

**DENSIDADE DE POLPAS DE FRUTAS TROPICAIS: BANCO DE DADOS E  
DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL.  
DENSITY OF TROPICAL FRUITS PULP: DATABASE AND EXPERIMENTAL  
DETERMINATION.**

**JULIANA S. MATTOS<sup>1</sup>**

**BÁRBARA J. T. MEDEROS<sup>2</sup>**

**RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo agrupar em um único banco de dados, valores da densidade de polpas de frutas, dispersos em diversas fontes bibliográficas, catalogando-os pelo método utilizado, faixa de temperatura, equações, erro obtido, dentre outras informações. Após a elaboração do banco, constatou-se a falta de dados desta propriedade para frutas nacionais, motivando a determinação experimental da densidade pelo método do Picnômetro de polpas de maracujá, tangerina poncã, graviola, caju e acerola. Os valores experimentais, à temperatura de 30°C, variaram de 1.038,0 kg m<sup>-3</sup>, para acerola, até 1.076,0 kg m<sup>-3</sup>, para graviola, numa faixa de 10 e 18 °Brix, respectivamente, observando-se a tendência do aumento da densidade em função do teor de sólidos solúveis. Foi obtida uma equação, para o cálculo da densidade, em função do teor de sólidos solúveis, para as polpas de frutas, na faixa de 10,0 a 18,0° Brix, com coeficiente de correlação de 0,91. Os modelos de predição encontrados na literatura forneceram ajustes adequados quando comparados aos valores obtidos por experimentação, com erro médio máximo em torno de 1,7%.

**Palavras-chaves:** Picnômetro, Densidade, Polpa de Fruta.

---

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil, CP 6011 cep: 13083-970. E-mail: ju.s.mattos@gmail.com. Autor para correspondência.

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.

## ABSTRACT

The objective of this work is to group one density database of pulp fruits scattered in several bibliographical documentation, classifying them by method used, temperature range, concentration, equations, error, besides other information. After compiling database it was found lack of information of some national varieties of fruits which motivated the experimental determination of density by the Picnometric method of the following fruits pulp: passion fruit, tangerine cv. Ponkã, guanabana, cashew fruit and west Indian cherry. The experimental values at the temperature of 30 °C varied between 1.038 kg m<sup>-3</sup> for west Indian cherry to 1.076 kg m<sup>-3</sup> for guanabana at a range of 10° to 18° Brix respectively, showing that exists a tendency to the increase of density values in function of the soluble solids content. An equation was obtained to calculate the density in function of soluble solids content for pulp fruits between 10 to 18° Brix with the correlation coefficient of 0,91. The models to predict the density found in literature had supplied good adjustments in relation to experimental values with maximum percentage errors between 1,7 %.

**Key word:** Picnometer.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades termofísicas, dentre elas, a densidade, o calor específico, a condutividade e a difusividade térmica, são de grande importância, para o dimensionamento de equipamentos e processos que envolvem transferência de calor. Devido à heterogeneidade da composição dos materiais biológicos, a modelagem e otimização dos processos, dependem de parâmetros como, o teor de umidade, estrutura do produto e faixa de temperatura utilizada, que podem variar durante o processo. Valores de propriedades termofísicas de frutas já foram determinados por diversos métodos, com variações de temperatura, concentração de sólidos solúveis e umidade, porém esses dados estão dispersos na literatura. Um banco de dados agrupando os valores dessas propriedades, mostrando o método utilizado, a faixa de temperatura, erro ou desvio padrão obtido, valores numéricos e equações, dentre outras informações ainda não está disponível. Tabelas de propriedades termofísicas, como as disponibilizadas pela ASHRAE (1994), amplamente utilizadas no Brasil, apresentam as propriedades dos produtos sem mencionar a variedade, o método utilizado na determinação, as limitações, assim como as fontes de onde foram obtidas as informações. A falta de dados de propriedades

termofísicas de frutas dificulta o dimensionamento de equipamentos e processos, sendo assumidos, na maioria das vezes, valores aproximados.

