



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO DE UMA BEBIDA A PARTIR DE POLPA DE
SUCO DESIDRATADO DE FRUTA**

Mayara do Nascimento **Quijada**^{1,2a}; Danielle **Ito**^{1,2b}; Silvia Pimentel Marconi **Germer**^{3c}; Priscilla
Efraim^{1c}; Rosa Maria Vercelino **Alves**^{2c}

¹Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp; ²Instituto de Tecnologia de Alimentos -
Centro de Tecnologia de Embalagem; ³Instituto de Tecnologia de Alimentos - Centro de Tecnologia
de Frutas e Hortaliças

Nº 13234

RESUMO - O consumo de suco vem aumentando nos últimos anos, em especial os prontos para o consumo e a partir de polpa desidratada de frutas. Dentre esses produtos está uma alternativa no mercado nacional para bebidas desidratadas, as formulações de refresco em pó com apenas 1% de polpa de fruta. O desenvolvimento de uma formulação de um preparado sólido para bebida com maior concentração de polpa de fruta desidratada é uma opção atrativa para a parcela da população que busca produtos saudáveis aliados à praticidade. A vida útil de alimentos como esse apresenta como principal limitação o ganho de umidade, portanto é essencial conhecer e avaliar seu comportamento e de seus componentes quanto ao ganho de umidade. Para tal, realizou-se a caracterização dos ingredientes e da formulação final com análises de isotermas de sorção de umidade, atividade de água e umidade iniciais e avaliação das estruturas das partículas. Verificou-se que a polpa desidratada foi o componente que apresentou maior influência na estabilidade do produto formulado em relação aos outros ingredientes devido à sua maior concentração.

Palavras-chaves: Suco, Polpa desidratada, Isoterma de sorção de umidade, Goiaba.

^aBolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, mayara.quijada@gmail.com, ^bOrientadora, ^cColaboradora.



ABSTRACT- *The juice consumption has increased in recent years, especially the ones that are ready to drink and from dehydrated fruit pulp. Among these products is an alternative in the national market for drinks that are dehydrated, formulations of powdered drink mix with only 1% of dehydrated fruit pulp. The development of a solid mixture formulation for drink with a higher concentration of dried fruit pulp is an attractive option for the portion of the population that seeks healthy products coupled with convenience. The shelf life of such foods features the gain of moisture as the main limitation, so it is essential to know and evaluate its behavior and its components for gain of moisture. Therefore, we carried out the characterization of the ingredients and of the final formulation analysis of sorption isotherms of moisture, water activity and initial moisture and evaluation of the structures of particles. It was observed that the dehydrated pulp was the component that most influences the stability of the formulated product in relation to the other ingredients due to its higher concentration.*

Key-words: Juice, Dehydrated pulp, Sorption isotherms of moisture, Guava.

1 INTRODUÇÃO

A goiaba destaca-se pelo seu alto valor nutritivo como excelente fonte de vitamina C e pela grande aceitação para o consumo *in natura*, porém é um fruto altamente perecível devido seu intenso metabolismo durante o amadurecimento (FERNANDES, 2007). Para não perder o fruto com o processo natural de senescência e manter o consumo são realizados processos para obtenção de sucos, néctares, polpa desidratada, concentrados, refrescos, entre outros. O consumo desses sucos de frutas processados tem crescido motivado pela falta de tempo da população em preparar o suco das frutas *in natura*, pela praticidade e substituição de bebidas carbonatadas devido à preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis (MATISUURA et al., 2002).

O desenvolvimento da formulação de um produto para o preparo de bebida a partir de polpa de fruta desidratada pode atender ao público que busca a conveniência aliada a saúde. Logo, esse preparado pode ser considerado atrativo, já que a polpa pode ser uma fonte de fibras, vitaminas e compostos fenólicos, sobretudo quando comparado à alternativa existente no mercado nacional para bebidas desidratadas, o refresco em pó com apenas 1% de polpa de fruta desidratada.

