

Influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*passiflora edullis*) e abacaxi (*ananas comosus*) desidratados¹

Influence of the spray drying conditions on sensorial characteristics of the dehydrated passion fruit (*passiflora edulis flavircarpa*) and pineapple (*ananas comosus*) juice

Alcides Ricardo Gomes de Oliveira², Soraia Vilela Borges³, Rute Kélvia Faria², Erica Endo² e Sandra Regina Gregório⁴

Resumo - Sucos de maracujá e abacaxi formulados com polpa desidratada em diferentes concentrações de maltodextrina (MD) e velocidade de atomização, foram avaliados para verificar alterações na qualidade sensorial em relação ao suco formulado com polpa concentrada usado como controle (padrão). Os resultados apresentados no teste de diferença do controle indicaram perda de qualidade para a polpa de maracujá, devido ao sabor amargo e alteração de cor, e melhoria da cor e sabor do abacaxi, indicando que uma menor concentração de MD foi o fator que mais contribuiu para melhor qualidade deste suco.

Termos de indexação: suco de fruta, secagem por atomização, análise sensorial

Abstract - Passion fruit and pineapple juices formulated with dehydrated pulp, produced with different concentrations of maltodextrin (MD) and spray drying velocities, were evaluated to verify alterations in sensory quality as compared to the control (standard) juice, formulated with concentrated pulp. The results obtained in the difference from the control test, indicated a loss of quality for the passion fruit juice, due to a bitter taste and colour change, and improvement in the colour and taste of the pineapple juice, also indicating that a lower MD concentration was the factor most contributing to better quality of this juice.

Index terms: fruit juice, spray drying, sensory analysis

¹ Recebido para publicação em 05/07/06; aprovado em 12/05/2007

² Estudantes de Engenharia de Alimentos, Dep. Tecnologia de Alimentos, DTA/UFRRJ, BR- 465, km 7, CEP: 23.890-00, Seropédica, RJ

³ Eng. Química, D.Sc., Profa. do Dep. de Ciencia dos Alimentos, DCA/UFLA, Campus Universitario, CEP: 37200-000, Lavras, MG: sborges@ufla.br

⁴ Nutricionista, D.Sc., Profa. do Dep. de Tecnología de Alimentos, DTA/UFRRJ, BR- 465, km 7, CEP: 23.890-00, Seropédica, RJ.

Introdução

O Brasil é grande produtor de abacaxi (*Ananas comosus*) e de maracujá (*Passiflora edullis*) sendo que, o primeiro tem maior aproveitamento da fruta na forma *in natura* e doce em calda (CARVALHO et al., 1985). O segundo é quase na sua totalidade, destinado à polpa concentrada para exportação (ROSSI, 1998).

Considerando as tendências atuais por alimentos nutritivos e de rápido preparo, a desidratação de sucos para utilização em bebidas instantâneas, desponta como uma interessante alternativa em substituição aos similares artificiais existentes no mercado. Esse segmento é crescente, sendo o consumo no Brasil em 2002 de 2,83 milhões de litros (PRATICIDADE..., 2002). Além disso, esses produtos quando bem embalados, têm uma vida útil superior a 12 meses em estocagem à temperatura ambiente, representando uma economia nos custos de transporte e armazenamento.

A secagem por atomização ou “spray drying” é um dos processos mais adequados para desidratação de alimentos líquidos ou pastosos termossensíveis, devido ao rápido contato do alimento com temperaturas inferiores a 100°C, alta produção horária e custos inferiores ao da liofilização (MASTERS, 1991). Tem sido aplicado a diferentes alimentos tais como café, leite, ovos, aromas, corantes, chá, dentre outros (MASTERS, 1991; CAI; CORKE, 2000; ASCHIERI et al., 2003; VALDUGA et al., 2003) e produtos ricos em açúcares tais como suco de frutas (BHANDARI et al., 1993; JORGE et al., 2003; FRANCISCONI et al., 2003; ABADIO et al., 2004; CANO-CHAUCA et al., 2005; CHEGINI; GHOBADIAN, 2005), tomate (GOULA; ADAMAPOULOS, 2005a, 2005b) e vegetais (GARCIA et al., 1995).