Diante deste panorama, objetivou-se neste trabalho agrupar, em um único banco de dados, valores da densidade de polpas de frutas, dispersos em diversas fontes bibliográficas, catalogando-os pelo método utilizado, faixa de temperatura, equações, erro obtido, dentre outras informações. Após esta primeira etapa, constatou-se a carência de dados desta propriedade em frutas nacionais e propôs-se determinar experimentalmente a densidade pelo método do Picnômetro. Outro objetivo deste trabalho foi a verificação da possível correlação entre a densidade e variáveis como: umidade, concentração e temperatura e comparar os valores determinados experimentalmente, com os valores obtidos através da aplicação de modelos propostos na literatura consultada, propondo um modelo para predição de densidade de polpas de frutas em uma faixa de concentração e temperatura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento experimental deste trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia de Sistemas Agroalimentares, localizado na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), UNICAMP. As frutas foram adquiridas na Central de Abastecimento de Campinas. As frutas selecionadas foram: maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), tangerina poncã (*Citrus reticulata*), graviola (*Annona muricata L.*), caju (*Anacardium occidentale L.*) e acerola (*Malpighia glabra L.*). As propriedades determinadas experimentalmente foram: teor de umidade, densidade, teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), todas realizadas em triplicata. Após a recepção, as amostras foram selecionadas, lavadas com detergente e com água clorada, enxaguadas e secadas. A quantidade de amostras utilizadas para cada fruta foi um número suficiente para completar 500 mL de polpa de fruta. Para a obtenção das polpas foram utilizados equipamentos, como liquidificadores para homogeneizar a amostra. Houve a necessidade de remoção das sementes antes da obtenção da polpa para algumas amostras e outras foram passadas por peneiras de 14 mesh para a retirada das sementes. As amostras foram desaeradas sob baixa pressão, em frasco de kitasato conectado a uma bomba de vácuo.

A densidade foi determinada através do método número 4.4 descrito pela AOAC (1984) na temperatura pré-estabelecida ( $30^{\circ}\text{C}$ ), utilizando-se Picnômetros de 25 mL de capacidade previamente calibrados com água destilada na mesma temperatura. O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro de bancada e o teor de umidade foi determinado através de uma pré-secagem seguida do método descrito pela AOAC (1984) no. 22.013, para frutas desidratadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram determinados os valores da densidade, sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) e teor de

umidade das seguintes polpas de frutas: maracujá, tangerina poncã, graviola, caju, e acerola, à temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$ .

A Tabela 1 mostra os valores experimentais das densidades das polpas de frutas determinados neste trabalho e os valores teóricos calculados através de modelos de predição encontrados na literatura.

Foram encontrados na literatura, valores para a densidade de polpa de maracujá e de tangerina de  $1.063\text{ kg m}^{-3}$  e  $973\text{ kg m}^{-3}$  respectivamente, determinados por ALVARADO E ROMERO (1989), a  $30^{\circ}\text{C}$ . Estes valores não se aproximaram dos valores calculados experimentalmente. Os autores não definiram a umidade dos produtos, variável que pode alterar o valor da densidade.

Observa-se que existe a tendência de aumento dos valores da densidade em função dos sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), como pode ser observado na figura 1, onde são mostrados os valores experimentais e os modelos de predição da densidade em função com a concentração dos sólidos solúveis. As variações dos valores observadas ocorrem devido à diferença de composição de cada fruta, como fibras, umidade, etc.

Através dos valores experimentais, foi proposto um modelo para prever a densidade de polpas de frutas em função do teor de sólidos solúveis a  $30^{\circ}\text{C}$ . A equação proposta (eq. 1) pode ser usada para polpas de frutas entre  $10^{\circ}\text{Brix}$  e  $18^{\circ}\text{Brix}$ . O coeficiente de correlação foi de 0,91.

$$\rho = 4,4181(^{\circ}\text{B}) + 997,61$$

Eq. 1

Onde:  $^{\circ}\text{B}$  = concentração de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ );  $\tilde{n}$  = densidade ( $\text{kg m}^{-3}$ ).

Constatou-se que os modelos forneceram ajustes adequados em relação às determinações experimentais, com erros percentuais máximos em torno de 1,7% (Tabela 1).

O modelo que representou os dados experimentais com o menor valor de erro foi o C, proposto por CONSTENLA et al. com erros variando de 0,08 a 0,82%. Os maiores erros foram para amostra de polpa de caju, variando de 0,82 a 1,74%. Estes erros podem estar relacionados ao alto teor de fibras da polpa, aumentando o valor da densidade.

