362,87	0,11	0,07
9,03	9,332	9,287	9,216	0,163	0,094	334,2	334,2	334,2	334,2	1,8E-6	1,0E-6
8,427	8,829	8,941	8,732	0,270	0,156	305,4	305,1	305,6	305,37	0,25	0,14
7,812	8,393	8,226	8,144	0,299	0,173	271,7	271,8	272	271,83	0,15	0,09
7,298	7,801	7,678	7,592	0,262	0,151	242,6	242,9	242,6	242,7	0,17	0,1
6,773	7,198	7,075	7,015	0,219	0,126	214,3	214	214,4	214,23	0,21	0,12
6,125	6,482	6,605	6,404	0,249	0,144	185,1	185	185	185,03	0,06	0,03
5,51	5,845	5,856	5,737	0,196	0,113	151,9	151,9	151,9	151,9	0	0
4,683	5,074	5,04	4,932	0,216	0,125	122,9	122,7	122,7	122,77	0,11	0,07
3,956	4,325	4,247	4,176	0,194	0,112	93,84	93,98	94,12	93,98	0,14	0,08
3,219	3,498	3,498	3,405	0,161	0,093	64,13	64,19	64,16	64,16	0,03	0,02
2,291	2,548	2,481	2,44	0,133	0,077	34,86	34,73	34,7	34,76	0,08	0,05
0,794	0,961	1,028	0,928	0,120	0,069	1,011	1,025	1,068	1,03	0,03	0,02

Tabela A.4 Suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 80 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,447	0,179	0,045	0,224	0,204	0,118	0,085	0,157	0	0,08	0,08	0,04
1,609	1,878	1,375	1,621	0,252	0,145	26,23	26,27	26,23	26,24	0,02	0,01
2,403	2,325	2,001	2,243	0,213	0,123	59,92	59,7	59,72	59,78	0,12	0,07
2,984	2,973	2,649	2,869	0,190	0,109	83,73	83,73	84,15	83,87	0,24	0,14
3,476	3,576	3,364	3,472	0,106	0,061	118,9	118,9	119,2	119	0,17	0,1
4,169	4,18	3,867	4,072	0,178	0,102	147,7	147,5	147,5	147,57	0,11	0,07
4,75	4,795	4,381	4,642	0,227	0,131	176,7	176,6	176,7	176,67	0,06	0,03
5,309	5,499	5,119	5,309	0,19	0,109	210,3	210,5	210,6	210,47	0,15	0,09
5,789	6,225	5,588	5,867	0,326	0,188	239,2	239,1	239,4	239,23	0,15	0,09
6,192	6,762	6,281	6,412	0,307	0,177	267,8	267,7	268	267,83	0,15	0,09
6,818	6,985	6,628	6,810	0,179	0,103	297,2	296,6	296,6	296,8	0,35	0,2
7,287	7,846	7,164	7,432	0,363	0,209	330,1	330,2	329,9	330,07	0,15	0,09
7,913	8,248	7,823	7,995	0,224	0,129	359,1	359	359,3	359,13	0,15	0,09
8,326	8,885	8,248	8,486	0,347	0,201	387,6	387,7	387,6	387,63	0,06	0,03
9,053	9,142	9,232	9,142	0,089	0,052	416,9	416,6	416,9	416,8	0,17	0,1
9,254	9,869	9,287	9,47	0,346	0,199	450	450	450	450	0	0
9,846	10,32	10,07	10,079	0,237	0,137	479,1	479,1	479,1	479,1	0	0
10,79	11,01	10,92	10,907	0,111	0,064	507,6	507,6	507,6	507,6	0	0
10,57	11,25	10,79	10,87	0,347	0,200	541,5	540,9	541,5	541,3	0,35	0,2
10,94	11,31	11,4	11,217	0,244	0,141	570,1	570,1	570,3	570,17	0,11	0,07
11,2	11,99	11,66	11,617	0,397	0,229	599,6	598,9	599	599,17	0,38	0,22
11,74	12,53	11,97	12,08	0,406	0,235	627,5	627,8	627,5	627,6	0,17	0,1
12,16	12,69	12,35	12,4	0,268	0,155	661,6	661,6	661,3	661,5	0,17	0,1
12,25	12,82	12,72	12,597	0,304	0,176	690	690,5	689,9	690,13	0,32	0,18
12,45	12,77	12,82	12,68	0,201	0,116	719,1	718,9	718,8	718,93	0,15	0,09
12,77	13,27	12,76	12,933	0,292	0,168	751,8	752,1	752,4	752,1	0,3	0,17
12,8	13,32	12,99	13,037	0,263	0,152	781,7	781,7	781,4	781,6	0,17	0,1
13,11	13,59	13,13	13,277	0,271	0,157	809,9	809,8	809,9	809,87	0,06	0,03
13,3	13,72	13,37	13,463	0,225	0,129	839	839,4	839	839,13	0,23	0,13

Tabela A.4. Continuação.

τ_i (Pa)	τ_z (Pa)	τ_s (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
13,66	14,07	13,57	13,767	0,266	0,154	872,6	872,4	872,3	872,43	0,15	0,09
13,69	13,99	13,59	13,757	0,208	0,120	873,6	873,6	873,7	873,63	0,06	0,03
13,28	13,61	13,12	13,337	0,249	0,144	847,2	847,5	847,4	847,37	0,15	0,09
12,85	13,1	12,85	12,933	0,144	0,083	814,3	813,9	814,1	814,1	0,2	0,11
12,74	12,94	12,55	12,743	0,195	0,113	785	783,4	784,9	785,1	0,26	0,15
12,28	12,8	12,27	12,45	0,303	0,175	756,7	756,5	756,1	756,43	0,30	0,18
12,27	12,42	12,07	12,253	0,176	0,101	727,5	727,6	727,5	727,53	0,06	0,03
12,06	12,22	11,78	12,02	0,223	0,128	693,9	693,9	693,7	693,83	0,11	0,07
11,52	12,15	11,48	11,717	0,376	0,217	664,8	665,1	665,1	665	0,17	0,1
11,32	11,58	11,24	11,38	0,178	0,102	636,6	636,2	636,3	636,37	0,28	0,12
10,94	11,05	10,91	10,967	0,074	0,042	602,9	602,6	602,7	602,73	0,15	0,09
10,8	10,95	10,68	10,81	0,135	0,078	574	574	574,1	574,03	0,06	0,03
10,17	10,63	10,52	10,44	0,240	0,139	544,9	544,9	545,2	545	0,17	0,1
10,14	10,26	10,16	10,187	0,064	0,037	516,5	516,5	516,5	516,5	0	0
9,813	9,992	9,846	9,884	0,095	0,055	482,6	482,4	483	482,67	0,30	0,18
9,444	9,578	9,5	9,507	0,067	0,039	453,7	454,2	454,4	454,1	0,36	0,21
8,952	9,477	9,019	9,149	0,286	0,165	425,3	425,2	425,2	425,23	0,06	0,03
8,907	8,975	8,852	8,911	0,062	0,036	396,4	396,7	396,4	396,5	0,17	0,1
8,36	8,628	8,416	8,468	0,141	0,082	362,7	362,5	362,7	362,63	0,11	0,07
8,215	8,527	8,17	8,304	0,194	0,112	334,1	333,9	334,3	334,1	0,2	0,11
7,712	8,092	7,734	7,846	0,213	0,123	305,6	305,6	304,9	305,37	0,40	0,23
7,276	7,41	7,332	7,339	0,067	0,039	271,7	271,7	271,8	271,73	0,06	0,03
6,717	7,019	6,84	6,859	0,152	0,088	242,6	242,8	242,6	242,67	0,11	0,07
6,359	6,493	6,538	6,463	0,093	0,054	214	214,2	214,3	214,17	0,15	0,09
5,823	6,281	5,733	5,946	0,294	0,169	185,3	185,1	185,3	185,23	0,11	0,07
5,197	5,298	5,074	5,189	0,112	0,065	152,1	151,8	151,9	151,93	0,15	0,09
4,705	4,895	4,649	4,749	0,129	0,074	122,9	122,7	122,7	122,77	0,11	0,07
4,113	4,325	4,001	4,146	0,164	0,095	94,26	93,84	94,26	94,12	0,24	0,14
3,174	3,275	3,096	3,182	0,089	0,052	63,73	64,18	64,23	64,05	0,27	0,16
2,358	2,492	2,28	2,377	0,107	0,062	34,74	34,76	34,79	34,76	0,02	0,01
1,062	0,939	0,917	0,973	0,078	0,045	1,096	1,125	1,21	1,14	0,06	0,03

Tabela A.5 Suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 50 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,469	0,659	0,391	0,450	0,160	0,080	0	0	0	0	0	0
9,891	10,25	9,969	9,928	0,267	0,134	26,27	26,19	26,27	26,23	0,04	0,02
15,77	16,13	15,84	15,835	0,221	0,110	59,88	59,88	59,83	59,87	0,02	0,01
19,26	19,77	19,45	19,440	0,236	0,118	83,73	83,87	84,01	83,94	0,18	0,09
23,67	24,12	24,04	23,920	0,201	0,101	119	119	119,2	119,10	0,11	0,06
27,06	27,44	27,4	27,223	0,230	0,115	147,7	147,8	147,9	147,73	0,17	0,08
30,34	30,98	31,16	30,773	0,368	0,184	176,7	176,6	176,7	176,68	0,05	0,02
33,86	34,18	34,45	34,083	0,290	0,145	210,6	210,3	210,6	210,50	0,14	0,07
36,19	37,04	37,47	36,897	0,532	0,266	238,9	239,1	239,1	239,08	0,13	0,06
38,88	39,51	40,17	39,545	0,529	0,265	267,7	267,7	267,8	267,70	0,08	0,04
41,61	42,55	43,3	42,530	0,697	0,348	297	296,7	296,9	296,88	0,13	0,06
45,04	45,63	46,46	45,653	0,594	0,297	330,1	330,2	330,1	330,08	0,13	0,06
47,25	48,04	49,22	48,258	0,828	0,414	359,1	359,3	359,1	359,15	0,10	0,05
50,34	51,58	52,9	51,570	1,048	0,524	387,7	387,7	387,7	387,75	0,10	0,05
53,21	54,12	55,51	54,290	0,946	0,473	416,9	416,8	416,9	416,93	0,13	0,06
55,84	56,91	58,4	57,358	1,217	0,608	450,1	450	450	450,03	0,05	0,02
57,87	60,03	61,28	60,118	1,611	0,805	479	479,1	479,1	479,05	0,06	0,03
61,48	63,2	64,48	63,138	1,241	0,620	507,8	507,6	507,6	507,65	0,10	0,05
64,33	66,05	66,83	65,900	1,094	0,547	541,7	539,8	541,1	539,58	2,70	1,35
65,94	68,62	69,63	68,650	1,950	0,975	569,7	569,1	569,6	569,93	0,95	0,48
69,07	72,87	72,98	72,170	2,104	1,052	598,6	598,2	598,6	598,93	0,94	0,47
73,88	77,34	76,78	76,000	1,516	0,758	632,5	631,9	632,5	631,45	1,72	0,86
77,23	80,13	80,47	79,770	1,757	0,879	661	660,6	661	660,08	1,59	0,79
80,25	82,82	83,04	82,175	1,296	0,648	689,6	689,3	689,7	689,97	0,90	0,45
82,93	83,93	84,72	83,850	0,733	0,366	718,5	718,2	718,9	719,03	1,02	0,51
85,39	86,5	89,19	86,757	1,684	0,842	752	752	752	751,25	1,50	0,75
88,96	90,42	90,86	90,303	0,926	0,463	781,2	780,6	781	781,38	0,92	0,46
91,53	92,99	93,66	92,848	0,922	0,461	809,8	809,2	809,6	809,98	0,92	0,46
92,76	94,89	96	94,523	1,346	0,673	838,5	843,1	838,5	840,05	2,17	1,08
95	98,35	99,58	97,570	1,941	0,970	871,9	871,7	872,1	871,25	1,31	0,65

Tabela A.5. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_0 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
95,78	98,8	99,92	98,073	1,759	0,879	873,6	873,7	873,6	873,63	0,05	0,02
93,99	96,9	97,35	95,977	1,503	0,752	847,4	847,4	847,5	847,43	0,05	0,02
90,86	93,88	93,99	92,818	1,462	0,731	814,1	814,2	814,2	814,15	0,06	0,03
90,08	92,43	93,77	91,952	1,551	0,775	785	785,3	785,3	785,15	0,17	0,09
88,18	89,41	92,2	89,855	1,689	0,844	756,4	756,5	756,4	756,43	0,05	0,02
84,83	88,07	90,97	87,678	2,569	1,285	727,6	727,5	727,3	727,47	0,13	0,06
86,28	87,29	87,73	86,783	0,878	0,439	694,2	694,2	694,2	694,15	0,10	0,05
83,15	83,93	85,16	83,793	1,008	0,504	665,1	665,1	665,1	665,10	0	0
80,47	81,81	81,81	81,335	0,634	0,317	636,5	636,5	636,6	636,53	0,05	0,02
79,69	78,57	79,46	79,295	0,495	0,248	602,9	602,9	602,5	602,75	0,19	0,09
74,66	78,23	79,35	77,590	2,031	1,015	574,1	574,1	574,1	574,08	0,05	0,02
71,19	73,76	78,12	74,375	2,861	1,430	544,9	545,1	545,1	545,05	0,10	0,05
69,63	72,65	73,88	72,173	1,801	0,901	516,3	516,5	516,3	516,35	0,10	0,05
68,85	67,62	69,4	68,875	0,898	0,449	482,9	482,9	482,7	482,80	0,11	0,06
66,16	67,84	68,85	67,253	1,327	0,664	454,1	453,9	454,1	454,00	0,11	0,06
63,31	65,6	65,49	65,253	1,390	0,695	423,9	425,2	425	424,83	0,62	0,31
61,91	61,58	63,32	62,435	0,824	0,412	394,4	392,3	394,6	394,15	1,29	0,65
57,62	60,27	59,71	59,290	1,154	0,577	365,7	363,4	364,1	364,98	1,50	0,75
54,46	55,8	56,9	56,028	1,172	0,586	332,2	334,8	335,6	333,88	1,59	0,79
49,73	52,64	53,2	52,358	1,821	0,911	303,6	305,7	301,7	303,85	1,67	0,84
47,97	48,76	50,3	49,393	1,233	0,617	274,4	272,1	272,8	273,60	1,39	0,69
43,9	45,62	46,04	45,400	1,019	0,510	245,9	243,3	244,1	243,70	1,83	0,91
39,68	43,16	42,68	42,358	1,855	0,928	212,2	214,7	215,6	213,85	1,57	0,79
36,19	39,99	38,07	38,355	1,644	0,822	183,4	185,7	181,8	183,80	1,63	0,82
33	33,81	33,53	33,813	0,805	0,403	154,5	152,4	153,2	153,83	1,26	0,63
26,98	29,82	30,25	29,120	1,465	0,733	121	123,2	124,2	122,48	1,49	0,74
22,8	25,11	25,01	24,200	1,087	0,544	92,13	94,69	95,54	93,80	1,58	0,79
17,36	18,87	19,02	18,378	0,754	0,377	61,9	64,43	64,77	63,45	1,37	0,69
11,29	13,1	12,15	12,153	0,741	0,371	32,96	35,43	30,8	33,29	1,94	0,97
3,386	2,816	2,783	3,163	0,435	0,217	3,745	1,609	2,093	2,99	1,37	0,68