Entretanto, é um processo de difícil utilização em alimentos ricos em açúcares, devido aos fenômenos pegajosidade e higroscopicidade, que minimizam o seu rendimento, bem como o escoamento e reconstituição desses alimentos em pó, possível, apenas, com adição de substâncias que minimizam esses problemas, tais como maltodextrina, goma arábica, agentes anti-umectantes, utilização de temperaturas mais baixas na câmara de secagem, dentre outras técnicas (MASTERS, 1991; BHANDARI et al., 1997; ADHIKARI et al., 2004). A maltodextrina (MD) é bastante utilizada devido ao baixo custo e menor higroscopicidade, evitando a aglomeração das partículas, além da boa retenção de voláteis (KENYON; ANDERSON, 1988; SHAHIDI; HAN, 1993; ADHIKARI et al., 2004).

A qualidade dos produtos em pó reconstituídos dependem das características da alimentação (concentração da alimentação, tipo e concentração de aditivos, temperatura de alimentação) e das condições operacionais da secagem (temperatura de entrada/saída do ar de secagem, vazão do ar, vazão da alimentação, velocidade de atomização ou pressão do bico atomizador), além do tipo de secador (dimensões, sistema de resfriamento, etc) (KING et al., 1984; MASTERS, 1991). Essas variáveis afetam a cor (CAI; CORKE, 2000; FRANCISCONI et al. 2003; ABADIO et al., 2004), aromas (BHANDARI et al., 1999), propriedades físicas (densidade aparente e verdadeira, umidade, tamanho da partícula), relacionadas com a reconstituição (FRANCISCONI et al., 2003; ABADIO et al., 2004; GOULA; ADAMAPOULOS, 1995b; SITU; LAWAL, 2007). Segundo Desobry et al. (1997), condições que favoreçam uma alta razão entre superfície/volume ou um grande número de pequenas partículas, tal como aumento da velocidade de atomização, tendem a favorecer a oxidação de pigmentos e afetar adversamente a cor do produto.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes concentrações de maltodextrina e velocidade de atomização sobre as características sensoriais de sucos de maracujá e abacaxi em pó reconstituídos, como uma contribuição a um aspecto pouco discutido na literatura.

Materiais e Métodos

Sucos de abacaxi e de maracujá, adicionados de diferentes concentrações de maltodextrina, foram desidratados em um secador por atomização (spray-dryer) piloto, construído no DTA/IT-UFRRJ. Esse secador é constituído de uma câmara de secagem, cônico-cilíndrica de aço inox AISI 316, medindo 2,50 m de diâmetro e 1,40 m de altura, atomizador giratório, ciclone, queimador de gases, ventilador, tubulação para entrada e saída de ar, tanque e bomba para alimentação e um painel de controle para acionar e controlar o seu funcionamento (controles da velocidade do atomizador, velocidade do ventilador e temperatura de entrada do ar), (SOUZA, 2004). A alimentação foi bombeada para a câmara de secagem e atomizada a diferentes velocidades (Tabela 1), mantendo constante as seguintes variáveis: temperatura de entrada/saída do ar (190/90 °C), velocidade do ventilador constante (25000 rpm) e vazão da alimentação (0,18 kg min⁻¹). Esses produtos foram submetidos a uma prévia análise microbiológica realizada de acordo com a Resolução da CNNPA, Brasil (2001), para Coliformes totais e fecais, *Samonella* sp, Bolores e Leveduras para saber o estado sanitário dos mesmos. Após esse procedi-

mento, os sucos desidratados foram reconstituídos com base no mesmo teor de sólidos do suco original e na proporção mais adequada de açúcar, através de testes preliminares, utilizando-se a proporção de 5/5 e 3/7,5 (p/p) de suco em pó/açúcar, respectivamente para os sucos desidratados de abacaxi e maracujá. A diluição foi feita com água potável até 12 °Brix. Os padrões utilizados para comparação sensorial, foram os sucos comerciais concentrados que deram origem aos produtos desidratados, diluídos a 12 °Brix, e mantendo a proporção (p/p) de suco/açúcar de 25/5,0 para o suco de abacaxi e 6,25/7,5 para o maracujá.

A avaliação sensorial foi feita com base na diferença entre os sucos formulados (Tabela 1) e seus respectivos controles por vinte e cinco provadores não treinados usando um teste de diferença do controle (ou comparação múltipla), Meilgaard et al. (1999), cuja escala de nove pontos variou quanto a intensidade da percepção da diferença (extremamente pior, igual e extremamente melhor que o controle ou padrão) para cor, acidez, sabor da fruta, doçura e gosto amargo, sendo este último, somente para o maracujá. Os testes foram conduzidos em cabines individuais com luz branca para análise da cor e vermelha para os demais parâmetros. As amostras codificadas, foram apresentadas em blocos completos casualizados, à temperatura ambiente (± 20 °C). Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e teste de Dunnett para as médias das notas com significância de 5% para verificar diferenças significativas entre as amostras testadas e a padrão (PIMENTEL, 1999).