Da tabela 2 à tabela 7, apresentam-se os valores da densidade de frutas, todos determinados pelo método do Picnômetro, resultado da revisão bibliográfica, incluindo dados encontrados na literatura nacional e internacional. A tabela contém, além dos valores de densidade, as propriedades físicas (teor de umidade, °Brix e pH), área de aplicação, fonte bibliográfica e equações propostas na literatura. Constatou-se que, a maior parte dos dados encontrados é proveniente de pesquisas desenvolvidas em outros países, comprovando-se a carência de dados referentes a frutas do Brasil e nas condições do país.

## CONCLUSÕES

A relação entre a densidade e a concentração de sólidos solúveis das polpas de frutas experimentadas neste trabalho, permitiu obter uma equação que correlaciona estas duas propriedades. Utilizando esta equação pode-se calcular a densidade de polpas de frutas, numa faixa de 10,0 e 18,0 °Brix e a temperatura de 30°C, com um coeficiente de correlação de 0,91.

O banco de dados completo pode ser visualizado através do site da FEAGRI (<http://www.feagri.unicamp.br>) em inovações tecnológicas no programa *Cool/Sys*, ferramenta computacional desenvolvida como auxílio à processos de pós-colheita.

O banco de dados que resultou deste trabalho, forma parte do Módulo de Propriedades Térmicas e Físicas de Produtos Hortícolas, no programa *Cool/Sys*, ferramenta computacional desenvolvida como auxílio à processos de pós-colheita, disponibilizado no site da FEAGRI, UNICAMP.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Engenharia Agrícola e à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ALVARADO, J. D. **Propiedades físicas de frutas. IV Difusividad y conductividad térmica efectiva de pulpas (Physical properties of fruits. IV. Effective thermal diffusivity and conductivity of pulps)**. Latin American Applied research, v. 24, p. 41-47, 1994. ALVARADO, J. D.; ROMERO, C. H. **Physical properties of fruits I-II. Density and viscosity of juices as functions of soluble solids content and temperature**. Latin American Applied Research, v19, p. 15-21, 1989.

ARAÚJO, J. L.; et al. **Propriedades termofísicas de polpa de cupuaçu com diferentes teores de sólidos**. Revista ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 1, p. 126-134, jan/fev., 2004.

ASHRAE. Refrigeration Handbook. **Commodity Storage Requirements**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 1994. Chapter 25. p. 25.2-25.5

CONSTENLA, D. T.; et al. **Thermophysical properties of Clarified Apple Juice as a Function of Concentration and Temperature**. Journal of Food Science, v. 54, n.3, p. 663-668, 1989.

DUARTE, M. E. M.; et al. **Propriedades termofísicas da polpa de mangaba a baixas e ultra-baixas temperaturas: densidade e calor específico**. Revista Brasileira de Produtos agroindustriais, Campina Grande, Especial, n .1, p. 19-29, 2003.

LIMA, I. J. E.; et al. **Propriedades termofísicas da polpa de umbu**. Revista Brasileira de Produtos agroindustriais, Campina Grande, Especial, n .1, p. 31-42, 2003.

PEREIRA, E.; et al. **Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n .3, p. 526-530, 2002.

SIMÕES, R. M. **Propriedades Termofísicas da Polpa de Manga** 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

SOUSA, E. M. B. D.; et al. Propriedades termofísicas de polpas de frutas tropicais. In: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química; XIX Interamerican Congress of Chemical Engineering; I Brazilian Congress of Phase Equilibrium and Fluid properties for Chemical Process Design, 2000, Águas de São

Pedro, SP. **Anais...Águas de São Pedro**, 2000. 1 CD-ROM.

TELIS-ROMERO, J.; et al. **Thermophysical Properties of Brazilian Orange Juice as Affected by Temperature and Water Content.** Journal of Food Engineering, Great Britain, v.38, p. 27-40, 1998.

**Tabela 1** - Valores experimentais médios de sólidos solúveis (Brix), umidade e densidade de polpas de frutas determinados neste trabalho e valores teóricos médios de densidades das polpas de frutas calculados através de modelos de predição encontrados na literatura.

Amostras de polpas de frutas	Brix	Teor de umidade	Densidade Exp. (kg m <sup>-3</sup> )	Densidade teórica (kg m <sup>-3</sup> )		
				Modelo A Erro (%)	Modelo B Erro (%)	Modelo C Erro (%)
Maracujá	11,5	88,19	1.046 ±	1.044	1.037	1.047
			0,25	0,20	0,82	0,08
Tangerina ponkã	9,8	88,49	1.041 ±	1.037	1.030	1.040
			0,73	0,40	1,10	0,11
Graviola	17,8	89,80	1.076 ±	1.070	1.066	1.073
			0,66	0,54	0,89	0,23
Caju	10,9	86,32	1.053 ±	1.041	1.035	1.044
			0,24	1,10	1,74	0,82
Acerola	10,2	90,78	1.038 ±	1.039	1.031	1.042
			0,12	0,05	0,64	0,34

- Modelo A:  $\rho = 996 + 4,17(^{\circ}B)$  ;

ALVARADO E ROMERO (1989) – para polpas e sucos de frutas (5° a 30° Brix).