Tabela A.6. Suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 60 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	$\dot{\gamma}_1$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_2$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_3$ (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,324	0,38	0,291	0,332	0,045	0,026	0,043	0,085	0,157	0,09	0,06	0,03
5,365	5,51	5,465	5,447	0,074	0,043	26,13	26,16	26,29	26,19	0,08	0,05
8,27	8,349	8,405	8,341	0,068	0,039	60,03	59,65	59,99	59,89	0,21	0,12
10,13	10,11	10,14	10,127	0,015	0,009	84,3	84,15	84,3	84,25	0,09	0,05
12,45	12,37	12,47	12,43	0,053	0,030	119,2	118,9	119,2	119,1	0,17	0,1
14,19	14,18	14,27	14,213	0,049	0,028	147,9	147,5	147,5	147,63	0,23	0,13
15,95	15,74	15,89	15,86	0,108	0,062	176,6	176,7	176,9	176,73	0,15	0,09
17,8	17,84	17,93	17,857	0,067	0,038	210,3	210,2	210,5	210,33	0,15	0,09
19,35	19,16	19,23	19,247	0,096	0,055	239,1	238,9	239,4	239,13	0,25	0,14
20,81	20,8	20,87	20,827	0,038	0,022	267,4	268	267,7	267,7	0,3	0,17
22,3	22,01	22,32	22,21	0,173	0,100	296,5	296,5	297,3	296,77	0,46	0,27
23,91	24	24,08	23,997	0,085	0,049	329,8	330,1	330,1	330	0,17	0,1
25,4	25,18	25,39	25,323	0,124	0,072	359	359,1	359,1	359,07	0,06	0,03
26,93	26,78	26,9	26,87	0,079	0,046	387,4	387,9	387,6	387,63	0,25	0,14
28,26	28,1	28,21	28,19	0,082	0,047	416,9	416,8	416,6	416,77	0,15	0,09
29,85	29,75	29,92	29,84	0,085	0,049	450,4	449,7	450,1	450,07	0,35	0,20
31,27	31,39	30,99	31,217	0,205	0,118	479,1	479,1	479,1	479,1	0	0
32,84	32,42	32,57	32,61	0,213	0,123	507,6	507,6	507,5	507,57	0,06	0,03
34,57	34,37	34,11	34,35	0,231	0,133	541,8	541,2	541,7	541,57	0,32	0,19
36,37	35,93	35,66	35,987	0,358	0,207	569,9	570	570,1	570	0,1	0,06
37,26	37,17	36,95	37,127	0,159	0,092	599,5	599,2	599,2	599,3	0,17	0,1
39,01	39,16	38,65	38,94	0,262	0,151	627,5	627,7	627,8	627,67	0,15	0,09
40,97	40,67	40,36	40,667	0,305	0,176	661,3	661,6	661,3	661,4	0,17	0,1
42,18	42,69	41,41	42,093	0,644	0,372	689,7	690,3	689,7	689,9	0,35	0,2
44,68	44,26	44,2	44,38	0,261	0,151	719,2	719,1	719,2	719,17	0,06	0,03
47,13	46,55	46,75	46,81	0,294	0,170	752,3	752,8	752,5	752,53	0,25	0,14
47,49	47,43	48,09	47,67	0,365	0,211	781,7	781,4	781,2	781,43	0,25	0,14
45,81	45,87	49,39	47,023	2,049	1,183	810,4	810,1	810,1	810,2	0,17	0,1
43,83	43,95	49,15	45,643	3,037	1,754	839,4	839,3	839	839,23	0,21	0,12
43,7	44,15	45,73	44,527	1,066	0,615	872,4	872,3	872,3	872,33	0,06	0,03
43,7	44,05	45,45	44,4	0,926	0,535	873,6	873,6	873,3	873,5	0,17	0,1
42,85	43,19	43,34	43,127	0,251	0,145	847,7	847,5	847,4	847,53	0,15	0,09

Tabela A.6. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	$\dot{\gamma}_1$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_2$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_3$ (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
41,75	42,2	41,79	41,913	0,249	0,144	814,1	814,2	814,2	814,17	0,06	0,03
40,96	41,5	40,7	41,053	0,408	0,236	785	785,4	785,1	785,17	0,21	0,12
40,3	40,98	40,23	40,503	0,414	0,239	756,4	756,7	756,2	756,43	0,25	0,14
39,4	40,82	39,61	39,943	0,766	0,442	727,8	727,5	727,6	727,63	0,15	0,09
39,02	40,1	38,76	39,293	0,711	0,410	694,2	693,9	693,9	694	0,17	0,1
38,92	40,66	38,7	39,427	1,074	0,619	665,3	665,3	665,3	665,3	0	0
38,27	41,05	38,32	39,213	1,591	0,918	636,6	636,3	636,2	636,37	0,21	0,12
37,95	40,37	37,87	38,73	1,421	0,820	602,7	603,2	602,6	602,83	0,32	0,19
37,37	38,68	37,55	37,867	0,710	0,409	574,3	574,1	573,7	574,03	0,30	0,18
37,69	35,95	36,19	36,61	0,943	0,544	544,9	544,8	545,2	544,97	0,21	0,12
36,54	32,93	35,21	34,893	1,826	1,054	516,7	516,2	516,3	516,4	0,26	0,15
34,87	30,67	32,78	32,773	2,100	1,212	483	482,7	482,7	482,8	0,17	0,1
33,86	29,66	32,44	31,987	2,136	1,233	454,1	453,8	453,9	453,93	0,15	0,09
31,99	28,7	31,43	30,707	1,760	1,016	425,3	425,2	424,9	425,13	0,21	0,12
28,59	28,48	29,67	28,913	0,658	0,379	396,7	396,6	396,6	396,63	0,06	0,03
27,01	28,07	28,43	27,837	0,738	0,426	362,8	362,8	362,8	362,8	0	0
26,59	26,96	26,82	26,79	0,187	0,108	333,9	334,3	334,1	334,1	0,2	0,11
24,51	26,05	24,9	25,153	0,801	0,462	305,4	305,4	305,6	305,47	0,11	0,07
23,64	24,1	23,32	23,687	0,392	0,226	271,8	271,8	272,1	271,9	0,17	0,1
22,06	23,37	21,19	22,207	1,098	0,634	242,6	242,6	242,8	242,67	0,11	0,07
20,39	21,37	20,14	20,633	0,650	0,375	214	214,3	214,4	214,23	0,21	0,12
18,64	18,87	18,75	18,753	0,115	0,066	185,1	185,3	185,5	185,3	0,2	0,11
16,75	17,17	15,4	16,44	0,925	0,534	152,4	151,5	151,5	151,8	0,52	0,3
15,04	15,32	14,02	14,793	0,684	0,395	122,9	122,7	122,9	122,83	0,11	0,07
11,85	12,79	11,38	12,007	0,718	0,414	93,98	94,26	94,26	94,17	0,16	0,09
10,03	9,913	9,097	9,68	0,508	0,293	64,1	63,79	63,71	63,87	0,21	0,12
7,03	7,997	6,359	6,829	0,408	0,236	34,93	34,84	34,89	34,89	0,04	0,03
1,576	1,654	1,576	1,602	0,045	0,026	1,068	1,253	1,168	1,16	0,09	0,05

Tabela A.7. Suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 80 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,648	0,268	0,224	0,38	0,233	0,135	0	0,1	0	0,03	0,06	0,03
3,8	3,912	3,42	3,711	0,258	0,149	26,77	26,23	26,31	26,44	0,29	0,17
5,298	5,644	5,108	5,35	0,272	0,157	55,48	59,68	59,89	58,35	2,49	1,44
6,639	6,952	6,37	6,654	0,291	0,168	84,58	84,01	83,87	84,15	0,38	0,22
8,058	8,539	7,924	8,174	0,323	0,187	119,5	118,9	119,2	119,2	0,3	0,17
9,22	9,533	8,952	9,235	0,291	0,168	148,5	147,7	147,5	147,9	0,53	0,30
10,27	10,6	10,03	10,3	0,286	0,165	176,9	176,9	176,7	176,83	0,11	0,07
11,34	12,28	11,4	11,673	0,526	0,304	205,8	210,5	210,6	208,97	2,74	1,58
12,48	13,02	12,45	12,65	0,321	0,185	239,2	239,2	238,8	239,07	0,23	0,13
13,59	14,25	13,61	13,817	0,375	0,217	268,3	268	267,8	268,03	0,25	0,14
14,59	15,36	14,36	14,77	0,524	0,302	297,2	297	296,6	296,93	0,30	0,18
15,89	16,55	15,73	16,057	0,435	0,251	330,5	330,2	330,1	330,27	0,21	0,12
16,72	17,42	16,5	16,88	0,480	0,277	359,5	359,3	359,3	359,37	0,11	0,07
17,97	18,34	17,7	18,003	0,321	0,185	388,2	387,7	387,9	387,93	0,25	0,14
19,04	19,48	18,45	18,99	0,516	0,298	417,2	416,8	416,6	416,87	0,30	0,18
20,69	20,39	19,6	20,227	0,563	0,325	450,4	450,4	450	450,27	0,23	0,13
21,55	21,56	20,85	21,32	0,407	0,235	479,4	478,9	479	479,1	0,26	0,15
22,15	21,99	21,59	21,91	0,288	0,166	508,1	507,8	507,8	507,9	0,17	0,1
23	23,45	22,44	22,963	0,506	0,292	541,9	541,2	541,2	541,43	0,40	0,23
24,36	24,23	23,43	24,007	0,503	0,291	570,6	570	570,1	570,23	0,32	0,19
25,05	24,76	24,31	24,707	0,373	0,215	599,5	599,5	598,8	599,27	0,40	0,23
25,63	25,53	25,6	25,587	0,051	0,029	628,1	627,8	627,7	627,87	0,21	0,12
26,5	26,42	25,84	26,253	0,360	0,208	661,8	661,6	661,3	661,57	0,25	0,14
27,82	27,37	27,07	27,42	0,377	0,218	690,7	689,9	690,2	690,27	0,40	0,23
28,32	27,97	27,74	28,01	0,292	0,169	719,5	718,9	719,1	719,17	0,30	0,18
28,96	28,21	28,54	28,57	0,376	0,217	747,8	752,8	753	751,2	2,95	1,70
29,72	28,95	29,14	29,27	0,401	0,232	782,2	781,7	781,4	781,77	0,40	0,23
30,4	29,58	29,84	29,94	0,419	0,242	810,4	809,9	809,9	810,07	0,29	0,17
31,34	30,32	31,09	30,917	0,532	0,307	839,7	838,7	839,3	839,23	0,50	0,29
31,64	30,5	31,62	31,253	0,652	0,377	872,9	872,1	872,3	872,43	0,42	0,24

Tabela A.7. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
31,43	30,89	31,8	31,373	0,458	0,264	873,3	873,6	873,6	873,5	0,17	0,1
30,41	29,77	30,53	30,237	0,409	0,236	847,2	847,1	847,7	847,333	0,32	0,19
29,38	28,62	29,27	29,09	0,411	0,237	814,3	813,9	814,3	814,167	0,23	0,13
28,35	27,94	28,31	28,2	0,226	0,130	784,7	785,1	784,7	784,833	0,23	0,13
27,57	27,18	27,78	27,51	0,304	0,176	756	756,1	756,5	756,2	0,26	0,15
26,97	26,5	27,16	26,877	0,339	0,196	727,3	727,3	727,3	727,3	0,01	9,7E-6
26,26	26,07	26,34	26,223	0,139	0,080	694	694,4	694	694,133	0,23	0,13
25,4	25,4	25,36	25,387	0,023	0,013	665,4	665	665,3	665,233	0,21	0,12
24,69	24,6	24,53	24,607	0,080	0,046	636,5	636,5	636,3	636,433	0,11	0,07
24,06	23,86	24,07	23,997	0,118	0,068	602,9	602,7	602,9	602,833	0,11	0,07
23,55	23,41	23,57	23,51	0,087	0,050	574,1	574,1	574	574,067	0,06	0,03
22,94	22,54	22,61	22,697	0,213	0,123	545,1	545,1	544,9	545,033	0,11	0,07
22,18	22,06	21,95	22,063	0,115	0,066	516,2	516,5	516,6	516,433	0,21	0,12
21,36	21	21,38	21,247	0,214	0,123	482,7	482,4	482,9	482,667	0,25	0,14
20,49	20,39	20,49	20,457	0,058	0,033	454,1	453,9	454,1	454,033	0,11	0,07
19,61	19,8	19,71	19,707	0,095	0,055	425,2	425	425	425,067	0,11	0,07
18,99	18,91	19,08	18,993	0,085	0,049	396,7	396,1	396,7	396,5	0,35	0,2
17,93	17,96	18,14	18,01	0,114	0,066	363,1	362,7	363	362,933	0,21	0,12
17,32	17,19	16,93	17,147	0,199	0,115	333,9	334,2	334,2	334,1	0,17	0,1
16,24	16,19	16,02	16,15	0,115	0,067	305,4	305,4	305	305,267	0,23	0,13
15,1	15,4	15,39	15,297	0,170	0,098	271,8	271,7	271,7	271,733	0,06	0,03
13,9	14,57	13,87	14,113	0,396	0,228	242,8	242,6	242,6	242,667	0,11	0,07
13,36	13,18	12,98	13,173	0,190	0,109	214	214	214,3	214,1	0,17	0,1
11,99	12,25	11,78	12,007	0,235	0,136	185,1	185,3	185,3	185,233	0,11	0,07
10,77	10,85	10,52	10,713	0,172	0,099	151,6	152,1	151,9	151,867	0,25	0,14
9,466	9,287	9,153	9,302	0,157	0,091	122,7	122,9	122,7	122,767	0,11	0,07
8,17	8,103	8,226	8,166	0,062	0,035	94,12	94,26	94,12	94,167	0,08	0,05
6,661	6,639	6,281	6,527	0,213	0,123	63,91	63,81	63,91	63,877	0,06	0,03
4,649	4,571	4,448	4,556	0,101	0,058	34,66	34,66	34,73	34,683	0,04	0,02
1,498	1,509	1,375	1,461	0,074	0,043	1,039	0,997	0,983	1,006	0,03	0,02

