

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICAS DA POLPA DE CUPUAÇU CONGELADA (*Theobroma grandiflorum Schum*)

Marcela Vicente Vieira Andrade Gonçalves

Mestre em Produção Vegetal / UENF/ RJ

Marcelandrade14@yahoo.com.br

Janine Passos Lima da Silva

Doutora em Ciências dos Alimentos/ USP/ SP

Janine.passos@embrapa.br

Simone Pereira Mathias

Doutora em Ciências e Tecnologia de Alimentos/ UFRRJ/ RJ

spmathias@hotmail.com

Amauri Rosenthal

Doutor em Food Biotechnology And Bioengineering/ University of Reading/ UR

Amauri.rosenthal@embrapa.br

Veronica Maria de Araujo Calado

Doutora em Engenharia Química/ UFRJ/ RJ

calado@eq.ufrj.br

RESUMO

Cupuaçu, uma das principais e mais consumidas frutas da região amazônica brasileira, pertence à família Sterculiaceae, cuja denominação binomial é *Theobroma grandiflorum schum*. É uma fruta típica da Amazônia, sendo cultivada nos estados do Pará, Maranhão e Tocantins. Esta fruta apresenta crescente utilização no Brasil para o mercado interno e externo, sendo comumente comercializada como polpa congelada. Apesar de sua importância, há poucos dados de caracterização e contaminação da polpa de cupuaçu. Amostras de polpa de cupuaçu foram avaliadas quanto à viscosidade aparente, tensão de cisalhamento, umidade, cinzas, nitrogênio total, extrato etéreo, acidez, sólidos solúveis e pH. Os resultados demonstram a necessidade de aprimorar as boas práticas agrícolas e de fabricação e implantação de sistemas de controle de qualidade para minimização dos riscos associados à contaminação por micro-organismos.

Palavras-chave: polpa processada, cupuaçu, reologia, viscosidade.

ABSTRACT

Cupuaçu, one of the major and most widely consumed fruit in the Brazilian Amazon region, belongs to Sterculiaceae family, whose binomial name is *Theobroma grandiflorum Schum*. It is a typical fruit of the Amazon, being cultivated in the states of Pará, Maranhão and Tocantins. This fruit presents growing use in Brazil for domestic and foreign markets, and is commonly marketed as frozen pulp. Despite its importance, there are few data about characterization and contamination of cupuaçu pulp. Cupuaçu pulp samples were evaluated for apparent viscosity, shear stress, moisture, ash, total nitrogen, ether extract, acidity, soluble solids and pH. The results demonstrate the need to enhance good agricultural and manufacturing practices and implementation of quality control systems to minimize the associated risks with contamination by microorganisms.

Keywords: pulped , cupuaçu , rheology , viscosity.

1. INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum*), um dos mais importantes frutos tipicamente amazônicos, é uma fruta originária do Sul e do Sudeste da Amazônia e é apreciado por sua polpa ácida e de aroma intenso. A parte do fruto mais aproveitada em termos comerciais ainda é a polpa, usada *in natura* na forma de suco ou como matéria-prima para fabricação de produtos derivados como cremes, tortas, sorvetes, néctar, balas, geléias, licores entre outros (YANG *et al.*, 2003).

O cupuaçu vem conquistando o mercado de outras regiões do Brasil e despertando o interesse de países da Europa e da Ásia, sobretudo Inglaterra, Japão e Suécia, além dos Estados Unidos e países sulamericanos. Como consequência na demanda, espera-se uma produção cada vez mais organizada, com maior regularidade na oferta do produto para o setor industrial (MAIA *et al.*, 2007).

Em nosso País, cultiva-se uma grande variedade de frutas. No entanto, o aproveitamento dessas é parcial, sendo ora para consumo *in natura*, ora para processamento, restando uma grande parcela que se perde devido aos danos no manejo, deficiência no transporte e embalagem, preços baixos no mercado e reduzida capacidade das indústrias processadoras. A polpa de cupuaçu, obtida por despulpamento manual ou mecânico pode ser acondicionada em sacos de polietileno e congelada até a sua comercialização ou utilização (ARAGÃO, 1992). Fatores de tempo de estocagem e temperatura devem ser controlados de forma adequada, de modo a evitar perdas e fermentações do fruto (OLIVEIRA; COSTA 2003).