- Modelo B:  $\rho = (1002 + 4,61.^{\circ}B) - 0,460T + 7,001.10^{-3}T^2 - 9,175.10^{-5}T^3$  ;

Onde:  $T = 30^{\circ}C$  e  $^{\circ}B =$  Valores experimentais;

ALVARADO E ROMERO (1989) – para polpas e sucos de frutas (T = 0°C a 80°C; Até 30° Brix).

- Modelo C:  $\rho = \rho_w / (0,992417 - 3,739x10^{-3}.^{\circ}B)$  ;

Onde:  $\rho_w = 993,89 \text{ g cm}^{-3}$  e  $^{\circ}B =$  Valores experimentais;

CONSTENLA, LOZANO E CRAPISTE (1989) – para suco de maçã clarificado (T= 20°C a 80°C ; 12° a 68,5 °Brix).

-  $Erro(\%) = 100 \cdot \left| \frac{(\text{valor teórico} - \text{valor experimental})}{\text{valor experimental}} \right|$

Tabela 2 - Valores de densidade de polpas de frutas.

Polpas de frutas	Propriedades físicas			Densidade ( $\rho$ ) (kg m <sup>-3</sup> )	Aplicação	Referência
	Teor umid (%)	°Brix	pH			
Abacate ( <i>Persea drymifolia</i> )⊗	75,9	NE	NE	973	40°C	Alvarado (1994)
Abacate ( <i>Persea drymifolia</i> )⊗	NE	1,9	6,7	959 936 904	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Abacaxi ( <i>Ananas comosus</i> L.)⊗	85,3	NE	NE	810	40°C	Alvarado (1994)
Abacaxi ( <i>Ananas comosus</i> L.)⊗	NE	13,9	3,5	1036 1029 1019	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Açaí ( <i>Euterpe Oleracea</i> , Mart.)	84,73	4,8	5,23	$\rho = 1.068,65 - 0,4579.(X_w 100) - 0,3867.T$	10 a 50°C	Pereira et al. (2002)
Ameixa preta ( <i>Prunus capuli</i> )⊗	74,9	NE	NE	977	40°C	Alvarado (1994)
Ameixa preta ( <i>Prunus capuli</i> )⊗	NE	17,3	4,4	1064 1051 1045	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Ameixa ( <i>Prunus salicina</i> )⊗	88,7	NE	NE	986	40°C	Alvarado (1994)
Ameixa ( <i>Prunus salicina</i> )⊗	NE	13,2	3,2	1003 996 985	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Amora ( <i>Rubus glaucos</i> )⊗	86,7	NE	NE	960	40°C	Alvarado (1994)
Amora ( <i>Rubus glaucos</i> )⊗	NE	8,8	2,7	964 953 935	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Banana ( <i>Musa cavendishii</i> )⊗	75,2	NE	NE	968	40°C	Alvarado (1994)
Banana ( <i>Musa sapientumi</i> )⊗	73,3	NE	NE	966	40°C	Alvarado (1994)
Banana ( <i>Musa paradisíaca</i> )⊗	71,0	NE	NE	992	40°C	Alvarado (1994)
Banana ( <i>Musa auriens</i> )⊗	68,1	NE	NE	987	40°C	Alvarado (1994)
Banana ( <i>Musa cavendishii</i> )⊗	NE	3,9	5,6	856 842 820	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Banana ( <i>Musa auriens</i> )⊗	NE	4,2	5,1	955 941 923	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)