Tabela A.8. Suco de laranja a 64,8 °Brix e temperatura de 50 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_1 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	$\dot{\gamma}_1$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_2$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_3$ (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
1,688	1,386	0,481	1,185	0,628	0,362	0	0,228	0,028	0,08	0,12	0,07
24,81	24	23,51	24,107	0,656	0,379	26,27	26,74	26,17	26,39	0,30	0,18
37,81	35,02	36,14	36,323	1,404	0,811	59,79	55,6	59,88	58,42	2,44	1,41
45,67	44,95	44,72	45,113	0,4961	0,286	84,01	84,44	84,01	84,15	0,25	0,14
54,82	54,43	54,69	54,647	0,199	0,115	119,2	119,3	119,2	119,23	0,06	0,03
61,57	61,29	62,08	61,647	0,400	0,231	147,5	148,1	147,5	147,7	0,35	0,2
67,95	67,28	69,18	68,137	0,964	0,556	176,1	176,3	179	177,13	1,62	0,93
74,32	74,21	75,55	74,693	0,744	0,429	210	210,5	207,6	209,37	1,55	0,89
80,47	81,25	82,15	81,29	0,841	0,485	238,8	239,1	236,2	238,03	1,59	0,92
85,72	86,62	88,07	86,803	1,186	0,684	267,3	267,6	270	268,3	1,48	0,85
91,76	92,87	94,77	93,133	1,522	0,879	296,2	296,7	298,3	297,07	1,09	0,63
98,24	98,24	99,69	98,723	0,837	0,483	330,1	330,1	327,5	329,23	1,50	0,87
102,7	104,5	106,6	104,6	1,952	1,127	359	359,1	361,1	359,73	1,18	0,68
109,8	109,1	113,9	110,933	2,593	1,497	387,4	387,7	389,7	388,27	1,25	0,72
116,5	113,6	119,8	116,633	3,102	1,791	421,1	417,1	418,5	418,9	2,03	1,17
121,6	123,4	125,6	123,533	2,003	1,157	449,5	450,1	447,4	449	1,42	0,82
126,3	128,9	135	130,067	4,466	2,578	478,7	479,1	480,7	479,5	1,06	0,61
133	133,7	138,8	135,167	3,166	1,828	507,3	507,6	509,8	508,23	1,36	0,79
138,1	140,8	145,3	141,4	3,637	2,1	540,9	541,4	538,5	540,27	1,55	0,89
145,1	149,2	153	149,1	3,951	2,281	569,6	570	567,4	569	1,4	0,81
149,3	153,9	160,3	154,5	5,525	3,189	598,6	599	600,6	599,4	1,06	0,61
156,4	159,6	167,3	161,1	5,603	3,235	632,4	627,7	629,8	629,97	2,35	1,36
163,7	164,1	174,3	167,367	6,008	3,469	661	661,4	658,4	660,27	1,63	0,94
168,2	170,8	181,1	173,367	6,822	3,939	689,7	690	692	690,57	1,25	0,72
173,8	178,4	188,8	180,333	7,684	4,437	718,7	719,1	720,9	719,57	1,17	0,68
178,8	186	195,4	186,733	8,324	4,806	751,8	752,8	750,1	751,57	1,36	0,79
184,9	190,9	202,1	192,633	8,730	5,040	780,9	781,4	778,5	780,27	1,55	0,89
191,8	198	210	199,933	9,253	5,342	809,6	810,1	812,2	810,63	1,38	0,79
199,3	203,5	214	205,6	7,572	4,371	838,5	839	840,8	839,43	1,21	0,69
205,4	209,4	220,8	211,867	7,991	4,613	871,7	872,6	869,9	871,4	1,37	0,79

Tabela A.8.. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
208,2	209,7	220,8	212,9	6,883	3,974	873,6	873,6	873,6	873,6	0,001	6,2E-6
204,2	205,5	217,6	209,1	7,389	4,266	847,4	847,4	847,2	847,33	0,11	0,07
198,6	202,2	213,7	204,833	7,887	4,553	814,1	814,3	814,1	814,17	0,11	0,07
196	196,7	209,9	200,867	7,831	4,521	785	785,1	785,1	785,07	0,06	0,03
189	193,9	207,3	196,733	9,473	5,469	756,5	756,7	756,4	756,53	0,15	0,09
185,3	189,4	202,1	192,267	8,759	5,057	727,5	727,6	727,3	727,47	0,15	0,09
181,3	184	198,5	187,933	9,250	5,340	694,2	694,2	694,2	694,2	0	0
176,5	181,6	194,4	184,167	9,222	5,324	665	665	665	665	0	0
171,7	176,9	189,8	179,467	9,319	5,380	636,6	636,5	636,3	636,47	0,15	0,09
166	171,8	184,3	174,033	9,352	5,399	602,7	602,5	602,6	602,6	0,1	0,06
163,5	166,4	178,9	169,6	8,183	4,725	574	574	574	574	0	0
159	161,3	174	164,767	8,079	4,664	545,1	545,1	545,2	545,13	0,06	0,03
154,3	156,9	168,2	159,8	7,389	4,266	516,5	516,3	516,5	516,43	0,11	0,07
147,4	151,1	162,7	153,733	7,983	4,608	482,7	482,7	482,7	482,7	3,7E-6	2,1E-6
141,9	146,9	156	148,267	7,149	4,127	454,2	454,1	453,9	454,07	0,15	0,09
136,4	140,7	150	142,367	6,951	4,013	425	425,3	425,3	425,2	0,17	0,1
131,1	134,5	145,3	136,967	7,414	4,281	396,6	396,6	396,4	396,53	0,11	0,07
124,2	127,2	139,4	130,267	8,051	4,648	362,7	362,7	362,8	362,73	0,06	0,03
119,3	122,5	132,1	124,633	6,661	3,846	334,3	334,2	334,1	334,2	0,1	0,06
112,8	116,3	125,3	118,133	6,448	3,723	305,3	305,3	305,1	305,23	0,11	0,07
105,7	109,6	112,1	109,133	3,225	1,862	271,7	271,8	271,5	271,67	0,15	0,09
98,13	101,9	105,5	101,843	3,685	2,128	242,8	242,6	242,9	242,77	0,15	0,09
94,66	89,86	99,92	94,813	5,032	2,905	214,3	214,2	214,2	214,23	0,06	0,03
86,39	85,27	91,65	87,77	3,406	1,967	185,3	185,1	185	185,13	0,15	0,09
75,33	75,22	82,93	77,827	4,419	2,552	151,9	151,6	152,1	151,87	0,25	0,14
66,05	66,39	72,53	68,323	3,647	2,106	122,9	122,9	122,6	122,8	0,17	0,1
56,62	55,56	60,39	57,523	2,538	1,466	91,98	91,84	92,27	92,03	0,22	0,13
40,64	43,9	47,13	43,89	3,245	1,873	61,91	61,98	61,84	61,91	0,07	0,04
28,81	28,16	32,59	29,853	2,392	1,381	33,06	33,15	33,05	33,09	0,05	0,03
8,349	8,427	9,276	8,684	0,514	0,297	3,773	3,845	3,788	3,80	0,04	0,02

Tabela A.9 Suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 60 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	$\dot{\gamma}_1$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_2$ (s ⁻¹)	$\dot{\gamma}_3$ (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,324	0,447	0,034	0,268	0,212	0,122	0,085	0	0,071	0,05	0,05	0,03
16,05	17,03	16,36	16,48	0,501	0,289	26,21	26,63	26,63	26,49	0,24	0,14
24,58	24,8	24,26	24,547	0,271	0,157	59,72	55,49	55,68	56,96	2,39	1,38
29,63	31,14	30,51	30,427	0,758	0,438	84,15	84,58	84,58	84,44	0,28	0,14
36,1	37,79	37,22	37,037	0,859	0,496	119,2	119,5	119,5	119,4	0,17	0,1
40,8	42,64	41,99	41,81	0,933	0,539	147,5	148,5	148,2	148,07	0,51	0,29
45,39	47,13	46,96	46,493	0,959	0,554	176,7	177,1	177,1	176,97	0,23	0,13
50,1	51,42	51,38	50,967	0,751	0,433	210,2	205,6	205,9	207,23	2,57	1,49
54,45	56,64	56,75	55,947	1,297	0,749	239,2	239,2	239,5	239,3	0,17	0,1
58,32	60,41	60,69	59,807	1,295	0,748	268	268,1	268,3	268,13	0,15	0,09
62,14	64,3	64,74	63,727	1,392	0,803	296,7	297,2	297	296,97	0,25	0,14
66,16	68,73	68,06	67,65	1,333	0,769	330,1	330,2	330,1	330,13	0,06	0,03
69,29	71,64	72,09	71,007	1,504	0,868	361,2	359,4	359,3	359,97	1,07	0,62
73,43	75,66	76,11	75,067	1,435	0,829	389,9	388	387,9	388,6	1,13	0,65
77,45	79,02	79,69	78,72	1,149	0,664	418,1	416,8	417,1	417,33	0,68	0,39
80,58	83,15	83,26	82,33	1,516	0,876	446,7	450,4	450	449,03	2,03	1,17
85,05	86,73	87,85	86,543	1,409	0,814	480,6	479,3	479	479,63	0,85	0,49
89,19	90,64	91,65	90,493	1,236	0,714	509,2	507,9	507,8	508,3	0,78	0,45
92,65	95,78	95,89	94,773	1,839	1,062	538,2	541,2	541,7	540,37	1,89	1,09
97,35	100,6	100,4	99,45	1,821	1,051	571,8	570,3	569,9	570,67	1,00	0,58
101,5	103,6	103,4	102,833	1,159	0,669	600,3	599	599	599,43	0,75	0,43
104,1	106,2	106,2	105,5	1,212	0,7	629,5	628,2	627,5	628,4	1,01	0,59
108	109,9	110,9	109,6	1,473	0,850	658,1	661,3	661,4	660,27	1,88	1,08
111,9	111,5	113,8	112,4	1,229	0,709	692	690,3	690	690,77	1,08	0,62
111,8	114,1	113,7	113,2	1,229	0,709	720,4	719,5	719,2	719,7	0,62	0,36
112	117,4	116,2	115,2	2,835	1,637	749,3	752,8	752,4	751,5	1,92	1,11
114	120	119,9	117,967	3,436	1,983	777,9	781,4	781,4	780,23	2,02	1,17
117,8	123,1	121,9	120,933	2,779	1,604	811,6	810,4	810,2	810,73	0,76	0,44
121,2	126,7	123,8	123,9	2,751	1,588	840,4	839	839,3	839,57	0,74	0,43
125,4	129,6	126,6	127,2	2,163	1,249	869,4	872,4	872,3	871,37	1,70	0,98

Tabela A.9. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
125,1	128,9	126,3	126,767	1,942	1,121	873,6	873,7	873,6	873,63	0,06	0,03
121,8	125,5	125	124,1	2,007	1,159	847,5	847,5	847,4	847,47	0,06	0,03
119	122,9	120,5	120,8	1,967	1,136	814,2	814,2	814,2	814,2	0	0
116,3	120,1	118,7	118,367	1,922	1,109	785,1	785,1	785	785,07	0,06	0,03
114,2	116,5	116,7	115,8	1,389	0,802	756,2	756,4	756,1	756,23	0,15	0,09
112,7	113,3	115,3	113,767	1,361	0,786	727,3	727,3	727,2	727,27	0,06	0,03
110,2	109,6	112,5	110,767	1,531	0,884	694,3	694,2	694,3	694,27	0,06	0,03
107,6	106,8	110,2	108,2	1,778	1,026	664,8	665,1	665,1	665	0,17	0,1
106,2	104,3	107,4	105,967	1,563	0,902	636,3	636,2	636,3	636,27	0,06	0,03
102,3	100,7	103,9	102,3	1,6	0,924	602	602,7	602,3	602,33	0,35	0,20
100,7	97,68	100,4	99,593	1,664	0,961	574,1	574	574,3	574,13	0,15	0,09
97,01	94,89	97,46	96,453	1,372	0,792	545,1	544,8	545,5	545,13	0,35	0,20
94,22	92,09	92,65	92,987	1,104	0,637	516,3	516,5	516,6	516,47	0,15	0,09
90,42	88,63	90,53	89,86	1,063	0,616	482,6	482,4	482,6	482,53	0,11	0,07
86,5	85,16	87,17	86,277	1,023	0,591	453,9	454,1	453,9	453,97	0,11	0,07
83,93	82,59	83,15	83,223	0,673	0,389	425	425,2	425	425,07	0,11	0,07
79,91	78,57	79,35	79,277	0,673	0,389	396,7	396,7	396,4	396,6	0,17	0,1
75,66	74,88	74,55	75,03	0,57	0,329	362,8	363,1	363	362,97	0,15	0,09
72,31	71,64	71,75	71,9	0,3593	0,207	334,1	334,2	334,1	334,13	0,06	0,03
69,18	67,62	68,18	68,327	0,790	0,456	304,7	305,4	304,7	304,93	0,40	0,23
64,93	63,27	64,76	64,32	0,913	0,527	274,8	274,2	274,8	274,6	0,35	0,2
61,27	60,4	60,4	60,69	0,502	0,29	245,8	245,5	245,6	245,63	0,15	0,09
55,98	54,24	55,01	55,077	0,872	0,503	212	212	212	212	0	0
51,67	48,37	50,44	50,16	1,668	0,963	183,4	183,4	183,3	183,37	0,06	0,03
45,78	44,14	45,21	45,043	0,833	0,481	154,6	154,4	154,5	154,5	0,1	0,06
40,22	38,44	39,14	39,267	0,897	0,518	121,3	121,3	120,9	121,17	0,23	0,13
33,13	32,37	33,63	33,043	0,634	0,366	92,13	92,13	91,98	92,08	0,09	0,05
27,85	25,16	26,83	26,613	1,358	0,784	64,43	61,83	61,74	62,67	1,53	0,88
18,73	17,57	18,85	18,383	0,707	0,408	35,14	32,89	32,88	33,64	1,30	0,75
4,202	5,8	6,158	5,387	1,041	0,601	1,609	3,716	3,859	3,06	1,26	0,73