Os micro-organismos nos alimentos são causadores de alterações químicas prejudiciais, resultando no que se chama “deterioração microbiana”. A deterioração resulta em alteração de cor, odor, sabor, textura e aspecto do alimento. Essas alterações são consequências da atividade metabólica natural dos micro-organismos (TOURNAS, 1994).

Devido a sua perecibilidade, não é adequado transportar o cupuaçu *in natura* por longas distâncias. Dessa forma, o congelamento da polpa é uma opção viável para evitar perdas de produção, pois assim preserva as características originais da fruta fresca possibilitando, inclusive, sua comercialização nos períodos de entressafra (FREIRE *et al.*, 2009; MARTINS, 2008). Porém, o processamento tem como um dos principais problemas a falta de indústrias que produzam dentro dos padrões de qualidade exigidos pelo mercado exterior (FREIRE *et al.*, 2009; VENTURIERI, 1993).

Para fabricação dos produtos derivados de cupuaçu utiliza-se a polpa integral, a qual é submetida a vários processos de industrialização. Para que cada etapa do processo seja economicamente viável, é fundamental o conhecimento das propriedades físicas e químicas da polpa. Dentre essas propriedades, o comportamento reológico ocupa posição de grande destaque, sendo útil não só como medida de qualidade, mas também em projetos, avaliação e operação dos equipamentos processadores de alimentos, tais como as bombas, sistemas de agitação e tubulações (IBARZ *et al.*, 1996).

As medidas reológicas são consideradas como uma ferramenta analítica, a qual fornece uma melhor compreensão da organização estrutural dos alimentos. Vários fatores afetam o comportamento reológico das polpas de frutas, destacando-se entre estes, a temperatura, sólidos solúveis e o tamanho das partículas (AHMED *et al.*, 2000).

Poucos estudos foram feitos com a polpa de cupuaçu. O padrão de identidade e qualidade estabelecido para polpa de frutas (BRASIL, 2000) apresenta apenas valores de pH, acidez e sólidos solúveis. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi realizar uma caracterização reológica e físico-química de modo a contribuir com informações para estabelecer um padrão de identidade e qualidade de polpa de cupuaçu.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos *in natura* e polpa de cupuaçu, da safra 2010 foram processados em uma indústria no Estado do Pará. As etapas do processamento são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1: Amostras de frutos *in natura* e polpas congeladas de cupuaçu, safra 2010 com suas respectivas codificações

Etapas do processamento	Codificação
Frutos <i>in natura</i>	F
Polpa na recepção	R
Polpa após pasteurização	P
Polpa após envase	E
Polpa congelada armazenada (meia-vida de seis meses)	A

Duas amostras foram retiradas ao final das etapas de despulpamento (polpa e semente após a quebra manual do fruto), homogeneização, pasteurização, envase e armazenamento (seis meses) e colocadas em sacos estéreis (Whirl-Pak[®]). Em seguida, amostras não congeladas foram imediatamente levadas ao processo de congelamento em câmaras frigoríficas (-40 °C), na própria empresa, sendo somente removidas 24 horas após e acondicionadas em caixas térmicas. Posteriormente, todas as amostras foram transportadas para a Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde foram armazenadas congeladas em câmara frigorífica a -18 °C, para posterior realização das análises.

2.1 Análises físico-química

Para as análises de caracterização físico-químicas (umidade, cinzas, nitrogênio total, extrato etéreo, acidez, sólidos solúveis e pH) foi utilizada a metodologia preconizada pela AOAC (2010).