Carambola ( <i>Carica pentagona</i> )⊗	92,8	NE	NE	963	40°C	Alvarado (1994)
Carambola ( <i>Carica pentagona</i> )⊗	NE	7,5	3,4	1003 996 983	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Cupuaçu (polpa integral) ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	NE	12	NE	1.027,6	30°C	Araújo, Queiroz e Figueiredo (2004)
Cupuaçu (polpa diluída) ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	NE	9	NE	1.017,1	30°C	Araújo, Queiroz e Figueiredo (2004)
Cupuaçu (polpa peneirada) ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	NE	12	NE	1.039,0	30°C	Araújo, Queiroz e Figueiredo (2004)
Graviola ( <i>Anona muricata</i> )	NE	13,5	NE	$\rho = (1,0312 + 9.10^{-6}.T - 5.10^{-6}.T^2).1000$ (R <sup>2</sup> = 0,99)	NE	Sousa et al. (2000)
Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.)⊗	86,4	NE	NE	1006	40°C	Alvarado (1994)
Goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.)⊗	NE	2,6	3,6	1002 994 983	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Laranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) (var.Pera-Rio) suco concentrado (64,2°Brix) não clarificado	34 a 73	NE	NE	$\rho = 1428,5 - 454,9.X_w + 0,231T$ (R <sup>2</sup> > 0,97) Erro:0,1%	0,5°C a 62,0°C	Telis-Romero et al. (1998)
Laranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) ⊗	NE	8,6	3,1	954 943 928	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Laranja ( <i>Citrus sinensis</i> ) ⊗	85,3	NE	NE	1020	40°C	Alvarado (1994)
Limão ( <i>Citrus aurantifolia</i> )⊗	90,1	NE	NE	967	40°C	Alvarado (1994)
Limão ( <i>Citrus aurantifolia</i> )⊗	NE	7,6	4,8	1007 998 981	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Limão ( <i>Citrus limon</i> )	NE	8,4	2,2	989 974 958	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Lulo ( <i>Solanum quitoense</i> )⊗	92,0	NE	NE	881	40°C	Alvarado (1994)
Lulo ( <i>Solanum quitoense</i> )⊗	NE	7,4	3,2	915 904 887	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)

Frutas/ hortaliças	Propriedades físicas			Densidade ( $\rho$ ) (kg m <sup>-3</sup> )	Aplicação	Referência
	Teor umid (%)	°Brix	pH			
Lulo ( <i>Solanum quitoense</i> )⊗	NE	7,4	3,2	915 904 887	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Mangaba ( <i>hancornia speciosa</i> )	89,49	7,34	4,22	843,0 919,0 935,0 983,0 988,0	-180°C -130°C -90°C -60°C -40°C	Duarte et al (2003)
Manga ( <i>Mangifera indica</i> L.)	NE	9,5	NE	$\rho = 1,0446 - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot T - 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot T^2$ (R <sup>2</sup> = 0,99)	NE	Sousa et al. (2000)
Manga (polpa) integral ( <i>Mangifera indica</i> L.) (var. Tomy atkins)	87,03	12,04	4,36	$\rho = 1.050,98 - 0,5600 \cdot T + 0,002000 \cdot T^2$ (R <sup>2</sup> = 0,983)	10°C a 50°C	Simões (1997)
Manga (polpa) peneirada ( <i>Mangifera indica</i> L.) (var. Tomy atkins)	87,05	12,23	4,36	$\rho = 1.041,90 - 0,3113 \cdot T - 0,000271 \cdot T^2$ (R <sup>2</sup> = 0,994)	10°C a 50°C	Simões (1997)
Manga (polpa) centrifugada ( <i>Mangifera indica</i> L.) (var. Tomy atkins)	87,75	12,25	4,36	$\rho = 1.050,68 - 0,0994 \cdot T - 0,000143 \cdot T^2$ (R <sup>2</sup> = 0,995)	10°C a 50°C	Simões (1997)
Manga (polpa) Concentrada ( <i>Mangifera indica</i> L.) (var. Tomy atkins)	68,38	29,52	4,36	$\rho = 1.108,91 - 0,1001 \cdot T - 0,002214 \cdot T^2$ (R <sup>2</sup> = 0,998)	10°C a 50°C	Simões (1997)
Manga ( <i>Mangifera indica</i> )	NE	18,3	4,7	1070 1063 1053	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Maçã ( <i>Malus communis</i> )⊗	86,8	NE	NE	870	40°C	Alvarado (1994)
Maçã ( <i>Malus communis</i> )⊗	NE	11,9	3,2	1025 1022 1009	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Mamão papaya ( <i>Carica papaya</i> L.)⊗	NE	11,1	5,3	1016 1006 997	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Mamão papaya ( <i>Carica papaya</i> L.)⊗	89,5	NE	NE	965	40°C	Alvarado (1994)
Maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> )	NE	14,7	2,9	1066 1063 1055	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)