Tabela A.10. Suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 80 °C, no reômetro de placas paralelas.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,369	0	0,324	0,231	0,201	0,116	0	0	0	0	0	0
10,79	10,65	11,23	10,89	0,303	0,175	26,27	26,27	25,47	26,03	0,46	0,27
15,99	16,13	16,64	16,253	0,342	0,197	59,75	60,03	59,51	59,76	0,26	0,15
19,09	19,64	20,54	19,757	0,732	0,423	84,15	83,73	89,28	85,72	3,09	1,78
23,13	23,75	23,77	23,55	0,364	0,210	118,9	119,2	118	118,7	0,62	0,36
26,09	26,83	26,9	26,607	0,449	0,259	147,8	147,7	147,4	147,63	0,21	0,12
29,36	29,84	29,9	29,7	0,296	0,171	176,6	176,7	175,9	176,4	0,44	0,25
32,68	32,55	32,84	32,69	0,145	0,084	210,5	210,6	209,6	210,23	0,55	0,32
34,89	35,19	35,71	35,263	0,415	0,239	238,6	239,1	238,1	238,6	0,5	0,29
37,47	37,72	38,04	37,743	0,286	0,165	267,7	267,8	266,8	267,43	0,55	0,32
39,97	40,09	40,68	40,247	0,380	0,219	296,7	296,6	300,3	297,87	2,11	1,22
42,5	42,57	42,82	42,63	0,168	0,097	330,2	330,1	329,5	329,93	0,38	0,22
45,15	44,5	45,17	44,94	0,381	0,220	359,3	359	358,3	358,87	0,51	0,29
46,75	46,74	46,88	46,79	0,078	0,045	387,7	387,9	387,2	387,6	0,36	0,21
48,77	48,95	50,05	49,257	0,693	0,400	416,9	416,8	420,6	418,1	2,17	1,25
50,77	51,17	52,01	51,317	0,633	0,365	449,8	450	449,5	449,77	0,25	0,14
52,94	53,19	54,1	53,41	0,610	0,352	479,1	478,9	478,3	478,77	0,42	0,24
54,83	54,76	54,79	54,793	0,035	0,020	507,8	507,8	506,5	507,37	0,75	0,43
57,01	57,03	56,99	57,01	0,02	0,011	541,7	541,5	540,8	541,33	0,47	0,27
58,69	58,51	59,39	58,863	0,465	0,268	570	570,1	569,3	569,8	0,44	0,25
61,03	60,17	61,63	60,943	0,734	0,424	599,2	599,6	598,6	599,13	0,50	0,29
62,98	62,05	63,87	62,967	0,910	0,525	627,7	627,8	632,1	629,2	2,51	1,45
65,38	64,24	65,83	65,15	0,819	0,473	661,7	661,6	659,7	661	1,13	0,65
67,62	65,72	68,62	67,32	1,473	0,850	692,3	689,3	688,7	690,1	1,93	1,11
70,3	67,06	71,08	69,48	2,132	1,231	720,6	718,8	722,5	720,63	1,85	1,07
72,53	68,85	73,09	71,49	2,303	1,329	750,3	752,3	751,1	751,23	1,01	0,58
74,55	70,08	74,77	73,133	2,646	1,528	778,7	781	780,2	779,97	1,17	0,67
76,22	70,97	76,78	74,657	3,205	1,850	812,1	809,9	808,6	810,2	1,77	1,02
77,23	72,65	79,35	76,41	3,424	1,977	841,1	838,8	842,7	840,87	1,96	1,13
78,23	74,77	80,8	77,933	3,026	1,747	869,9	871,9	871	870,93	1,00	0,58

Tabela A.10. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
78,46	74,88	80,69	78,01	2,931	1,692	873,6	873,6	873,7	873,63	0,06	0,03
76,45	72,31	78,46	75,74	3,136	1,810	847,7	847,4	847,1	847,4	0,3	0,17
75,44	70,3	76,45	74,063	3,298	1,904	813,8	813,9	814,3	814	0,26	0,15
73,65	67,95	74,99	72,197	3,738	2,158	785	785,3	785,3	785,2	0,17	0,1
70,19	66,5	73,65	70,113	3,576	2,064	756,4	756,1	756,8	756,43	0,35	0,20
67,95	64,82	72,65	68,473	3,941	2,275	727,3	723,3	727,3	725,97	2,31	1,33
66,61	64,42	69,52	66,85	2,558	1,477	694,3	695,2	693,7	694,4	0,75	0,44
65,27	62,71	67,06	65,013	2,186	1,262	665,1	666,3	664,7	665,37	0,83	0,48
64,82	61,09	65,05	63,653	2,223	1,283	635,1	637,9	636,1	636,37	1,42	0,82
62,65	59,09	63,37	61,703	2,292	1,323	606,2	603,7	603	604,3	1,68	0,97
58,69	57,36	61,73	59,26	2,240	1,293	572,8	575,1	574,7	574,2	1,23	0,71
57,21	55,45	60,73	57,797	2,688	1,552	543,9	546,4	545,5	545,27	1,27	0,73
55,67	53,55	59,02	56,08	2,758	1,592	514,9	512,5	516,7	514,7	2,11	1,22
54,06	51,51	56,51	54,027	2,500	1,443	486,4	483,8	482,9	484,37	1,82	1,05
52,47	49,7	54,54	52,237	2,428	1,402	452,7	454,8	454,8	454,1	1,21	0,7
50,34	47,51	51,58	49,81	2,086	1,204	423,8	426,5	425,8	425,37	1,40	0,81
48,91	45,03	49,27	47,737	2,351	1,357	395,3	393	392,1	393,47	1,65	0,95
46,52	42,63	47,05	45,4	2,413	1,393	366,5	364	363,2	364,57	1,72	0,99
44,1	40,95	45,01	43,353	2,130	1,230	332,9	335,3	334,5	334,23	1,22	0,70
41,51	38,06	42,51	40,693	2,335	1,348	303,7	301,4	305,3	303,47	1,96	1,13
38,85	36,42	39,58	38,283	1,654	0,955	275,2	272,5	272,3	273,33	1,62	0,93
35,83	33,61	37,05	35,497	1,744	1,007	241,4	243,8	243,2	242,8	1,25	0,72
32,81	31,17	33,85	32,61	1,351	0,780	212,6	215,4	214,6	214,2	1,44	0,83
30,4	27,85	31,15	29,8	1,729	0,999	184,1	181,5	185,4	183,67	1,99	1,15
27,3	24,89	27,37	26,52	1,412	0,815	155,3	152,9	152,5	153,567	1,51	0,87
23,45	21,84	24,01	23,1	1,126	0,650	121,5	124	123,3	122,93	1,29	0,74
20,17	18,65	20,09	19,637	0,855	0,494	92,7	95,26	94,41	94,12	1,30	0,75
15,68	14,48	15,85	15,337	0,747	0,431	62,62	65,12	64,26	64	1,27	0,73
10,75	9,131	10,93	10,270	0,991	0,572	33,38	31,25	35,36	33,33	2,05	1,19
4,001	2,336	2,749	3,029	0,867	0,501	4,528	2,036	1,438	2,67	1,64	0,95

Tabela A.11. Suco de laranja a 64,8 °Brix e temperatura de 50 °C, no reômetro de placas paralelas, com gap=1,0 mm.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
0,436	0,95	0,112	0,50	0,42	0,24	0	0,121	0	0,04	0,07	0,04
14,15	14,4	13,47	14,01	0,48	0,28	12,99	13,36	13,19	13,18	0,19	0,11
20,98	20,61	20,5	20,70	0,25	0,15	29,97	27,77	29,95	29,23	1,26	0,73
26,06	25,84	24,69	25,53	0,74	0,42	44,92	42,29	41,86	43,02	1,66	0,96
30,16	31,07	29,96	30,40	0,59	0,34	59,31	59,88	59,45	59,55	0,30	0,17
33,89	34,9	33,86	34,22	0,59	0,34	73,62	74,04	73,9	73,85	0,21	0,12
37,56	38,21	37,51	37,76	0,39	0,23	88,21	88,64	88,43	88,43	0,22	0,12
41,63	41,62	41,43	41,56	0,11	0,07	105	102,9	105,3	104,40	1,31	0,75
44,67	45,48	44,74	44,96	0,45	0,26	119,3	119,8	119,6	119,57	0,25	0,15
47,71	48,29	48,15	48,05	0,30	0,17	133,8	134,1	133,8	133,90	0,17	0,10
50,32	51,27	50,8	50,80	0,48	0,27	148,2	148,5	148,4	148,37	0,15	0,09
53,85	54,63	54	54,16	0,41	0,24	165,1	165,3	165,1	165,17	0,12	0,07
56,66	57,47	56,76	56,96	0,44	0,25	179,4	179,8	179,6	179,60	0,20	0,12
59,56	60,07	59,69	59,77	0,27	0,15	193,7	194,1	193,9	193,90	0,20	0,12
62,88	63,11	62,71	62,90	0,20	0,12	210,6	208,6	208,3	209,17	1,25	0,72
65,58	65,83	65,3	65,57	0,27	0,15	222,6	224,8	222,8	223,40	1,22	0,70
67,62	68,51	67,62	67,92	0,51	0,30	238,9	239,6	239,3	239,27	0,35	0,20
72,31	71,19	70,41	71,30	0,96	0,55	255,7	253,9	253,7	254,43	1,10	0,64
74,21	74,32	74,1	74,21	0,11	0,06	270,2	270,8	270,5	270,50	0,30	0,17
77,34	77,34	77,45	77,38	0,06	0,04	284,6	285,1	284,8	284,83	0,25	0,15
80,8	79,8	80,69	80,43	0,55	0,32	299	299,5	299,4	299,30	0,26	0,15
84,94	84,27	84,27	84,49	0,39	0,22	315,8	313,9	316,2	315,30	1,23	0,71
87,06	86,84	87,4	87,10	0,28	0,16	330,1	330,7	330,5	330,43	0,31	0,18
92,09	90,53	92,09	91,57	0,90	0,52	344,4	345,1	344,8	344,77	0,35	0,20
94,89	95,45	95,45	95,26	0,32	0,19	361,2	359,5	359,3	360,00	1,04	0,60
96,34	99,02	97,57	97,64	1,34	0,77	375,8	376,2	376,1	376,03	0,21	0,12
98,35	100,3	98,91	99,19	1,00	0,58	390,2	390,7	390,5	390,47	0,25	0,15
99,58	101,7	100,7	100,66	1,06	0,61	404,5	405	404,9	404,80	0,26	0,15
101	102,5	102,7	102,07	0,93	0,54	421,3	419,6	419,3	420,07	1,08	0,62
102,2	103,5	104,8	103,50	1,30	0,75	435,6	436,2	436	435,93	0,31	0,18

Tabela A.11. Continuação.

τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	VM (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão	γ_1 (s ⁻¹)	γ_2 (s ⁻¹)	γ_3 (s ⁻¹)	VM (s ⁻¹)	Desvio padrão	Erro padrão
102,7	102,8	104,8	103,43	1,18	0,68	436,8	436,7	436,8	436,77	0,06	0,03
99,13	99,47	102,4	100,33	1,80	1,04	423,7	423,6	423,7	423,67	0,06	0,03
97,12	96,12	99,02	97,42	1,47	0,85	407	407	407	407,00	0	0
95,22	94,22	96,9	95,45	1,35	0,78	392,4	392,5	392,4	392,43	0,06	0,03
93,55	92,87	94,1	93,51	0,62	0,36	378,2	378,3	378,2	378,23	0,06	0,03
91,98	91,87	92,54	92,13	0,36	0,21	363,8	363,7	363,7	363,73	0,06	0,03
91,2	89,97	90,53	90,57	0,62	0,36	347,1	347,2	347,1	347,13	0,06	0,03
89,63	88,74	89,3	89,22	0,45	0,26	332,5	332,5	332,6	332,53	0,06	0,03
87,85	87,96	87,62	87,81	0,17	0,10	318,1	318,1	318,2	318,13	0,06	0,03
84,83	85,61	85,27	85,24	0,39	0,23	301,3	301,3	301,3	301,30	0	0
81,48	84,27	82,26	82,67	1,44	0,83	286,9	287	287	286,97	0,06	0,03
77,9	81,03	79,46	79,46	1,57	0,90	272,5	272,5	272,4	272,47	0,06	0,03
74,43	79,24	77,23	76,97	2,42	1,39	258,3	258,2	258,2	258,23	0,06	0,03
70,97	75,44	73,54	73,32	2,24	1,30	241,4	241,3	241,4	241,37	0,06	0,03
68,18	72,65	69,74	70,19	2,27	1,31	226,9	227	227	226,97	0,06	0,03
65,49	68,73	65,72	66,65	1,81	1,04	212,6	212,6	212,6	212,60	1,74E-6	1,01E-6
62,58	65,49	61,82	63,30	1,94	1,12	196,1	198,3	197,1	197,17	1,10	0,64
58,19	60,83	59,18	59,40	1,33	0,77	181,7	182,9	183	182,53	0,72	0,42
55,11	56,35	55,72	55,73	0,62	0,36	167,2	166	166	166,40	0,69	0,40
54,13	54,27	53,48	53,96	0,42	0,24	152,7	151,6	151,6	151,97	0,64	0,37
50,23	50,83	50,06	50,37	0,40	0,23	136,1	137,1	137,1	136,77	0,58	0,33
48,33	48,35	46,77	47,82	0,91	0,52	121,7	122,9	122,8	122,47	0,67	0,38
44,21	43,92	42,12	43,42	1,13	0,65	107,3	106,1	106	106,47	0,72	0,42
39,77	40,55	39,78	40,03	0,45	0,26	92,77	91,7	91,63	92,03	0,64	0,37
37,4	36,31	36,48	36,73	0,59	0,34	76,11	77,11	77,11	76,78	0,58	0,33
30,75	30,59	30,91	30,75	0,16	0,09	61,58	60,37	60,52	60,82	0,66	0,38
27,3	26,67	24,88	26,28	1,26	0,72	47,35	45,99	45,99	46,44	0,79	0,45
21,1	20,37	19,98	20,48	0,57	0,33	32,19	30,86	30,91	31,32	0,75	0,44
14,7	14,25	13,75	14,23	0,48	0,27	17,55	16,53	16,52	16,87	0,59	0,34
3,61	4,75	4,817	4,39	0,68	0,39	0,783	1,837	1,837	1,49	0,61	0,35