2.2 Análises reológicas

O estudo do comportamento da viscosidade aparente e da tensão de cisalhamento (modo de estado estacionário) das amostras e dos controles das polpas de cupuaçu, safra 2010, foi realizado em um reômetro com tensão controlada (AR-G2), sendo os dados obtidos analisados pelo software TA Orchestrator acoplado ao reômetro. As medidas foram realizadas nas temperaturas de 60, 80 e 95 °C e taxa de cisalhamento de 0 a 200 s⁻¹.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-química

Como o padrão de identidade e de qualidade estabelecido pela legislação para polpa de frutas (BRASIL, 2000) define apenas resultados de pH, acidez e sólidos solúveis, só foi possível comparar os resultados obtidos com as referências da legislação nessas três análises. Os resultados da caracterização físico-química podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização físico-química de polpa de cupuaçu congelada

Caracterização Físico-Química	Polpa de Cupuaçu Avaliada (média±desvio-padrão)	Padrão de Identidade e Qualidade de Polpa de Cupuaçu*
Umidade g/100g	84,47 ±0,190	-
pH	3,68 ±0,007	2,6
Cinzas g/100g	0,83 ±0,005	-
Acidez em ácido cítrico g/100g	1,81 ±0,008	1,5
Sólidos solúveis ° Brix	13 ±0,001	9
Extrato etéreo g/100g	1,2 ±0,250	-
Nitrogênio total/ proteína g/100g	1,2 ±0,006	-
Atividade de água (AW)	0,97 ±0,007	-
Temperatura da polpa congelada (°C)	-18	-

O valor de pH encontrado neste trabalho foi semelhante ao obtido por Schwan *et al.* (2000), Bueno *et al.* (2002), Costa *et al.* (2003) e Canuto *et al.* (2010), os quais, ao estudarem polpa de cupuaçu, encontraram valor de pH de 3,3. Todas as polpas avaliadas estavam de acordo com a legislação em vigor, cujo valor mínimo de pH estipulado é de 2,6 (Brasil, 2000). Desse modo, a polpa de cupuaçu pode ser classificada como muito ácida, segundo classificação que se baseia no pH mínimo para a multiplicação da grande maioria das bactérias (4,00) (Jay, 2005), contribuindo, assim, para uma baixa contagem microbiana quando associado à boa qualidade da matéria prima empregada Freire *et al.* (2009).

De acordo com a legislação (BRASIL, 2000), o valor mínimo de acidez para polpa de cupuaçu é de 1,50% de ácido cítrico. O valor encontrado no presente estudo encontra-se de acordo com os padrões propostos pela legislação, assim como no resultado obtido por Bueno *et al.* (2002), correspondente a um valor de acidez de 1,90%.

A polpa de cupuaçu apresentou teor de sólidos solúveis próximo ao encontrado por Canuto *et al.* (2010), enquadrando-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Santos *et al.* (2004) descrevem que o teor de sólidos solúveis pode sofrer uma variação com fatores climáticos, solo, intensidade de chuva durante a safra. A adição eventual de água durante o processamento por alguns produtores pode ocasionar a diminuição dos teores de sólidos solúveis no produto final. O baixo teor de sólidos solúveis também pode ser causado por processamento inadequado, utilização de mão-de-obra não qualificada na produção e baixa qualidade da matéria-prima (Brasil, 2000).

O valor de atividade de água na polpa de cupuaçu foi similar ao descrito por Costa *et al.* (2003). Por influenciar na multiplicação, resistência, sobrevivência e na atividade metabólica dos micro-organismos, a menor atividade de água provoca um aumento na estabilidade e na segurança dos alimentos. Muitas bactérias não se desenvolvem em $A_w < 0,91$ e muitos bolores não se multiplicam em A_w inferiores a 0,80 (Uboldi-Eiroa, 1996). Entretanto, essa atividade de água depende da concentração de sólidos solúveis (°Brix) do produto (Souza Filho *et al.*, 1999).