Tabela 1 - Condições experimentais de secagem

Suco	Maltodextrina (%)	Velocidade de atomização (rpm)
Abacaxi	10	25000
	15	25000
	10	35000
	15	35000
Maracujá	15	35000
	12,5	35000
	15	25000
	10	25000

Resultados e Discussão

As amostras de polpa desidratadas tanto de maracujá quanto de abacaxi apresentaram ausência para

Coliformes, *Salmonella* sp, Bolores e Leveduras, garantindo a segurança para o consumo dos sucos, conforme os parâmetros da Resolução da CNNPA, Brasil (2001).

O suco de maracujá não perdeu o sabor característico da fruta no processo utilizado (Tabela 2), bem como melhorou a sua cor, entretanto, potencializou a acidez e reduziu a doçura, com diferença ($p \leq 0,05$) do padrão (controle), exceto para a amostra contendo 12,5% maltodextrina e desidratada a 30000 rpm, cujo gosto amargo foi significativamente maior ($p \leq 0,05$) que o padrão em todas as amostras. Em geral a redução da concentração de maltodextrina promoveu coloração mais intensa e sabor mais ácido e menos doce. O aumento da velocidade de atomização reduziu a cor e acidez. A redução da cor se deve à produção de menores partículas, maior entrada de oxigênio durante a atomização, com conseqüente oxidação dos pigmentos (DESOBRY et al., 1997) e tem sido observado em diferentes trabalhos (CAI; CORKE, 2000; FRANCISCONI et al., 2003; GOULA; ADAMAPOULOS, 2005a). A formulação contendo 12,5% de maltodextrina (MD) foi a que mais se aproximou do padrão na maioria das características avaliadas, como pode ser confirmado na Figura 1.

Tabela 2 - Médias das notas para as amostras de suco de maracujá

Características Sensoriais	MD	MD	MD	MD	Padrão
	15%/35	12,5%/30	15%/25	10%25	
Cor	5,44*	4,12 ^{ns}	7,24*	7,52*	3,84* ^{ns}
Acidez	5,92*	6,12*	6,68*	6,96*	4,44*
Sabor de Maracujá	4,68 ^{ns}	4,60 ^{ns}	4,48 ^{ns}	4,60 ^{ns}	4,56 ^{ns}
Doçura	4,20*	4,80 ^{ns}	4,24*	3,76*	5,24* ^{ns}
Gosto amargo	6,60*	6,64*	7,40*	6,92*	4,64*

*indica diferença significativa e ns - não difere em relação ao Padrão pelo Teste de Médias de Dunnett ($p \leq 0,05$); MD y%/N = % de maltodextrina/velocidade de atomização x 1000 rpm

Na Tabela 3 pode ser verificado que o suco de abacaxi adicionado de 15% de maltodextrina e desidratado a 25000 rpm não diferiu ($p \leq 0,05$) sensorialmente do padrão, enquanto que o desidratado a 35.000 rpm apresentou diferença somente em relação à cor, a qual foi significativamente ($p \leq 0,05$) melhor, resultado não esperado conforme discussão em tópico posterior e que pode ser explicado pela cor mais clara do produto em relação ao padrão, que talvez tenha agradado ao consumidor. A diminuição de maltodextrina intensificou a cor, o sabor característico de abacaxi, a doçura e a acidez do suco reconstituído. O au-