Tabela A.12. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,79	3,13	2,93	2,93	2,99	0,11	0,06
9,51	9,70	3,71	3,32	3,52	3,52	0,19	0,11
13,61	13,89	4,49	4,10	4,10	4,23	0,23	0,13
19,48	19,88	5,28	5,08	5,08	5,15	0,11	0,06
27,9	28,47	6,65	6,26	6,26	6,39	0,23	0,13
39,9	40,71	8,01	7,62	7,62	7,75	0,23	0,13
57,2	58,37	9,77	9,38	9,58	9,58	0,19	0,11
81,8	83,47	12,12	11,73	11,92	11,92	0,19	0,11
117,1	119,49	15,05	14,66	14,86	14,86	0,19	0,11
167,6	171,02	18,57	18,34	18,57	18,51	0,11	0,06
240	244,89	23,26	22,87	23,26	23,13	0,23	0,13
343	349,99	28,93	28,74	29,32	28,99	0,29	0,17
492	502,04	36,36	36,36	36,95	36,56	0,34	0,19
704	718,36	46,14	46,14	46,92	46,39	0,45	0,26
1008	1028,56	60,21	60,02	61,19	60,47	0,63	0,36
--	--	--	--	--	--	--	--
6,65	6,79	2,93	2,35	2,35	2,54	0,34	0,19
9,51	9,70	3,32	2,74	2,74	2,93	0,34	0,19
13,61	13,89	3,91	3,32	3,32	3,52	0,34	0,19
19,48	19,88	4,69	4,10	4,10	4,30	0,34	0,19
27,9	28,47	5,67	5,08	5,08	5,28	0,34	0,19
39,9	40,71	6,84	6,45	6,45	6,58	0,22	0,13
57,2	58,37	8,41	8,01	8,01	8,14	0,22	0,13
81,8	83,47	10,36	9,97	9,97	10,10	0,22	0,13
117,1	119,49	12,90	12,51	12,51	12,64	0,22	0,13
167,6	171,02	16,23	15,83	15,83	15,96	0,22	0,13
240	244,89	20,33	19,94	20,14	20,14	0,19	0,11
343	349,99	26,19	25,81	25,81	25,94	0,22	0,13
492	502,04	34,02	33,82	33,82	33,89	0,11	0,06
704	718,36	45,16	44,77	44,77	44,89	0,22	0,13
1008	1028,56	60,21	60,02	61,19	60,47	0,63	0,36

Tabela A.13. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 60° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,76	1,95	2,15	2,15	2,08	0,11	0,06
9,51	9,67	2,35	2,54	2,54	2,48	0,11	0,06
13,61	13,85	2,93	3,13	3,13	3,06	0,11	0,06
19,48	19,82	3,52	3,71	3,71	3,65	0,11	0,06
27,9	28,38	4,30	4,50	4,50	4,43	0,11	0,06
39,9	40,59	5,28	5,47	5,67	5,47	0,19	0,11
57,2	58,19	6,65	6,84	6,84	6,78	0,11	0,06
81,8	83,22	8,41	8,41	8,60	8,47	0,11	0,06
117,1	119,14	10,36	10,56	10,75	10,56	0,19	0,11
167,6	170,52	13,10	13,49	13,49	13,36	0,22	0,13
240	244,17	16,81	17,01	17,01	16,94	0,11	0,06
343	348,97	21,50	21,70	21,70	21,63	0,11	0,06
492	500,56	27,76	27,76	27,96	27,83	0,11	0,06
704	716,25	36,17	36,17	36,36	36,23	0,11	0,06
1008	1025,54	48,48	49,07	48,68	48,74	0,30	0,17
--	--	--	--	--	--	--	--
6,65	6,76	1,76	1,76	1,95	1,82	0,11	0,06
9,51	9,67	1,95	2,15	2,15	2,08	0,11	0,06
13,61	13,85	2,54	2,54	2,74	2,61	0,11	0,06
19,48	19,82	2,93	3,13	3,13	3,06	0,11	0,06
27,9	28,38	3,71	3,91	3,91	3,84	0,11	0,06
39,9	40,59	4,69	4,69	4,89	4,76	0,11	0,06
57,2	58,19	5,86	6,06	6,06	5,99	0,11	0,06
81,8	83,22	7,43	7,62	7,62	7,56	0,11	0,06
117,1	119,14	9,38	9,58	9,58	9,51	0,11	0,06
167,6	170,52	12,12	12,12	12,32	12,19	0,11	0,06
240	244,17	15,44	15,64	15,64	15,57	0,11	0,06
343	348,97	20,14	20,33	20,33	20,27	0,11	0,06
492	500,56	26,78	27,37	26,78	26,98	0,34	0,19
704	716,25	35,78	35,78	35,78	35,78	0	0
1008	1025,54	48,48	49,07	48,68	48,74	0,30	0,17

Tabela A.14. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,76	1,76	1,76	1,76	0	0
9,51	9,66	1,95	1,95	1,95	1,85E-8	1,31E-8
13,61	13,83	2,35	2,35	2,35	2,52E-8	1,78E-8
19,48	19,79	2,93	2,74	2,83	0,14	0,10
27,9	28,35	3,52	3,32	3,42	0,14	0,10
39,9	40,54	4,30	4,10	4,20	0,14	0,10
57,2	58,11	5,28	5,08	5,18	0,14	0,10
81,8	83,11	6,45	6,45	6,45	2,87E-8	2,03E-8
117,1	118,97	8,21	8,01	8,11	0,14	0,10
167,6	170,28	10,36	10,17	10,26	0,14	0,10
240	243,84	13,10	12,90	13,00	0,14	0,10
343	348,49	17,01	16,81	16,91	0,14	0,10
492	499,87	22,09	21,50	21,80	0,41	0,29
704	715,26	29,13	28,54	28,84	0,41	0,29
1008	1024,13	39,88	39,10	39,49	0,55	0,39
--	--	--	--	--	--	--
6,65	6,76	1,56	1,37	1,47	0,14	0,10
9,51	9,66	1,95	1,76	1,85	0,14	0,10
13,61	13,83	2,15	1,95	2,05	0,14	0,10
19,48	19,79	2,74	2,35	2,54	0,28	0,19
27,9	28,35	3,13	2,93	3,03	0,14	0,10
39,9	40,54	3,91	3,71	3,81	0,14	0,10
57,2	58,11	4,89	4,50	4,69	0,28	0,19
81,8	83,11	6,06	5,86	5,96	0,14	0,10
117,1	118,97	7,62	7,23	7,43	0,28	0,19
167,6	170,28	9,77	9,38	9,58	0,28	0,19
240	243,84	12,51	12,12	12,31	0,28	0,19
343	348,49	16,23	15,64	15,93	0,41	0,29
492	499,87	21,31	20,92	21,11	0,28	0,19
704	715,26	28,93	28,15	28,54	0,55	0,39
1008	1024,13	39,88	39,10	39,49	0,55	0,39

Tabela A.15. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 80° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,75	1,95	1,95	1,76	0	0	—
9,51	9,65	2,15	2,15	1,95	2,08	0,11	0,06
13,61	13,82	2,54	2,35	2,35	2,41	0,11	0,06
19,48	19,78	2,93	2,74	2,74	2,80	0,11	0,06
27,9	28,33	3,52	3,32	3,32	3,39	0,11	0,06
39,9	40,51	4,10	3,91	3,91	3,97	0,11	0,06
57,2	58,07	5,08	4,69	4,69	4,82	0,22	0,13
81,8	83,05	6,26	5,67	6,06	5,99	0,30	0,17
117,1	118,89	7,62	7,04	7,23	7,30	0,30	0,17
167,6	170,16	9,58	8,80	9,19	9,19	0,39	0,22
240	243,67	11,92	11,14	11,73	11,60	0,41	0,23
343	348,25	15,05	14,08	14,86	14,66	0,52	0,30
492	499,53	19,35	18,18	19,16	18,90	0,63	0,36
704	714,77	25,41	24,44	25,02	24,96	0,49	0,28
1008	1023,42	36,95	36,56	36,36	36,62	0,30	0,17
—	—	—	—	—	—	—	—
6,65	6,75	1,95	1,95	1,37	1,76	0,34	0,19
9,51	9,65	2,15	2,15	1,56	1,95	0,34	0,19
13,61	13,82	2,34	2,35	1,95	2,21	0,22	0,13
19,48	19,78	2,74	2,74	2,15	2,54	0,34	0,19
27,9	28,33	3,13	3,13	2,74	3,00	0,22	0,13
39,9	40,51	3,91	3,71	3,32	3,65	0,30	0,17
57,2	58,07	4,50	4,50	4,10	4,37	0,22	0,13
81,8	83,05	5,67	5,47	5,28	5,47	0,19	0,11
117,1	118,89	7,04	6,84	6,65	6,84	0,19	0,11
167,6	170,16	8,80	8,60	8,41	8,60	0,19	0,11
240	243,67	11,14	10,95	10,94	11,01	0,11	0,06
343	348,25	14,47	14,27	14,08	14,27	0,19	0,11
492	499,53	18,96	18,77	18,57	18,77	0,19	0,11
704	714,77	25,41	25,02	25,22	25,22	0,19	0,11
1008	1023,42	36,95	36,56	36,36	36,62	0,30	0,17

Tabela A.16. Resultados para suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,80	8,80	8,60	8,60	8,67	0,11	0,06
9,51	9,73	10,56	10,56	10,36	10,49	0,11	0,06
13,61	13,92	12,71	12,51	12,51	12,58	0,11	0,06
19,48	19,93	15,25	15,05	15,05	15,12	0,11	0,06
27,9	28,54	18,38	18,38	18,38	18,38	0	0
39,9	40,82	22,29	22,09	22,09	22,16	0,11	0,06
57,2	58,52	27,37	26,98	26,98	27,11	0,22	0,13
81,8	83,69	33,23	33,23	33,03	33,17	0,11	0,06
117,1	119,80	40,86	40,86	40,47	40,73	0,22	0,13
167,6	171,47	50,63	50,44	50,05	50,37	0,30	0,17
240	245,54	62,56	62,36	61,97	62,30	0,30	0,17
343	350,92	78,00	77,42	77,03	77,48	0,49	0,28
492	503,36	96,97	96,38	95,99	96,45	0,49	0,28
704	720,26	121,60	121,01	120,42	121,01	0,59	0,34
1008	1031,28	152,88	152,49	151,51	152,29	0,70	0,41
--	--	--	--	--	--	--	--
6,65	6,80	6,45	6,45	6,45	6,45	2,49E-8	1,44E-8
9,51	9,73	8,01	8,01	7,82	7,95	0,11	0,06
13,61	13,92	9,56	9,77	9,58	9,64	0,11	0,06
19,48	19,93	11,73	11,92	11,73	11,79	0,11	0,06
27,9	28,54	14,66	14,66	14,47	14,60	0,11	0,06
39,9	40,82	17,99	18,18	17,79	17,99	0,19	0,11
57,2	58,52	22,29	22,29	22,09	22,22	0,11	0,06
81,8	83,69	27,76	27,76	27,56	27,69	0,11	0,06
117,1	119,80	34,60	34,80	34,60	34,67	0,11	0,06
167,6	171,47	43,60	43,60	43,40	43,53	0,11	0,06
240	245,54	55,33	55,13	54,93	55,13	0,19	0,11
343	350,92	70,38	70,38	69,99	70,25	0,22	0,13
492	503,36	90,32	90,12	89,54	89,99	0,41	0,23
704	720,26	116,91	116,52	115,93	116,45	0,49	0,28
1008	1031,28	152,88	152,49	151,51	152,29	0,70	0,41

Tabela A.17. Resultados para suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 60° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,80	6,65	6,65	5,67	6,32	0,56	0,33
9,51	9,72	8,02	8,02	6,84	7,62	0,68	0,39
13,61	13,91	9,58	9,78	8,41	9,25	0,74	0,43
19,48	19,91	11,73	11,93	10,17	11,27	0,96	0,56
27,9	28,52	14,27	14,66	12,51	13,82	1,15	0,66
39,9	40,78	17,40	17,79	15,25	16,81	1,37	0,79
57,2	58,46	21,31	21,90	18,77	20,66	1,66	0,96
81,8	83,61	26,20	26,78	23,26	25,42	1,89	1,09
117,1	119,69	32,26	33,24	28,93	31,48	2,25	1,30
167,6	171,30	40,08	41,25	36,17	39,17	2,66	1,54
240	245,30	49,66	51,03	45,36	48,68	2,96	1,71
343	350,58	61,78	63,34	56,89	60,67	3,37	1,94
492	502,87	76,83	78,98	71,94	75,92	3,61	2,08
704	719,56	96,19	98,73	89,34	94,75	4,85	2,80
1008	1030,28	121,21	124,14	117,10	120,82	3,54	2,04
--	--	--	--	--	--	--	--
6,65	6,80	5,08	5,08	4,30	4,82	0,45	0,26
9,51	9,72	6,26	6,06	5,28	5,87	0,52	0,30
13,61	13,91	7,62	7,43	6,45	7,17	0,63	0,36
19,48	19,91	9,19	9,19	8,02	8,80	0,68	0,39
27,9	28,52	11,34	11,53	9,97	10,95	0,85	0,49
39,9	40,78	14,08	14,27	12,51	13,62	0,96	0,56
57,2	58,46	17,40	17,60	15,64	16,88	1,08	0,62
81,8	83,61	21,70	22,09	19,75	21,18	1,26	0,73
117,1	119,69	27,17	27,57	25,02	26,59	1,37	0,79
167,6	171,30	34,02	34,60	31,67	33,43	1,55	0,90
240	245,30	43,01	43,79	40,27	42,36	1,85	1,07
343	350,58	54,94	56,30	51,81	54,35	2,30	1,33
492	502,87	70,77	72,53	67,25	70,18	2,69	1,55
704	719,56	92,08	94,43	88,17	91,56	3,16	1,82
1008	1030,28	121,21	124,14	117,10	120,82	3,54	2,04

Tabela A.18. Resultados para suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 145