Por ser um produto ainda não disponível no mercado, um estudo da estimativa de vida útil é necessário, já que este período pode ser alterado pela composição, formulação, processamento, sistema de embalagem e condições de estocagem e armazenamento (ROBERTSON, 2006).



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Segundo Ortiz et al. (2009) é importante compreender a estabilidade das misturas de produtos em pó pois podem apresentar comportamentos diferentes dependendo de sua formulação.

O ganho de umidade é um fenômeno físico que ocorre em alimentos de baixa atividade de água e que pode alterar a qualidade do produto devido à aglomeração, alterações de textura, crescimento microbiológico, oxidação de lipídeos, vitaminas e pigmentos, atividade enzimática, escurecimento e outras reações específicas para cada alimento (SARANTÓPOULOS, 2001). Este é um dos principais fatores que influenciam e determinam a vida de prateleira de um produto desidratado e que pode interagir com um sólido através da formação de cristais hidratados, absorção de água em sólidos amorfos e deliquescência, sendo estes os fatores mais críticos que afetam as propriedades dos sólidos (ZOGRAFI, 1988 apud ORTIZ, 2009).

A avaliação da vida útil de um produto desidratado como proposto pode ser feito através das isotermas de sorção de umidade, curvas que relacionam o teor de umidade do alimento com sua atividade de água a uma temperatura constante, usadas para prever a interação entre os componentes dos alimentos e a água, para investigar a sensibilidade de um alimento e seus ingredientes o impacto que a alteração na formulação pode causar na vida útil do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram contatadas empresas que cederam os ingredientes polpa de goiaba desidratada, acidulante ácido cítrico, estabilizante citrato de sódio, anti-umectante fosfato tricálcico, aroma e açúcar necessários, e uma formulação base para a realização do projeto. A partir desta, fizeram-se testes para obter uma formulação que, quando reconstituída, apresentasse sabor e aroma similares aos de néctares prontos para beber já comercializados no mercado brasileiro.

Os ingredientes e o produto formulado foram caracterizados quanto à umidade (U_i) e atividade de água (Aa_i) inicial, isoterma de sorção de umidade e higroscopicidade. O teor de umidade inicial (% base seca – b.s.) foi determinado baseando-se no método descrito em Métodos Físico Químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008) e a Aa_i foi determinada em um higrômetro baseado em psicrometria, marca Decagon – Aqualab, com resolução de 0,0001, sob uma temperatura de $25,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ (DECAGON, s.d.). Já para a isoterma de sorção de umidade, utilizaram-se dessecadores contendo soluções salinas saturadas, com faixa de umidade relativa entre 11 e 90%, mantidas em câmaras com controle de temperatura de $25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$, por um tempo suficiente para a estabilização do peso da amostra (28 dias). Após a finalização deste ensaio as amostras de cada ingrediente e formulação final foram avaliadas quanto às alterações das partículas devido ao ganho de umidade, em um estereomicroscópio Olympus, modelo SZ1145TR.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formulação final obtida, para 100 mL de água e com um total de sólidos de 34,695 g, foi a seguinte: Polpa de goiaba - 30,00 g; Açúcar cristal malha 30 - 4,50 g; Ácido Cítrico - 0,10 g; Citrato de Sódio - 0,04 g; Fosfato Tricálcico - 0,04 g; Aroma Idêntico ao Natural de goiaba - 0,015 g.

A avaliação quanto à isoterma de sorção de umidade é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Valores da Aa_i , da U_i e da umidade de equilíbrio (média de três repetições) dos ingredientes e do formulado final com diferentes umidades relativas a $25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$.