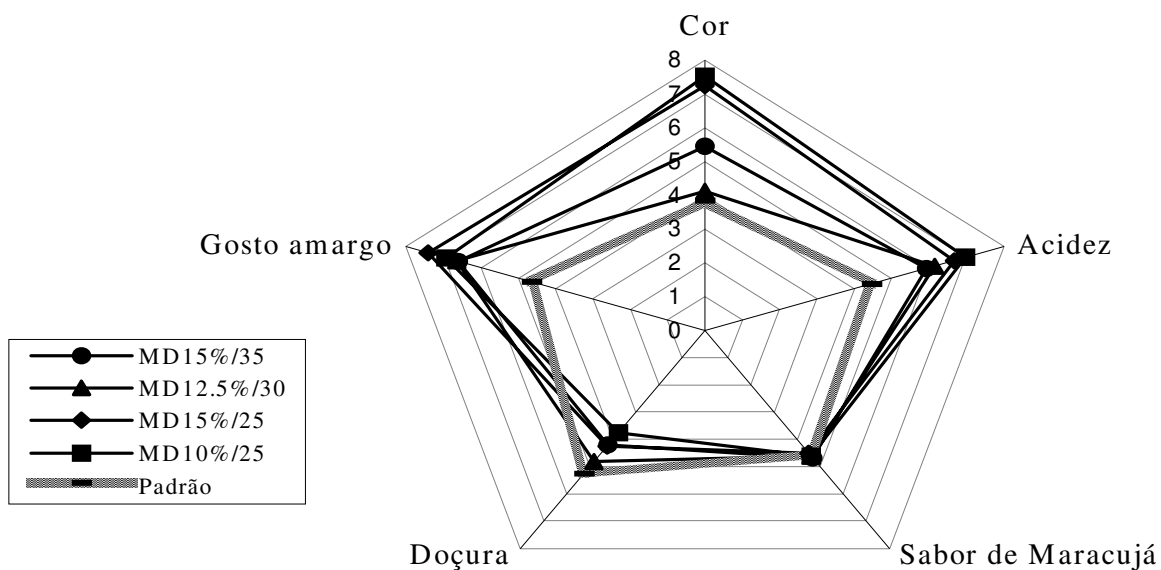


Figura 1 - Características sensoriais do suco maracujá desidratado

mento da velocidade de atomização intensificou também a doçura e acidez do produto reconstituído. Essas relações são melhor visualizadas na Figura 2.

A secagem promove perdas de compostos que são responsáveis pelo sabor e aroma do produto, razão pela qual, Jorge et al. (2003), analisando sensorialmente um pro-

duto similar de maracujá, com 10% de maltodextrina em comparação com suco natural, obtiveram maior aceitação para o atributo sabor para o suco natural. Entretanto o produto reconstituído obteve uma boa aceitação por parte dos consumidores (50% ficaram entre os escores gostei ligeiramente a muitíssimo). Garcia et al. (1995), compararam