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	Taxa de Deformação corrigida (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio	Desvio padrão	Erro padrão
6,65	6,80	5,28	5,47	5,87	5,54	0,30	0,17
9,51	9,73	6,26	6,45	7,04	6,58	0,41	0,23
13,61	13,92	7,43	7,82	8,21	7,82	0,39	0,23
19,48	19,92	8,99	9,38	9,78	9,38	0,39	0,23
27,9	28,53	10,75	11,34	11,73	11,27	0,49	0,28
39,9	40,81	13,10	13,69	14,27	13,69	0,59	0,34
57,2	58,50	16,03	16,81	17,40	16,75	0,69	0,40
81,8	83,66	19,75	20,72	21,11	20,53	0,70	0,41
117,1	119,76	24,44	25,42	26,20	25,35	0,88	0,51
167,6	171,40	30,30	31,87	32,45	31,54	1,11	0,64
240	245,45	37,34	39,10	39,88	38,77	1,30	0,75
343	350,79	46,33	48,68	49,07	48,03	1,48	0,85
492	503,17	57,87	60,61	61,00	59,82	1,70	0,98
704	719,98	72,33	75,66	76,44	74,81	2,18	1,26
1008	1030,88	91,89	95,99	96,58	94,82	2,56	1,48
--	--	--	--	--	--	--	--
6,65	6,80	3,32	3,91	5,28	4,17	1,00	0,58
9,51	9,73	4,69	4,89	5,28	4,95	0,30	0,17
13,61	13,92	5,67	5,87	6,26	5,93	0,30	0,17
19,48	19,92	7,04	7,23	7,62	7,30	0,30	0,17
27,9	28,53	8,60	8,80	9,19	8,86	0,30	0,17
39,9	40,81	10,56	10,95	11,53	11,01	0,49	0,28
57,2	58,50	13,10	13,49	14,08	13,55	0,49	0,28
81,8	83,66	16,23	16,81	17,60	16,88	0,69	0,40
117,1	119,76	20,14	20,92	21,70	20,92	0,78	0,45
167,6	171,40	25,22	26,20	27,17	26,20	0,98	0,56
240	245,45	31,67	32,65	34,02	32,78	1,18	0,68
343	350,79	40,47	41,64	43,21	41,77	1,37	0,79
492	503,17	52,39	53,76	55,52	53,89	1,57	0,91
704	719,98	68,82	70,18	72,53	70,51	1,88	1,08
1008	1030,88	91,89	95,99	96,58	94,82	2,56	1,48

Tabela A.19. Resultados para suco de laranja a 35 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,65	0,72	0,72	0,70	0,04	0,02
34,4	0,79	0,85	0,92	0,85	0,07	0,04
49,2	1,05	1,12	1,31	1,16	0,14	0,08
70,5	1,31	1,44	1,51	1,42	0,10	0,06
100,9	1,57	1,77	1,84	1,73	0,14	0,08
144,3	2,03	2,10	2,29	2,14	0,14	0,08
207	2,56	2,69	2,89	2,71	0,16	0,09
296	3,28	3,41	3,61	3,43	0,16	0,09
423	4,20	4,39	4,59	4,39	0,19	0,11
606	5,51	5,64	5,84	5,67	0,16	0,09
868	7,22	7,35	7,61	7,39	0,20	0,12
1242	9,45	9,58	9,91	9,65	0,24	0,14
1779	12,54	12,73	13,06	12,78	0,26	0,15
2540	16,80	17,07	17,39	17,09	0,29	0,17
3640	22,78	23,17	23,49	23,15	0,36	0,21
--	--	--	0	0	0	0
24	0,59	0,66	0,79	0,68	0,10	0,06
34,4	0,72	0,85	0,92	0,83	0,10	0,06
49,2	0,92	1,12	1,05	1,03	0,10	0,06
70,5	1,12	1,25	1,31	1,22	0,10	0,06
100,9	1,51	1,51	1,77	1,59	0,15	0,09
144,3	1,90	2,10	2,10	2,03	0,11	0,07
207	2,43	2,63	2,69	2,58	0,14	0,08
296	3,15	3,28	3,41	3,28	0,13	0,08
423	4,07	4,20	4,33	4,20	0,13	0,08
606	5,32	5,45	5,64	5,47	0,16	0,09
868	7,02	7,15	7,35	7,18	0,16	0,09
1242	9,25	9,45	9,65	9,45	0,19	0,11
1779	12,41	12,60	12,67	12,56	0,14	0,08
2540	16,67	16,93	17,26	16,96	0,29	0,17
3640	22,78	23,17	23,49	23,15	0,36	0,20

Tabela A.20. Resultados para suco de laranja a 35 °Brix e temperatura de 60° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,52	0,52	0,52	0,52	5,02E-9	2,90E-9
34,4	0,664	0,66	0,66	0,66	0	0
49,2	0,85	0,85	0,85	0,85	0	0
70,5	1,05	1,11	1,11	1,09	0,04	0,02
100,9	1,31	1,38	1,38	1,36	0,04	0,02
144,3	1,71	1,71	1,71	1,71	0	0
207	2,17	2,17	2,17	2,17	1,24E-8	7,21E-9
296	2,69	2,69	2,76	2,71	0,04	0,02
423	3,48	3,48	3,54	3,50	0,04	0,02
606	4,53	4,53	4,59	4,55	0,04	0,02
868	5,91	5,91	5,91	5,91	1,42E-7	8,22E-8
1242	7,74	7,74	7,74	7,74	0	0
1779	10,30	10,17	10,24	10,24	0,06	0,04
2540	13,78	13,65	13,65	13,69	0,07	0,04
3640	18,71	18,44	18,25	18,47	0,23	0,13
--	--	--	--	--	--	--
24	0,46	0,52	0,52	0,50	0,04	0,02
34,4	0,66	0,66	0,66	0,66	0	0
49,2	0,79	0,79	0,92	0,83	0,07	0,04
70,5	0,92	0,98	1,05	0,98	0,06	0,04
100,9	1,25	1,25	1,31	1,27	0,04	0,02
144,3	1,57	1,57	1,64	1,59	0,04	0,02
207	1,97	2,03	2,10	2,03	0,06	0,04
296	2,56	2,56	2,62	2,58	0,04	0,02
423	3,35	3,35	3,41	3,37	0,04	0,02
606	4,33	4,33	4,33	4,33	2,49E-8	1,44E-8
868	5,71	5,71	5,71	5,71	0	0
1242	7,55	7,55	7,55	7,55	0	0
1779	10,11	10,04	10,04	10,06	0,04	0,02
2540	13,65	13,52	13,46	13,54	0,10	0,06
3640	18,71	18,44	18,25	18,47	0,23	0,13

Tabela A.21. Resultados para suco de laranja a 35 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,52	0,664	0,72	0,63	0,10	0,06
34,4	0,66	0,79	0,85	0,77	0,10	0,07
49,2	0,85	0,98	1,12	0,98	0,13	0,07
70,5	1,05	1,18	1,31	1,18	0,13	0,07
100,9	1,31	1,38	1,57	1,42	0,14	0,08
144,3	1,64	1,77	1,90	1,77	0,13	0,07
207	2,17	2,17	2,36	2,23	0,11	0,06
296	2,76	2,76	3,02	2,84	0,15	0,09
423	3,54	3,48	3,81	3,61	0,17	0,10
606	4,53	4,39	4,79	4,57	0,20	0,11
868	5,91	5,78	6,10	5,93	0,16	0,09
1242	7,74	7,55	7,88	7,72	0,16	0,09
1779	10,30	10,04	10,30	10,22	0,15	0,09
2540	13,78	13,52	13,78	13,69	0,15	0,09
3640	18,71	18,64	18,90	18,75	0,14	0,08
--	--	--	--	--	--	--
24	0,59	0,59	0,66	0,61	0,04	0,02
34,4	0,72	0,79	0,85	0,79	0,06	0,04
49,2	0,85	0,92	0,92	0,89	0,03	0,02
70,5	1,05	1,11	1,18	1,12	0,06	0,04
100,9	1,31	1,38	1,57	1,42	0,14	0,08
144,3	1,64	1,64	1,77	1,68	0,07	0,04
207	2,10	2,10	2,23	2,14	0,07	0,04
296	2,63	2,62	2,82	2,69	0,11	0,06
423	3,41	3,35	3,54	3,43	0,10	0,06
606	4,39	4,33	4,53	4,42	0,10	0,06
868	5,78	5,64	5,91	5,78	0,13	0,07
1242	7,68	7,42	7,68	7,59	0,15	0,09
1779	10,24	9,91	10,17	10,11	0,17	0,10
2540	13,72	13,39	13,72	13,61	0,19	0,11
3640	18,71	18,64	18,90	18,75	0,14	0,08

Tabela A.22. Resultados para suco de laranja a 35 °Brix e temperatura de 80° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,46	0,39	0,39	0,41	0,04	0,02
34,4	0,66	0,52	0,52	0,57	0,07	0,04
49,2	0,72	0,66	0,72	0,70	0,04	0,02
70,5	0,92	0,85	0,85	0,87	0,04	0,02
100,9	1,11	1,11	1,11	1,11	0	0
144,3	1,38	1,38	1,38	1,38	1,44E-8	8,35E-9
207	1,77	1,77	1,77	1,77	0	0
296	2,23	2,23	2,29	2,25	0,04	0,02
423	2,82	2,89	2,89	2,87	0,04	0,02
606	3,61	3,67	3,67	3,65	0,04	0,02
868	4,66	4,79	4,79	4,75	0,07	0,04
1242	6,10	6,30	6,30	6,23	0,11	0,06
1779	8,14	8,34	8,47	8,31	0,16	0,09
2540	11,03	11,22	11,42	11,22	0,19	0,11
3640	15,29	15,88	15,69	15,62	0,30	0,17
--	--	--	--	--	--	--
24	0,39	0,46	0,39	0,41	0,04	0,02
34,4	0,52	0,52	0,52	0,52	5,02E-9	2,90E-9
49,2	0,66	0,66	0,66	0,66	0	0
70,5	0,85	0,85	0,85	0,85	0	0
100,9	1,05	1,11	1,05	1,07	0,04	0,02
144,3	1,31	1,38	1,378	1,36	0,04	0,02
207	1,71	1,77	1,71	1,73	0,04	0,02
296	2,17	2,23	2,23	2,21	0,04	0,02
423	2,76	2,89	2,82	2,82	0,06	0,04
606	3,54	3,67	3,61	3,61	0,06	0,04
868	4,59	4,79	4,73	4,70	0,10	0,06
1242	6,04	6,30	6,23	6,19	0,14	0,08
1779	8,07	8,34	8,34	8,25	0,15	0,09
2540	10,96	11,29	11,29	11,18	0,19	0,11
3640	15,29	15,88	15,69	15,62	0,30	0,17

Tabela A.23. Resultados para suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	1,51	1,64	1,64	1,60	0,08	0,04
34,4	1,84	1,97	1,97	1,93	0,08	0,04
49,2	2,30	2,49	2,49	2,43	0,11	0,07
70,5	2,89	3,02	3,02	2,98	0,08	0,04
100,9	3,68	3,81	3,81	3,76	0,08	0,04
144,3	4,66	4,92	4,92	4,84	0,15	0,09
207	5,97	6,17	6,17	6,10	0,11	0,07
296	7,68	7,88	7,88	7,81	0,11	0,07
423	9,85	10,04	10,04	9,98	0,11	0,07
606	12,80	12,87	12,87	12,84	0,04	0,02
868	16,48	16,54	16,54	16,52	0,04	0,02
1242	21,40	21,40	21,40	21,40	0	0
1779	27,83	27,70	27,70	27,74	0,08	0,04
2540	36,36	36,23	36,23	36,28	0,08	0,04
3640	48,05	47,92	47,92	47,96	0,08	0,04
--	--	--	--	--	--	--
24	1,51	1,58	1,58	1,55	0,04	0,02
34,4	1,84	1,84	1,84	1,84	3,64E-8	2,10E-8
49,2	2,23	2,36	2,36	2,32	0,08	0,04
70,5	2,89	2,95	2,95	2,93	0,04	0,02
100,9	3,68	3,68	3,68	3,68	7,29E-8	4,21E-8
144,3	4,59	4,59	4,59	4,59	4,84E-9	2,79E-9
207	5,78	5,78	5,78	5,78	0	0
296	7,42	7,42	7,42	7,42	5,42E-8	3,13E-8
423	9,58	9,52	9,52	9,54	0,04	0,02
606	12,27	12,27	12,27	12,27	2,27E-7	1,31E-7
868	16,02	15,95	15,95	15,97	0,04	0,02
1242	20,87	20,81	20,81	20,83	0,04	0,02
1779	27,44	27,31	27,31	27,35	0,08	0,04
2540	36,17	35,97	35,97	36,04	0,11	0,07
3640	48,05	47,92	47,92	47,96	0,08	0,04

Tabela A.24. Resultados para suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 60° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	1,38	1,31	1,25	1,31	0,06	0,04
34,4	1,77	1,71	1,51	1,66	0,14	0,09
49,2	2,17	2,10	1,97	2,08	0,10	0,06
70,5	2,69	2,62	2,43	2,58	0,14	0,08
100,9	3,22	3,22	3,08	3,17	0,07	0,04
144,3	4,00	4,00	3,87	3,96	0,07	0,04
207	5,05	5,05	4,86	4,99	0,11	0,06
296	6,37	6,37	6,23	6,32	0,07	0,04
423	8,07	8,07	8,01	8,05	0,04	0,02
606	10,30	10,44	10,24	10,33	0,10	0,06
868	13,26	13,39	13,19	13,28	0,10	0,06
1242	17,26	17,33	17,46	17,35	0,10	0,06
1779	22,32	22,64	22,45	22,47	0,16	0,09
2540	29,34	29,87	29,67	29,62	0,26	0,15
3640	39,32	39,71	39,51	39,51	0,19	0,11
--	--	--	--	--	--	--
24	1,44	1,31	1,25	1,33	0,10	0,06
34,4	1,64	1,64	1,57	1,62	0,04	0,02
49,2	2,03	2,03	1,90	1,99	0,07	0,04
70,5	2,36	2,49	2,36	2,41	0,07	0,04
100,9	3,08	3,08	2,95	3,04	0,07	0,04
144,3	3,81	3,81	3,74	3,78	0,04	0,02
207	4,86	4,79	4,73	4,79	0,06	0,04
296	6,10	6,10	6,04	6,08	0,04	0,02
423	7,81	7,81	7,74	7,79	0,04	0,02
606	10,04	10,11	10,04	10,06	0,04	0,02
868	12,99	13,13	13,06	13,06	0,06	0,04
1242	16,93	17,13	17,07	17,04	0,10	0,06
1779	22,25	22,58	22,38	22,40	0,16	0,09
2540	29,41	29,80	29,54	29,58	0,20	0,11
3640	39,32	39,71	39,51	39,51	0,19	0,11