Maracujá ( <i>Passiflora mollissima</i> )	NE	10,9	3,2	1049 1044 1036	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Melancia ( <i>Citrulus vulgaris</i> )⊗	92,6	NE	NE	972	40°C	Alvarado (1994)
Melancia ( <i>Citrulus vulgaris</i> )⊗	NE	7,2	5,4	1018 1013 1006	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Melão ( <i>Cucumis melo</i> )⊗	93,7	NE	NE	977	40°C	Alvarado (1994)
Melão ( <i>Cucumis melo</i> )⊗	NE	3,2	5,7	994 932 917	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Morango ( <i>Frangaria vesca</i> )⊗	91,8	NE	NE	963	40°C	Alvarado (1994)
Morango ( <i>Frangaria vesca</i> )⊗	NE	6,7	3,2	998 992 982	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Morango ( <i>Frangaria chiloensis</i> )⊗	90,8	NE	NE	927	40°C	Alvarado (1994)
Lulo ( <i>Solanum quitoense</i> )⊗	92,0	NE	NE	881	40°C	Alvarado (1994)
Lulo ( <i>Solanum quitoense</i> )⊗	NE	7,4	3,2	915 904 887	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Nectarina ( <i>Prunus ssp</i> )⊗	86,6	NE	NE	946	40°C	Alvarado (1994)
Pêssego ( <i>Prunus pérsica</i> )⊗	87,4	NE	NE	951	40°C	Alvarado (1994)
Pêssego ( <i>Prunus pérsica</i> )⊗	NE	16,1	3,6	1034 1028 1017	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Pêra ( <i>Pyrus communis</i> )⊗	82,1	NE	NE	977	40°C	Alvarado (1994)
Pêra ( <i>Pyrus communis</i> )⊗	NE	14,8	4,4	1027 1018 1008	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Pinha ( <i>Anona squamosa</i> )	NE	6	NE	$\rho = 1,0385 - 3.10^{-4} - 6,2.10^{-6} \cdot T^2 (R^2 = 0,99)$	NE	Sousa et al. (2000)
Tangerina ( <i>Citrus reticulata</i> )⊗	87,3	NE	NE	1029	40°C	Alvarado (1994)
Tangerina ( <i>Citrus reticulata</i> )⊗	NE	9,4	3,8	990 973 962	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)

Frutas/ hortaliças	Propriedades físicas			Densidade ( $\rho$ ) ( $\text{kg m}^{-3}$ )	Aplicação	Referência
	Teor umid (%)	°Brix	pH			
Toranja ( <i>Citrus paradisi</i> ) $\otimes$	88,3	NE	NE	1003	40°C	Alvarado (1994)
Toranja ( <i>Citrus paradisi</i> ) $\otimes$	NE	8,9	3,1	1015 1009 996	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)
Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )	87,89	10	2,16	1.063,39 1.057,14 1.052,61	20°C 30°C 40°C	Lima et al (2003)
Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )	77,89	20 <sup>(1)</sup>	2,16	1.097,16 1.093,28 1.088,91	20°C 30°C 40°C	Lima et al (2003)
Umbu ( <i>Spondias tuberosa</i> )	67,89	30 <sup>(1)</sup>	2,16	1.159,80 1.155,37 1.149,91	20°C 30°C 40°C	Lima et al (2003)
Uva ( <i>Vitis vinifera</i> ) $\otimes$	81,6	NE	NE	981	40°C	Alvarado (1994)
Uva ( <i>Vitis vinifera</i> ) $\otimes$	NE	13,9	3,7	1054 1051 1045	20°C 30°C 40°C	Alvarado e Romero (1989)

Onde: NE = Não encontrado; T = temperatura (°C);  $\otimes$  = fonte internacional; (1)

Corresponde a adição de sacarose.

Onde: NE = Não encontrado;  $\otimes$  = fonte internacional.

Onde: NE = Não encontrado; T = temperatura (°C);  $\otimes$  = fonte internacional.

Onde: NE = Não encontrado;  $X_w$  = teor de umidade; T = temperatura (°C);  $\otimes$  = fonte internacional.

Legenda

Figura 1. Valores experimentais de densidade de polpas de frutas em função do °Brix comparados aos modelos de predição de ALVARADO E ROMERO (1989) para polpas e sucos de frutas e o modelo de CONSTENLA et al. (1989) para suco de maçã clarificada.