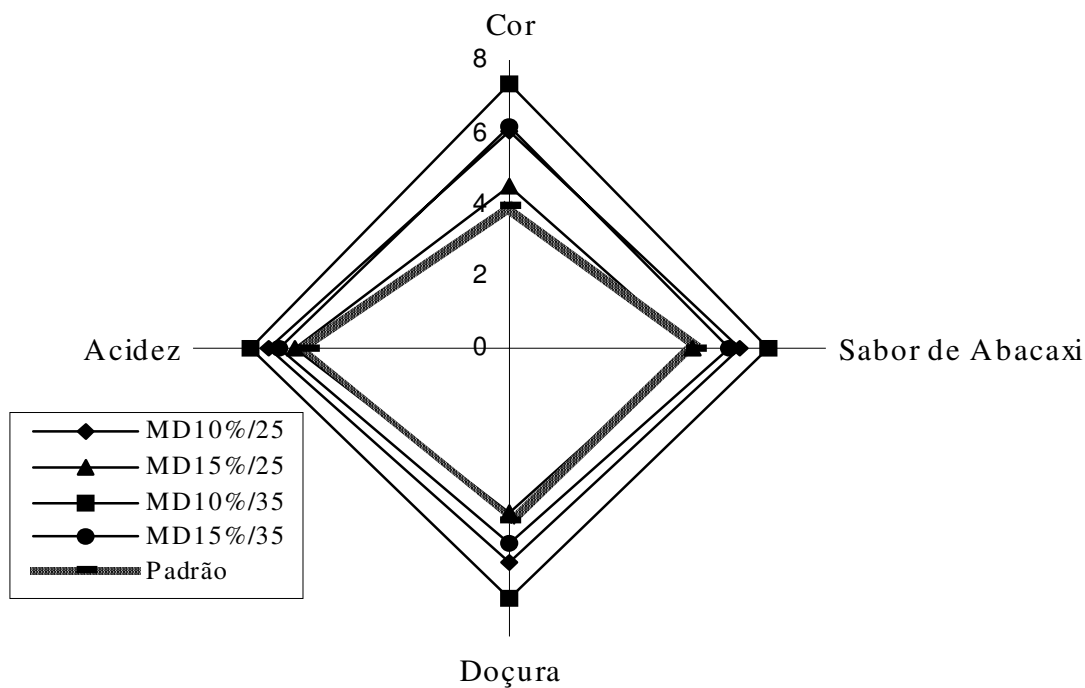


Figura 2 - Características sensoriais do suco de abacaxi desidratado

Tabela 3 - Médias das notas para as amostras de suco de abacaxi

Características	MD				Padrão
	10%25	15%25	10%35	15%35	
Sensoriais					
Cor	6,04*	4,52 ^{ns}	7,36*	6,16*	3,96* ^{ns}
Sabor de Abacaxi	5,84*	4,60 ^{ns}	6,56*	5,56 ^{ns}	4,68* ^{ns}
Doçura	5,92*	4,56 ^{ns}	6,92*	5,44 ^{ns}	4,76* ^{ns}
Acidez	6,08*	5,44 ^{ns}	6,52*	5,80 ^{ns}	5,2* ^{ns}

*indica diferença significativa e ns - não difere em relação ao Padrão pelo Teste de Medias de Dunnett (p£0.05); MD y%/N = % de maltodextrina/velocidade de atomização x 1000 rpm

sucos de vegetais mistos desidratados, com similares naturais, e verificaram que não houve diferenças significativas para a cor e sabor, mas o aroma do suco natural foi o preferido. Chopda e Barret (2001), avaliando bebidas reconstituídas de goiaba em pó, obtidas por liofilização, secagem por atomização e secagem em túnel, não observaram diferenças significativas em relação ao produto pasteurizado.

Conforme já discutido na literatura, aditivos são necessários para a secagem de alimentos termossensíveis por esse processo, e devem ser adicionados a um nível ideal, de modo a não prejudicar a aceitabilidade do produto e não exceder aos limites determinados pela legislação. Para a otimização de extrato de erva-mate em pó, Valduga et al. (2003), verificaram que a adição de goma arábica a um nível ideal (0,2%) ao extrato de erva-mate, resultou em um produto desidratado de maior preferência, em relação ao controle (sem adição), devido à melhor preservação do aroma, promovida por esse agente encapsulante.

Conclusões

1. Ambas variáveis nesse processo de secagem promoveram diferenças significativas nas características sensoriais entre os sucos desidratados e o padrão (sucos pasteurizados), notadamente para cor e acidez que foram mais intensas para os sucos desidratados do que o padrão. O sabor característico do suco de abacaxi desidratado foi mais acentuado do que o padrão e, não houve diferença nesse atributo para o suco de maracujá, embora tenha notado acentuado sabor amargo no suco de maracujá;
2. O aumento da concentração de maltodextrina favorece menor retenção de cor e maior acidez em ambos sucos. Reduz e aumenta a doçura dos sucos desidratados e reconstituído de abacaxi e maracujá, respectivamente;

3. O aumento da velocidade de atomização acentuou a cor e a doçura de suco de abacaxi reconstituído, e apresentou efeitos contrários para essas características para o suco de maracujá reconstituído. Diminuiu e aumentou acidez dos sucos desidratados e reconstituídos de maracujá e abacaxi, respectivamente;
4. Os resultados globais indicaram que a adição de 10% de maltodextrina foi adequada para obtenção de suco de abacaxi desidratado de boa qualidade, mas as condições experimentais para os sucos de maracujá não foram adequadas, devido ao gosto amargo dos respectivos sucos reconstituídos. A velocidade de atomização exerceu efeitos contrários para esses produtos, mas recomenda-se a utilização de menores valores, para evitar oxidação de pigmentos e manutenção da cor.

Referências Bibliográficas

- ABADIO, F. D. B.; DOMINGUES, A. M.; BORGES, S. V.; OLIVEIRA, V. A. Physical properties of powdered pineapple (*Ananas comosus*) juice- Effect of malt dextrin concentration and atomization speed. **Journal of Food Engineering**, v.64, n. 3, p.285-287, 2004.
- ADHIKARI, B.; HOWES, T.; BHANDARI, B. R.; TROUNG, V. Effect of addition of maltodextrin on drying kinetics and stickiness of sugar and acid-rich foods during convective drying: experiments and modelling. **Journal of Food Engineering**, v.62, p.53-68, 2004.
- ASCHIERI, D. P. R.; MARQUEZ, M. O. M.; MARTUCCI, E. T. Microencapsulação de óleo essencial de laranja: seleção do material de parede. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.1-6, 2003.
- BHANDARI, B. R.; D'ARCY, B. R.; PADUKKA, I. Encapsulation of lemon oil by paste method using beta-cyclodextrin encapsulation- efficiency and profile of oil volatiles. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.12, p.5194-5197, 1999.
- BHANDARI, B. R.; DATTA, N.; HOWES, T. Problems associated with spray drying of sugar-rich foods. **Drying Technology**, v.15, n.2, p.671-684, 1997.
- BHANDARI, B. R.; SENOUSI, A.; DUMOULIN, E. D.; LEBERT, A. Spray drying of concentrated fruit juices. **Drying Technology**, v.11, n.5, p.1081-1092, 1993.
- BRASIL. Órgão Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília:DOU, 2001.
- CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, v.65, n.6, p.1248-1252, 2000.

- CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Emerging Technologies**, v.6, p.420-428, 2005.
- CARVALHO, V. O.; CUNHA, G. A. P.; PAULA, M. B.; CHITARRA, M. I. F. Teores de carboidratos en el caule de algunas cultivares de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.2, p.197-200, 1985.
- CHEGINI, G. R.; GHOBADIAN, B. Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. **Drying Technology**, v.23, n.3, p.657-668, 2005.
- CHOPDA, C. A.; BARRET, D. M. Optimization of guava juice and powder production. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.25, n.6, p.411-430, 2001.
- DESOBRY, S. A.; NETTO, F. M.; LABUZA, T. P. Comparison of spray-drying, drum-drying and freeze-drying for β -carotene encapsulation and preservation. **Journal of Food Science**, v.62, n.6, p.1158-1162, 1997.
- FRANCISCONI, A. D.; CAMPOS, F. R.; PEREIRA, D. B.; OLIVEIRA, V. M.; BORGES, S. V. GAY, J. Propiedades físicas del jugo de maracuyá en polvo- Efecto de la velocidad de atomización y concentración de maltodextrina. **Alimentaria**, v.346, p.97-100, 2003.
- GARCIA, M. V.; RUELAS, G. Q.; GÓMEZ, G. C.; ANTUÑEZ, R. M.; RAMÍREZ, V. F. Jugo de vegetales deshidratado por aspersión. **Tecnología-de-Alimentos**, v.30, n.6, p.34-39, 1995.
- GOULA, A. M.; ADAMAPOULOS, K. G. Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.38, p.479-481, 2005a.
- GOULA, A. M.; ADAMAPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II- The effect on powder properties. **Journal of Food Engineering**, v.66, p.35-42, 2005b.
- JORGE, E. C.; OLIVEIRA, V. M.; BORGES, S. V. Empleo de un secador por atomización a escala piloto en la producción de maracuyá en polvo y su aceptabilidad para elaborar jugo reconstituido. **Alimentaria**, v.342, p.83-86, 2003.
- KENYON, M. M.; ANDERSON, R. J. Maltodextrins and low-dextrose-equivalent with syrup solids. In: RISCH, S. J.; REINECCIUS, G. A. **Flavor encapsulation**. Washington: American Chemical Society, 1988, p.87-102.
- KING, C. J.; KIECKBUSCH, T. G.; GREENWALD, C. G. Food quality factors in spray drying. In: MUJUNDAR, A. S. **Advantages in drying**. Washington: Hemisphere, 1984, cap.3, p.71-80.
- MASTERS, K. **Spray drying handbook**. Londres: Longman Scientific and Technical, 1991. 725p.
- MEILGAARD, H. L.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 1999. 137p.
- PIMENTEL, F. G. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1999. 467p.
- PRATICIDADE e preço garantem o sucesso das bebidas em pó. **Engarrafador Moderno**, São Paulo, v.2, p.14-23, 2002.
- ROSSI, A. D. Comercialização do maracujá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, 1998. Jaboticabal. **Anais...Jaboticabal: FUNEP**, 1998. p.257-279.
- SHAHIDI, F.; HAN, X. Q. Encapsulation of food ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.33, n.6, p.501-547, 1993.
- SITU, T. A.; LAWAL, M. O. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. **Food Chemistry**, v.100, p.91-98, 2007.
- SOUZA, A. S. **Avaliação da influência as condições operacionais do secador por atomização nas propriedades físicas do tomate (*Lycopersicon sculentum*) em pó**. 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- VALDUGA, A. T.; BATTESTIN, V.; FINZER, J. R. D. Secagem de extratos de erva-mate em secador por atomização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.184-189, 2003.