3.2 Análises reológicas

Na Figura 1 são apresentadas as curvas da polpa de cupuaçu, proveniente de todas as etapas do processamento industrial (H, P, E e A) e da pasteurização na Embrapa (PEMB). Os experimentos reológicos foram feitos às temperaturas de 60, 80 e 95 °C. Observou-se que nas temperaturas de 60 e 95 °C, a amostra PEMB apresentou menor viscosidade aparente quando comparada com o que ocorreu com as demais amostras. Esse resultado pode ser explicado pelo fato da amostra PEMB conter

menos sólidos dispersos, uma vez que ela foi passada em uma peneira 0,5 mm, antes de ser realizado o processo de pasteurização. Pelo fato da viscosidade ter diminuído com a taxa de cisalhamento, pode-se afirmar que a polpa de cupuaçu comporta-se como um fluido pseudoplástico.

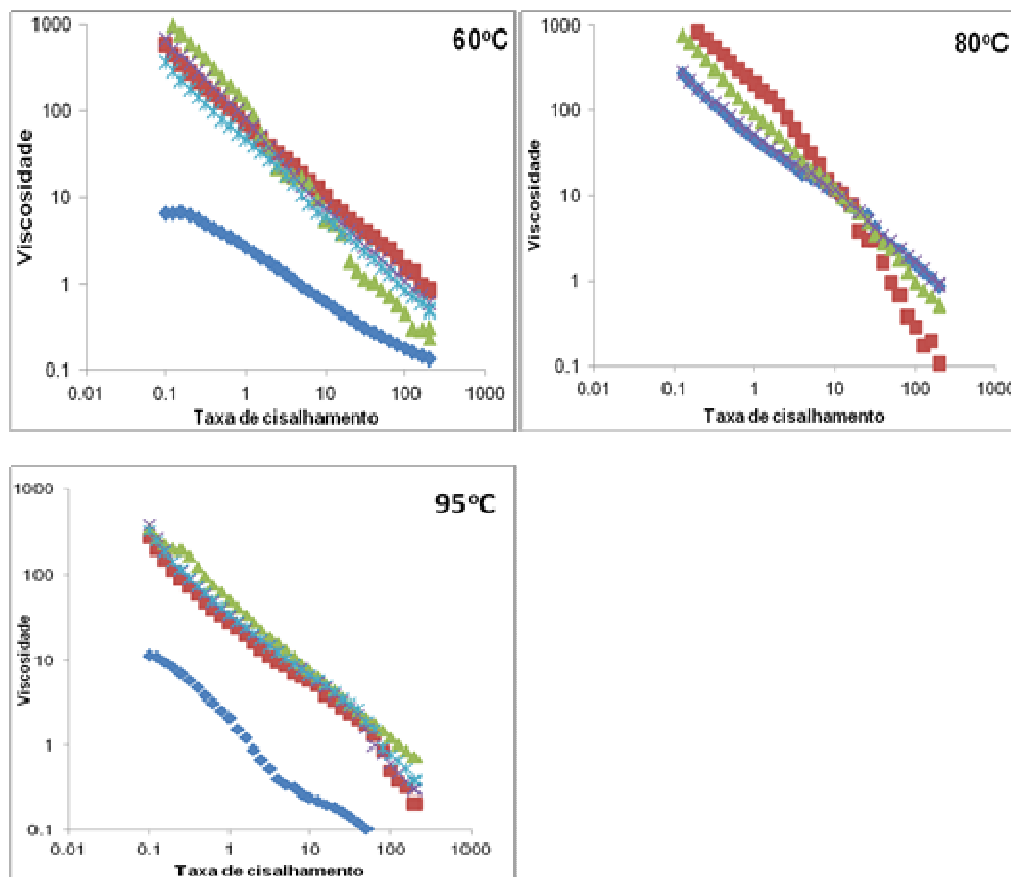


Figura 1: Caracterização reológica da polpa de cupuaçu. Todas as amostras em uma temperatura fixa. ◆ Viscosidade PEMB Pa.s; ■ Viscosidade E Pa.s; ▲ Viscosidade H Pa.s; ✕ Viscosidade P Pa.s; ✱ Viscosidade A Pa.s.