Tabela A.25. Resultados para suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	1,18	1,18	1,11	1,16	0,04	0,02
34,4	1,44	1,44	1,38	1,42	0,04	0,02
49,2	1,84	1,71	1,71	1,75	0,07	0,04
70,5	2,23	2,23	2,17	2,21	0,04	0,02
100,9	2,76	2,76	2,69	2,73	0,04	0,02
144,3	3,48	3,41	3,41	3,43	0,04	0,02
207	4,33	4,33	4,33	4,33	2,49E-8	1,44E-8
296	5,58	5,51	5,58	5,56	0,04	0,02
423	7,15	7,02	7,15	7,11	0,07	0,04
606	9,12	8,99	9,25	9,12	0,13	0,07
868	11,81	11,68	12,01	11,84	0,16	0,09
1242	15,29	15,16	15,69	15,38	0,27	0,16
1779	19,95	19,89	20,48	20,11	0,32	0,19
2540	26,32	26,39	27,04	26,58	0,39	0,23
3640	35,38	35,25	36,56	35,73	0,72	0,42
--	--	--	--	--	--	--
24	1,05	1,11	1,11	1,09	0,04	0,02
34,4	1,31	1,31	1,44	1,36	0,07	0,04
49,2	1,64	1,64	1,71	1,66	0,04	0,02
70,5	2,10	2,10	2,10	2,10	2,01E-8	1,16E-8
100,9	2,62	2,62	2,69	2,65	0,04	0,02
144,3	3,22	3,35	3,41	3,32	0,10	0,06
207	4,13	4,27	4,39	4,27	0,13	0,07
296	5,32	5,45	5,64	5,47	0,16	0,09
423	6,83	6,96	7,28	7,02	0,24	0,14
606	8,86	9,06	9,39	9,10	0,26	0,15
868	11,55	11,75	12,21	11,84	0,34	0,19
1242	15,09	15,36	15,95	15,47	0,44	0,25
1779	19,89	20,08	20,87	20,28	0,52	0,30
2540	26,39	26,45	27,57	26,80	0,66	0,38
3640	35,38	35,25	36,56	35,73	0,72	0,42

Tabela A.26. Resultados para suco de laranja a 45 °Brix e temperatura de 80° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,98	1,05	1,05	1,03	0,04	0,02
34,4	1,256	1,31	1,25	1,27	0,04	0,02
49,2	1,51	1,57	1,57	1,55	0,04	0,02
70,5	1,84	1,90	1,90	1,88	0,04	0,02
100,9	2,29	2,43	2,43	2,38	0,07	0,04
144,3	2,89	3,02	3,02	2,97	0,07	0,04
207	3,67	3,81	3,87	3,78	0,10	0,06
296	4,66	4,86	4,99	4,83	0,16	0,09
423	5,97	6,17	6,37	6,17	0,19	0,11
606	7,68	7,88	8,20	7,92	0,26	0,15
868	9,98	10,24	10,69	10,30	0,36	0,21
1242	13,06	13,26	13,91	13,41	0,45	0,26
1779	17,19	17,39	18,31	17,63	0,59	0,34
2540	22,84	23,10	24,48	23,48	0,88	0,51
3640	30,92	31,24	32,69	31,62	0,94	0,54
--	--	--	--	--	--	--
24	0,98	1,05	1,05	1,03	0,04	0,02
34,4	1,25	1,25	1,25	1,25	1,64E-8	9,51E-9
49,2	1,51	1,51	1,51	1,51	0	0
70,5	1,90	1,84	1,90	1,88	0,04	0,02
100,9	2,36	2,43	2,43	2,41	0,04	0,02
144,3	1,31	2,95	3,08	2,45	0,99	0,57
207	3,81	3,74	3,94	3,83	0,10	0,06
296	4,92	4,79	5,05	4,92	0,13	0,07
423	6,30	6,10	6,43	6,28	0,16	0,09
606	8,01	7,88	8,27	8,05	0,20	0,11
868	10,37	10,24	10,76	10,46	0,27	0,16
1242	13,52	13,39	14,11	13,67	0,38	0,22
1779	17,72	17,59	18,58	17,96	0,53	0,31
2540	23,24	23,30	24,55	23,69	0,74	0,43
3640	30,92	31,24	32,69	31,62	0,94	0,54

Tabela A.27. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	5,38	5,32	5,45	5,38	0,06	0,04
34,4	6,63	6,43	6,83	6,63	0,19	0,11
49,2	8,07	8,07	8,27	8,14	0,11	0,06
70,5	9,98	9,85	10,17	9,99	0,16	0,09
100,9	12,34	12,14	12,67	12,38	0,26	0,15
144,3	15,23	14,90	15,42	15,18	0,26	0,15
207	18,90	18,44	19,03	18,79	0,31	0,18
296	23,56	22,97	23,69	23,41	0,38	0,22
423	29,47	28,68	29,34	29,17	0,42	0,24
606	36,89	35,84	36,63	36,45	0,55	0,31
868	46,34	44,89	46,01	45,75	0,76	0,44
1242	58,42	56,52	58,02	57,65	1,00	0,58
--	--	--	--	--	--	--
24	4,73	4,59	4,79	4,70	0,10	0,06
34,4	5,97	5,64	5,78	5,79	0,16	0,09
49,2	7,29	7,15	7,02	7,15	0,13	0,07
70,5	8,93	8,47	8,79	8,73	0,24	0,14
100,9	10,69	10,57	10,96	10,74	0,20	0,11
144,3	13,59	13,26	13,78	13,54	0,26	0,15
207	17,07	16,67	17,39	17,04	0,36	0,21
296	21,59	21,20	21,92	21,57	0,36	0,21
423	27,37	26,85	27,83	27,35	0,49	0,28
606	34,79	34,19	35,38	34,79	0,59	0,34
868	44,04	43,78	45,22	44,35	0,77	0,44
1242	57,17	56,52	58,02	57,24	0,76	0,44

Tabela A.28. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 60° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	3,54	3,41	3,28	3,41	0,13	0,08
34,4	4,14	4,07	4,00	4,07	0,07	0,04
49,2	5,19	5,05	4,86	5,03	0,17	0,10
70,5	6,10	6,17	6,10	6,13	0,04	0,02
100,9	7,48	7,61	7,48	7,53	0,08	0,04
144,3	9,45	9,52	9,39	9,45	0,07	0,04
207	11,82	11,88	11,82	11,84	0,04	0,02
296	14,97	15,03	14,83	14,94	0,10	0,06
423	18,84	18,97	18,84	18,88	0,08	0,04
606	23,96	24,09	23,96	24,00	0,08	0,04
868	30,52	30,79	30,46	30,59	0,17	0,10
1242	39,06	39,38	39,19	39,21	0,17	0,10
1779	50,21	50,74	50,21	50,39	0,30	0,18
--	--	--	--	--	--	--
24	3,15	3,09	3,09	3,11	0,04	0,02
34,4	3,87	3,81	3,61	3,76	0,14	0,08
49,2	4,33	4,66	4,59	4,53	0,17	0,10
70,5	5,58	5,78	5,71	5,69	0,10	0,06
100,9	6,89	7,22	7,09	7,07	0,17	0,10
144,3	8,73	8,86	8,86	8,82	0,08	0,04
207	11,09	11,22	11,16	11,16	0,07	0,04
296	13,98	14,24	14,18	14,13	0,14	0,08
423	17,92	18,18	18,18	18,09	0,15	0,09
606	22,97	23,37	23,24	23,19	0,20	0,12
868	29,54	30,06	29,87	29,82	0,27	0,15
1242	38,33	38,92	38,60	38,62	0,30	0,17
1779	50,21	50,74	50,21	50,39	0,30	0,18

Tabela A.29. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	2,95	2,69	2,69	2,78	0,15	0,09
34,4	3,61	3,35	3,41	3,46	0,14	0,08
49,2	4,53	4,20	4,27	4,33	0,17	0,10
70,5	5,58	5,25	5,38	5,40	0,17	0,10
100,9	7,02	6,63	6,76	6,80	0,20	0,12
144,3	8,80	8,34	8,60	8,58	0,23	0,13
207	11,03	10,63	10,96	10,87	0,21	0,12
296	13,85	13,52	13,98	13,78	0,24	0,14
423	17,46	17,26	17,92	17,55	0,34	0,19
606	22,19	22,12	22,97	22,43	0,47	0,27
868	28,16	28,36	29,60	28,71	0,78	0,45
1242	35,91	36,43	38,07	36,80	1,13	0,65
1779	46,08	46,93	49,23	47,41	1,63	0,94
2540	59,47	60,72	63,87	61,35	2,27	1,31
--	--	--	--	--	--	--
24	2,69	2,76	2,95	2,80	0,14	0,08
34,4	3,35	3,41	3,61	3,46	0,14	0,08
49,2	4,14	4,27	4,53	4,31	0,20	0,12
70,5	5,12	5,32	5,65	5,36	0,27	0,15
100,9	6,50	6,70	7,09	6,76	0,30	0,17
144,3	8,14	8,40	8,99	8,51	0,44	0,25
207	10,37	10,70	11,42	10,83	0,54	0,31
296	13,19	13,59	14,51	13,76	0,67	0,39
423	16,87	17,39	18,44	17,57	0,80	0,46
606	21,66	22,25	23,63	22,51	1,01	0,58
868	27,77	28,49	30,19	28,82	1,25	0,72
1242	35,71	36,63	38,73	37,02	1,55	0,89
1779	46,01	47,13	49,76	47,63	1,92	1,11
2540	59,47	60,72	63,87	61,35	2,27	1,31

Tabela A.30. Resultados para suco de laranja a 55 °Brix e temperatura de 80° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	2,49	2,63	2,63	2,58	0,08	0,04
34,4	3,02	3,02	3,22	3,09	0,11	0,07
49,2	3,68	3,61	3,81	3,70	0,10	0,06
70,5	4,53	4,40	4,66	4,53	0,13	0,08
100,9	5,58	5,58	5,71	5,62	0,08	0,04
144,3	6,96	7,09	7,02	7,02	0,07	0,04
207	8,66	8,86	8,86	8,80	0,11	0,07
296	10,90	11,16	11,09	11,05	0,14	0,08
423	13,85	14,05	13,92	13,94	0,10	0,06
606	17,59	17,85	17,66	17,70	0,14	0,08
868	22,45	22,78	22,51	22,58	0,17	0,10
1242	28,75	29,21	28,82	28,93	0,25	0,14
1779	37,02	37,74	37,15	37,31	0,38	0,22
2540	48,25	49,30	48,44	48,66	0,56	0,32
--	--	--	--	--	--	--
24	2,49	2,49	2,49	2,49	3,30E-8	1,90E-8
34,4	3,02	3,09	3,09	3,06	0,04	0,02
49,2	3,74	3,74	3,68	3,72	0,04	0,02
70,5	4,59	4,59	4,53	4,57	0,04	0,02
100,9	5,65	5,71	5,58	5,65	0,07	0,04
144,3	6,96	7,02	6,96	6,98	0,04	0,02
207	8,73	8,86	8,73	8,77	0,08	0,04
296	10,96	11,16	10,96	11,03	0,11	0,07
423	13,92	14,18	13,92	14,00	0,15	0,09
606	17,72	18,12	17,66	17,83	0,25	0,14
868	22,71	23,17	22,65	22,84	0,29	0,17
1242	29,14	29,67	28,95	29,25	0,37	0,22
1779	37,61	38,27	37,41	37,76	0,45	0,26
2540	48,77	49,30	48,44	48,84	0,43	0,25

Tabela A.31. Resultados para suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 50°C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	12,08	12,27	11,95	12,09	0,16	0,09
34,4	14,77	14,97	14,97	14,90	0,11	0,07
49,2	18,18	18,38	18,25	18,27	0,10	0,06
70,5	22,45	22,65	22,65	22,58	0,11	0,07
100,9	27,77	27,89	27,89	27,85	0,08	0,04
144,3	34,26	34,39	34,53	34,39	0,13	0,08
207	42,60	42,93	43,12	42,88	0,26	0,15
296	53,63	53,76	54,02	53,80	0,20	0,12
--	--	--	--	--	--	--
24	11,29	11,09	11,42	11,27	0,16	0,09
34,4	13,72	13,78	14,44	13,98	0,39	0,23
49,2	17,19	17,19	17,39	17,26	0,11	0,07
70,5	21,33	21,20	21,59	21,38	0,20	0,12
100,9	26,65	26,58	26,91	26,71	0,17	0,10
144,3	33,48	33,41	33,74	33,54	0,17	0,10
207	42,14	42,21	42,60	42,32	0,25	0,14
296	53,63	53,76	54,02	53,80	0,20	0,12

Tabela A.32. Resultados para suco de laranja a 64.8 °Brix e temperatura de 60° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	9,71	9,65	9,52	9,63	0,10	0,06
34,4	11,68	11,75	11,49	11,64	0,14	0,08
49,2	14,51	13,98	14,18	14,22	0,26	0,15
70,5	17,85	17,00	17,39	17,42	0,43	0,25
100,9	21,92	21,07	21,39	21,46	0,43	0,25
144,3	27,17	26,32	26,52	26,67	0,45	0,26
207	33,48	32,62	33,02	33,04	0,43	0,25
296	41,94	40,76	41,35	41,35	0,59	0,34
423	52,71	51,33	51,92	51,99	0,69	0,39
--	--	--	--	--	--	--
24	8,93	8,40	8,73	8,69	0,26	0,15
34,4	10,89	10,50	10,63	10,68	0,20	0,12
49,2	13,32	12,93	13,19	13,15	0,20	0,12
70,5	16,47	16,08	16,15	16,23	0,21	0,12
100,9	20,61	20,02	20,22	20,28	0,30	0,17
144,3	25,86	25,14	25,34	25,45	0,37	0,21
207	32,56	31,70	32,03	32,09	0,43	0,25
296	41,22	40,24	40,56	40,67	0,50	0,29
423	52,71	51,33	51,92	51,99	0,69	0,39