UR (%)	Umidade de equilíbrio (%b.s.)						
	Ácido Cítrico	Citrato de Sódio	Açúcar cristal	Polpa de Goiaba	Fosfato Tricálcico	Formulado Final com açúcar	Formulado Final sem açúcar
Aa_i	0,6691	0,6993	0,5358	0,3861	0,6001	0,3933	0,3803
U_i (%b.s.)	0,12	0,13	0,05	6,48	0,78	6,42	7,45
11,30	0,01	0,10	0,06	3,70	0,45	4,04	4,44
32,80	0,01	0,12	0,04	6,19	0,63	6,06	6,66
43,20	0,08	0,18	0,07	7,54	0,72	7,08	8,01
52,90	0,08	0,12	0,04	8,93	0,79	8,47	9,67
57,60	0,08	0,11	0,06	10,15	0,86	9,23	10,45
63,30	0,13	0,13	0,06	11,56	0,94	10,77	12,05
68,90	7,90	0,14	0,08	13,26	0,96	11,99	13,73
75,40	9,49	0,15	0,08	15,70	1,06	14,35	16,01
81,00	22,25	9,30	0,17	18,27	1,17	18,79	18,95
84,30	46,77	21,60	1,31	19,78	1,33	23,55	20,12
90,30	74,88	27,51	38,26	25,64	1,84	34,84	26,27

O ácido cítrico apresentou uma mudança brusca na umidade de equilíbrio entre os valores de 63,30% e 68,90% de UR, além de perda do brilho característico, tornando-se opaco (Figura 1). O ganho de umidade deste ingrediente levou a um processo de deliquescência, transformação de fase de primeira ordem em que os sólidos cristalinos sofrem dissolução superficial quando a umidade relativa do ambiente excede a umidade crítica do produto em pó (VAN CAMPEN et al., 1983). A condensação da umidade atmosférica sobre a superfície de um sólido cristalino deliquescente induz a sua dissolução que, neste caso, ocorreu a partir de 84,30% de UR.

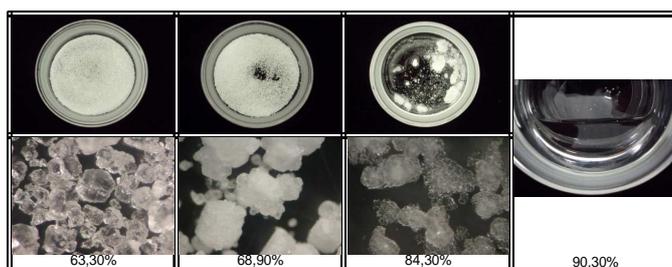


Figura 1. Representação visual e das estruturas das partículas (aumento 60x) do ácido cítrico com as respectivas umidades relativas nos pontos críticos da isoterma.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

O citrato de sódio apresentou desempenho similar ao ácido cítrico, porém com perda de brilho característico em uma umidade relativa maior (entre 75,40 e 81,00% de UR, como ilustra a Figura 2) e com aglomeração mais intensa a partir do 84,30% de UR, o que pode ser justificado por sua maior Aa_i e U_i . Não ocorreu solubilização, apenas transformação numa pasta úmida.

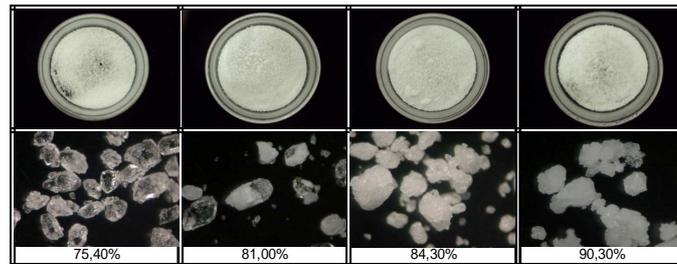


Figura 2. Representação visual e das estruturas das partículas (aumento 60x) do citrato de sódio com as respectivas umidades relativas nos pontos críticos da isoterma.

O açúcar cristal (Figura 3) apresentou início de aglomeração em 68,90% de UR, que foi intensificada com o aumento da umidade. Houve um aumento significativo da umidade de equilíbrio entre 81,00 e 84,30% de UR, quando o pó com aspecto úmido e características de melado e pastoso ficou totalmente aderido no fundo do pesa-filtro, desfazendo-se sob alta pressão. No açúcar também ocorreu o processo de deliquescência com dissolução parcial até 90,30% de UR.