Em relação à temperatura, é possível constatar que o seu aumento levou à diminuição gradativa da viscosidade aparente da polpa de cupuaçu, conforme esperado. De maneira geral, a viscosidade aparente de purês de frutas diminui moderadamente com o aumento da temperatura, enquanto que a de sucos clarificados apresenta um declínio mais intenso, conforme concluiu Giner *et al.* (1996). Essa diferença é atribuída à presença da polpa suspensa nos purês, uma vez que a temperatura não tem grande influência nas propriedades de escoamento de sólidos (Sato, 2005). Ao analisar o comportamento reológico da polpa de pitanga, Lopes (2005), de modo similar, observou um decréscimo da viscosidade aparente com o aumento da temperatura e da taxa de cisalhamento.

A viscosidade aparente de polpas de frutas pode ser influenciada por inúmeros fatores, tais como distribuição de tamanho de partículas, formato das partículas, quantidade de sólidos insolúveis e solúveis e variáveis de processo. Polpas de frutas, como cupuaçu, açaí, tomate, manga, acerola, cajá e graviola foram caracterizadas na literatura como sendo fluidos pseudoplásticos com tensão residual (FREITAS, 2002).

Pelos estudos realizados para determinar as propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu, Ferreira *et al.* (2008) observaram que a viscosidade aparente decresce com o aumento da taxa de

deformação indicando um comportamento pseudoplástico para a polpa, devido ao maior alinhamento das partículas na direção da tensão aplicada que tornam a resistência ao movimento cada vez menor.

Em um estudo realizado por Cabral *et al.* (2002) com polpa de cupuaçu peneirada, o comportamento também foi não-newtoniano de caráter pseudoplástico (VRIESMANN, 2008). Comportamento semelhante tem sido encontrado por outros autores, entre eles, Kaya e Belibagli (2002); Pelegrine *et al.* (2002), ao analisarem as polpas de manga e abacaxi, respectivamente.

4 CONCLUSÃO

A caracterização reológica demonstrou haver diferenças entre as polpas *in-natura*, homogeneizada e pasteurizada, aspecto que deve ser considerado em eventual dimensionamento e implementação industriais do processo térmico para garantia de sanidade, com base na inativação de possível micro-organismo alvo patogênico. Com relação aos padrões de identidade e qualidade fixados pela legislação, pôde-se concluir que as amostras apresentaram uniformidade no tocante às suas características físico-químicas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, J.; SHIVHARE, U. S. & RAGHAVAN, G. S. V. Rheological characteristics and kinetics of colour degradation of green chilli puree. *Journal of Food Engineering*. v. 44, p. 239-244, 2000.

ARAGÃO, C. G. Mudanças físicas e químicas da semente do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) durante o processo fermentativo. 1992. 115 p.. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1992.

BRASIL, Leis, Decretos, etc. Instrução normativa Nº 1 de 7 de janeiro de 2000, *Diário Oficial da União*, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção I: 54-58. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.

BUENO, S.M.; LOPES, M.R.V.; GRACIANO, R.A.S.; FERNANDES, E.C.B. & GARCIA-CRUZ, C.H. Avaliação da polpa de frutas congeladas. *Revista instituto Adolfo Lutz*. v. 62, n.2, p. 121-126, 2002.

CABRAL, M.F.P.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. Comportamento reológico da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* schum.) peneirada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.4, n.1, p.37-40, 2002.

CANUTO, G. A. B., XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, n.4 p. 1196-1205, 2010.

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA, M. S. M. F.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; Monteiro, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 2: 213-215, 2003.

FERREIRA, G.M.; GUIMARÃES, M.J.O.C.; MAIA, M.C.A. Efeito da temperatura e taxa de cisalhamento nas Propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu (*t. Grandiflorum schum*) integral Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p.385-389, 2008.