Tabela A.33. Resultados para suco de caju a 57,2 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,72	0,72	0,72	0,72	0	0
34,4	0,98	0,92	0,92	0,94	0,04	0,02
49,2	1,12	1,18	1,12	1,14	0,04	0,02
70,5	1,51	1,51	1,44	1,49	0,04	0,02
100,9	1,97	1,97	1,97	1,97	0	0
144,3	2,49	2,43	2,36	2,43	0,07	0,04
207	3,09	3,09	2,95	3,04	0,08	0,04
296	3,94	3,94	3,87	3,92	0,04	0,02
423	5,12	5,19	4,99	5,10	0,10	0,06
606	6,63	6,83	6,56	6,67	0,14	0,08
868	8,93	9,19	8,73	8,95	0,23	0,13
1242	12,01	12,34	11,82	12,06	0,27	0,15
1779	16,28	16,74	15,95	16,32	0,40	0,23
2540	22,25	22,84	21,66	22,25	0,59	0,34
3640	30,85	31,84	30,19	30,96	0,83	0,48
--	--	--	--	--	--	--
24	0,72	0,72	0,72	0,72	0	0
34,4	0,92	0,92	0,85	0,90	0,04	0,02
49,2	1,12	1,18	1,12	1,14	0,04	0,02
70,5	1,51	1,51	1,38	1,47	0,08	0,04
100,9	1,97	1,97	1,77	1,90	0,11	0,07
144,3	2,36	2,43	2,23	2,34	0,10	0,06
207	3,02	3,09	2,89	3,00	0,10	0,06
296	3,81	3,94	3,74	3,83	0,10	0,06
423	4,99	5,19	4,86	5,01	0,17	0,10
606	6,63	6,89	6,43	6,65	0,23	0,13
868	8,93	9,19	8,66	8,93	0,26	0,15
1242	12,01	12,34	11,75	12,03	0,30	0,17
1779	16,28	16,74	15,88	16,30	0,43	0,25
2540	22,19	22,97	21,73	22,30	0,63	0,36
3640	30,85	31,84	30,19	30,96	0,83	0,48

Tabela A.34. Resultados para suco de limão a 61 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,66	0,39	0,66	0,57	0,15	0,09
34,4	0,85	0,59	0,85	0,77	0,15	0,09
49,2	1,12	0,85	1,12	1,03	0,15	0,09
70,5	1,51	1,25	1,51	1,42	0,15	0,09
100,9	1,97	1,77	2,03	1,93	0,14	0,08
144,3	2,69	2,49	2,76	2,65	0,14	0,08
207	3,61	3,54	3,68	3,61	0,07	0,04
296	4,99	4,92	5,05	4,99	0,07	0,04
423	6,96	6,96	7,02	6,98	0,04	0,02
606	9,71	9,78	9,78	9,76	0,04	0,02
868	13,65	13,78	13,72	13,72	0,07	0,04
1242	19,17	19,36	19,30	19,28	0,10	0,06
1779	26,98	27,31	27,17	27,15	0,17	0,10
2540	38,27	38,60	38,33	38,40	0,17	0,10
3640	54,55	55,07	54,48	54,70	0,32	0,19
--	--	--	--	--	--	--
24	0,59	0,39	0,66	0,55	0,14	0,08
34,4	0,79	0,53	0,79	0,70	0,15	0,09
49,2	1,05	0,79	1,05	0,96	0,15	0,09
70,5	1,44	1,12	1,44	1,33	0,19	0,11
100,9	1,97	1,58	1,97	1,84	0,23	0,13
144,3	2,63	2,30	2,63	2,52	0,19	0,11
207	3,61	3,28	3,61	3,50	0,19	0,11
296	4,99	4,66	4,92	4,86	0,17	0,10
423	6,96	6,63	6,96	6,85	0,19	0,11
606	9,71	9,45	9,71	9,63	0,15	0,09
868	13,72	13,39	13,65	13,59	0,17	0,10
1242	19,30	19,04	19,30	19,21	0,15	0,09
1779	27,11	27,04	27,11	27,09	0,04	0,02
2540	38,27	38,60	38,20	38,36	0,21	0,12
3640	54,55	55,07	54,48	54,70	0,32	0,19

Tabela A.35. Resultados para suco de limão a 61 °Brix e temperatura de 70° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,33	0,33	0,33	0,33	0	0
34,4	0,39	0,39	0,46	0,42	0,04	0,02
49,2	0,53	0,59	0,59	0,57	0,04	0,02
70,5	0,72	0,79	0,85	0,79	0,07	0,04
100,9	1,05	1,12	1,18	1,12	0,07	0,04
144,3	1,38	1,44	1,71	1,51	0,17	0,10
207	1,90	1,97	2,17	2,01	0,14	0,08
296	2,63	2,69	2,95	2,76	0,17	0,10
423	3,68	3,74	3,87	3,76	0,10	0,06
606	5,12	5,19	5,32	5,21	0,10	0,06
868	7,22	7,29	7,35	7,29	0,07	0,04
1242	10,17	10,24	10,24	10,22	0,04	0,02
1779	14,31	14,51	14,44	14,42	0,10	0,06
2540	20,28	20,68	20,61	20,52	0,21	0,12
3640	28,95	30,06	29,73	29,58	0,57	0,33
--	--	--	--	--	--	--
24	0,33	0,33	0,33	0,33	0	0
34,4	0,46	0,46	0,46	0,46	9,11E-9	5,26E-9
49,2	0,59	0,59	0,66	0,61	0,04	0,02
70,5	0,79	0,79	0,85	0,81	0,04	0,02
100,9	1,05	1,05	1,18	1,09	0,08	0,04
144,3	1,44	1,44	1,51	1,47	0,04	0,02
207	1,97	1,97	2,10	2,01	0,08	0,04
296	2,69	2,69	2,82	2,74	0,08	0,04
423	3,68	3,74	3,81	3,74	0,07	0,04
606	5,12	5,25	5,25	5,21	0,08	0,04
868	7,15	7,35	7,35	7,29	0,11	0,07
1242	10,04	10,37	10,31	10,24	0,17	0,10
1779	14,24	14,70	14,64	14,53	0,25	0,14
2540	20,28	21,00	20,81	20,70	0,37	0,22
3640	28,95	30,06	29,73	29,58	0,57	0,33

Tabela A.36. Resultados para suco de maracujá a 45 °Brix e temperatura de 50° C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,33	0,30	0,33	0,32	0,02	0,01
34,4	0,46	0,39	0,46	0,44	0,04	0,02
49,2	0,62	0,56	0,62	0,60	0,04	0,02
70,5	0,79	0,75	0,85	0,80	0,05	0,03
100,9	1,05	0,98	1,05	1,03	0,04	0,02
144,3	1,38	1,31	1,38	1,36	0,04	0,02
207	1,77	1,74	1,77	1,76	0,02	0,01
296	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33E-8	1,34E-8
423	3,05	3,12	3,02	3,06	0,05	0,03
606	4,07	4,14	4,00	4,07	0,07	0,04
868	5,51	5,65	5,42	5,52	0,12	0,07
1242	7,55	7,71	7,42	7,56	0,15	0,09
1779	10,44	10,63	10,31	10,46	0,17	0,10
2540	14,57	14,83	14,38	14,59	0,23	0,13
3640	20,41	20,74	20,02	20,39	0,36	0,21
--	--	--	--	--	--	--
24	0,30	0,26	0,26	0,27	0,02	0,01
34,4	0,39	0,39	0,39	0,39	1,95E-9	1,13E-9
49,2	0,53	0,56	0,56	0,55	0,02	0,01
70,5	0,72	0,72	0,75	0,73	0,02	0,01
100,9	0,98	0,98	0,98	0,98	0	0
144,3	1,28	1,28	1,31	1,29	0,02	0,01
207	1,71	1,71	1,71	1,71	0	0
296	2,26	2,26	2,26	2,26	2,03E-8	1,17E-8
423	3,02	3,09	3,02	3,04	0,04	0,02
606	4,07	4,14	4,00	4,07	0,07	0,04
868	5,58	5,65	5,45	5,56	0,10	0,06
1242	7,61	7,71	7,42	7,58	0,15	0,09
1779	10,50	10,63	10,27	10,47	0,18	0,11
2540	14,64	14,77	14,31	14,57	0,24	0,14
3640	20,41	20,74	20,02	20,39	0,36	0,21

Tabela A.37. Resultados para suco de maracujá a 45 °Brix e temperatura de 70°C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,20	0,20	0,20	0,20	9,75E-10	5,63E-10
34,4	0,26	0,26	0,26	0,26	2,51E-9	1,45E-9
49,2	0,33	0,33	0,39	0,35	0,04	0,02
70,5	0,46	0,46	0,53	0,48	0,04	0,02
100,9	0,66	0,59	0,66	0,63	0,04	0,02
144,3	0,89	0,82	0,89	0,86	0,04	0,02
207	1,18	1,08	1,18	1,15	0,06	0,03
296	1,54	1,44	1,58	1,52	0,07	0,04
423	2,03	1,90	2,03	1,99	0,08	0,04
606	2,63	2,56	2,72	2,64	0,08	0,05
868	3,48	3,48	3,61	3,52	0,08	0,04
1242	4,66	4,73	4,82	4,74	0,08	0,05
1779	6,37	6,56	6,63	6,52	0,14	0,08
2540	8,86	9,19	9,26	9,10	0,21	0,12
3640	14,44	14,90	14,83	14,73	0,25	0,14
--	--	--	--	--	--	--
24	0,20	0,20	0,20	0,20	9,75E-10	5,63E-10
34,4	0,20	0,26	0,26	0,24	0,04	0,02
49,2	0,33	0,33	0,33	0,33	0	0
70,5	0,43	0,46	0,46	0,45	0,02	0,01
100,9	0,56	0,59	0,59	0,58	0,02	0,01
144,3	0,79	1,28	0,79	0,95	0,28	0,16
207	1,05	1,08	1,08	1,07	0,02	0,01
296	1,38	1,44	1,44	1,42	0,04	0,02
423	1,84	1,90	1,90	1,88	0,04	0,02
606	2,43	2,56	2,56	2,52	0,08	0,04
868	3,35	3,48	3,48	3,44	0,08	0,04
1242	4,59	4,73	4,79	4,70	0,10	0,06
1779	6,37	6,56	6,63	6,52	0,14	0,08
2540	8,86	9,19	9,26	9,10	0,21	0,12
3640	14,44	14,90	14,83	14,73	0,25	0,14

Tabela A.38. Resultados para suco de maracujá a 59,2 °Brix e temperatura de 50°C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	1,12	0,92	1,05	1,03	0,10	0,06
34,4	1,44	1,28	1,38	1,37	0,08	0,05
49,2	1,87	1,64	1,77	1,76	0,12	0,07
70,5	2,36	2,13	2,30	2,26	0,12	0,07
100,9	3,05	2,82	2,95	2,94	0,12	0,07
144,3	3,94	3,74	3,87	3,85	0,10	0,06
207	5,19	4,99	5,12	5,10	0,10	0,06
296	6,93	6,76	6,93	6,87	0,09	0,05
423	9,35	9,19	9,35	9,30	0,09	0,05
606	12,73	12,60	12,73	12,69	0,08	0,04
868	17,33	17,33	17,46	17,37	0,08	0,04
1242	23,76	23,83	23,89	23,83	0,07	0,04
1779	32,69	32,89	32,89	32,82	0,11	0,07
2540	45,03	45,29	45,29	45,20	0,15	0,09
3640	62,23	62,75	62,49	62,49	0,26	0,15
--	--	--	--	--	--	--
24	1,02	0,92	0,92	0,95	0,06	0,03
34,4	1,28	1,18	1,18	1,21	0,06	0,03
49,2	1,64	1,51	1,58	1,58	0,07	0,04
70,5	2,17	2,07	2,07	2,10	0,06	0,03
100,9	2,82	2,72	2,72	2,76	0,06	0,03
144,3	3,74	3,64	3,64	3,68	0,06	0,03
207	4,99	4,92	4,92	4,94	0,04	0,02
296	6,76	6,70	6,70	6,72	0,04	0,02
423	9,19	9,12	9,19	9,17	0,04	0,02
606	12,54	12,54	12,60	12,56	0,04	0,02
868	17,20	17,26	17,33	17,26	0,07	0,04
1242	23,70	23,89	23,89	23,83	0,11	0,07
1779	32,69	32,95	32,89	32,84	0,14	0,08
2540	45,03	45,55	45,29	45,29	0,26	0,15
3640	62,23	62,75	62,49	62,49	0,26	0,15

Tabela A.39. Resultados para suco de maracujá a 59,2 °Brix e temperatura de 70°C, no reômetro Contraves - sistema MS-DIN 1075

Taxa de Deformação (s ⁻¹)	τ_1 (Pa)	τ_2 (Pa)	τ_3 (Pa)	Valor Médio (Pa)	Desvio padrão	Erro padrão
24	0,79	0,85	0,72	0,79	0,07	0,04
34,4	1,12	1,12	0,85	1,03	0,15	0,09
49,2	1,38	1,38	1,12	1,29	0,15	0,09
70,5	1,64	1,71	1,44	1,60	0,14	0,08
100,9	2,03	2,10	1,97	2,03	0,07	0,04
144,3	2,63	2,69	2,43	2,58	0,14	0,08
207	3,28	3,48	3,22	3,33	0,14	0,08
296	4,20	4,40	4,27	4,29	0,10	0,06
423	5,58	5,71	5,71	5,67	0,08	0,04
606	7,42	7,61	7,75	7,59	0,17	0,10
868	9,98	10,31	10,50	10,26	0,27	0,15
1242	13,59	13,92	14,44	13,98	0,43	0,25
1779	18,71	19,10	19,82	19,21	0,57	0,33
2540	25,86	26,26	27,24	26,45	0,71	0,41
3640	36,30	36,82	37,94	37,02	0,84	0,48
--	--	--	--	--	--	--
24	0,72	0,79	0,66	0,72	0,07	0,04
34,4	1,12	0,98	0,85	0,98	0,13	0,08
49,2	1,31	1,31	1,12	1,25	0,11	0,07
70,5	1,58	1,51	1,38	1,49	0,10	0,06
100,9	2,03	1,97	1,84	1,95	0,10	0,06
144,3	2,56	2,56	2,49	2,54	0,04	0,02
207	3,28	3,28	3,22	3,26	0,04	0,02
296	4,27	4,27	4,33	4,29	0,04	0,02
423	5,65	5,71	5,84	5,73	0,10	0,06
606	7,61	7,68	7,88	7,72	0,14	0,08
868	10,24	10,44	10,76	10,48	0,27	0,15
1242	13,98	14,24	14,57	14,27	0,30	0,17
1779	19,10	19,36	19,95	19,47	0,44	0,25
2540	26,19	26,52	27,37	26,69	0,61	0,35
3640	36,30	36,82	37,94	37,02	0,84	0,48