FREIRE, M.T.A; PETRUS, R.R.; FREIRE, C.M.A; OLIVEIRA, C.A.F; FELIPE, A.M.P.F. & GATTI, J.B. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congeladas (*Theobroma grandiflorum Schum*). Brazilian Journal of Food Technology. n 12, pp 9-16, 2009.

FREITAS, I. C. Estudo das interações entre biopolímeros e polpas de frutas tropicais em cisalhamento estacionário e oscilatório. Tese (Doutor em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

GINER, J.; IBARZ, S. & XHIAN-QUAN, S Rheology of clarified cherry juices. Journal of Food Engineering, v.30, p.147-15, 1996.

IBARZ, A.; GONÇALVES, C. A. & EXPLUGAS, S. Rheology of clarified passion fruit juices. Fruit Processing, v. 6, p. 330-333, 1996.

JAY, J.M. Microbiologia de Alimentos. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, p. 711, 2005.

KAYA, A.; BELIBAGLI, K.B. Rheology of solid Gaziantep Pekmez. Journal of Food Engineering, Oxford, v.54, p.221-226, 2002.

LOPES, A.S. Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto. 2005. 137 p. Tese (Doutorado em Engenharia de alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. & LIMA, A. S. L. Processamento de Frutas Tropicais. Fortaleza: Edições UFC, 320 p. 2007.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. Instrução Normativa n.01 de 07 de janeiro de 2000. Aprovar o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da União*.

MARTINS, V. B. Perfil sensorial de suco tropical de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum*) com valor calórico reduzido. 2008. 141 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. R. & COSTA, A. M. Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica cupuaçu . 2003. Coord.: Valdeneide de Melo Parente - Instituto Superior de Administração e Economia ISAE/Fundação Getúlio Vargas (FGV). 2003. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/cupuacu.pdf>: Acesso em: 22 set 2010

PELEGRINE, D.H.; SILVA, F.C.; GASPARETTO, C.A. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie, Oxford, v.35, n.8, p.645-648, 2002.

SANTOS, F. A.; SALLES, J. R. J.; CHAGAS FILHO, E. & RABELO, R. N. Análise qualitativa das polpas congeladas de frutas produzidas pela SUFRUTS, MA. Revista Higiene Alimentar, v. 18, n. 119, p.14-22, 2004.

SATO, A. C. K. Influência do tamanho de partículas no comportamento reológico da polpa de jaboticaba. 2005. 73p. Campinas: UNICAMP, Dissertação Mestrado. Schwan, R.F. et al.(2000) Cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd Ex Spreng.)]. In: Alves, R.E.; Filgueiras, H.A.C.; Moura, C.F.H. Caracterização de frutas nativas da América Latina. Jaboticabal: FUNEP, Cap.8, pp. 31-34. (Série Frutas Nativas, 9).

SOUZA FILHO, M.S.M. et al. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.19, n.2, pp.211-213, 1999.

TOURNAS, V. & TRAXLER, R. W. Heat resistance of a *Neosartorya fischeri* strain isolated from pineapple juice frozen concentrate. Journal of Food Protection, v.57, n.9, p.814-816, 1994.

UBOLDI EIROA, M. N. Microbiologia de frutas e hortaliças desidratadas. In: Aguirre, J. M., Gasparino Filho, J. (coord.). Desidratação de frutas e hortaliças. Campinas : Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 26 pp 1-6, 1996.

VENTURIERI, G.A. Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamentos. Belém: Clube do Cupu, 108p. 1993.

VRIESMANN, L. C., Polysaccharides from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*): structural characterization of a pectic fraction. Carbohydrate Polymers, p. 2-4, 2008.

YANG, H.; PROTIVA, P.; CUI, B.; MA,C.; BGGETT, S.; HEQUET, V.; MORI, S.; WEINSTEIN, I.B. & KENNELLY, E.J. New Bioactive Polyphenols from *Theobroma grandiflorum* ("Cupuaçu"). Journal of Natural Products. n 66, p.1501-1504, 2003.