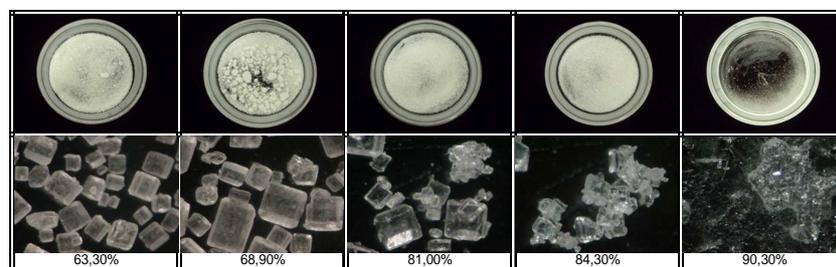


Figura 3. Representação visual e das estruturas das partículas (aumento 60x) do açúcar cristal malha 30 com as respectivas umidades relativas nos pontos críticos da isoterma.

Na polpa de goiaba desidratada houve uma mudança na intensidade da cor e muita aglomeração devido ao ganho de umidade a partir de 81,00% de UR (Figura 4). A partir de 81,00% de UR, visualiza-se o aumento da tonalidade alaranjada nos grânulos da polpa, bem como a formação do aglomerado. Este fenômeno de *caking* inicia-se pela atração das superfícies umedecidas e, com o aumento do ganho de umidade, desencadeia-se um processo de união das partículas adjacentes e conseqüente aglomeração e colapso da estrutura do pó (SARANTÓPOULOS, 2001). Houve desenvolvimento de fungos a partir de 84,30% de UR.

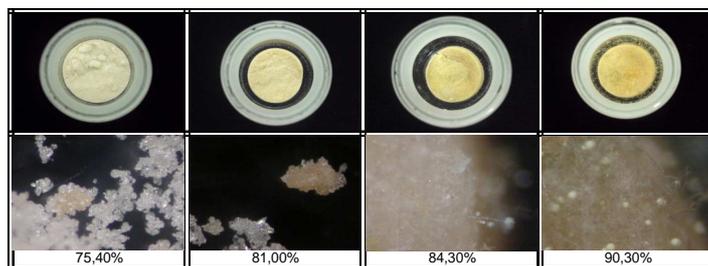


Figura 4. Representação visual e das estruturas das partículas (aumento 110x) da polpa de goiaba com as respectivas umidades relativas nos pontos críticos da isoterma.

O fosfato tricálcico praticamente não se alterou. Observaram-se apenas poucos e pequenos aglomerados (Figura 5).

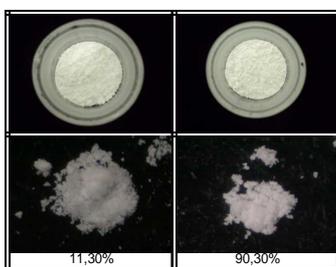


Figura 5. Representação visual e das estruturas das partículas do fosfato tricálcico (aumento 110x) com as respectivas umidades relativas no primeiro e último ponto da isoterma.

Os resultados de isoterma de sorção de umidade da formulação final com açúcar e sem açúcar seguiram um desempenho similar ao de um pó amorfo, com um aumento gradativo da umidade ao longo do aumento da UR de exposição, característico da polpa e do fosfato. Entretanto, é possível observar que no formulado com açúcar ocorreu um súbito aumento da umidade após 75% de UR, característico de pós cristalinos (ácido cítrico, citrato de sódio e, principalmente, açúcar). Contudo, no formulado sem adição de açúcar, não foi possível notar essa tendência (BHANDARI & HARTEL, 2005). No formulado com açúcar (Figura 6), houve desenvolvimento de fungos no produto em equilíbrio com uma UR menor (81,00%) que no sem açúcar (84,30%) (Figura 7).

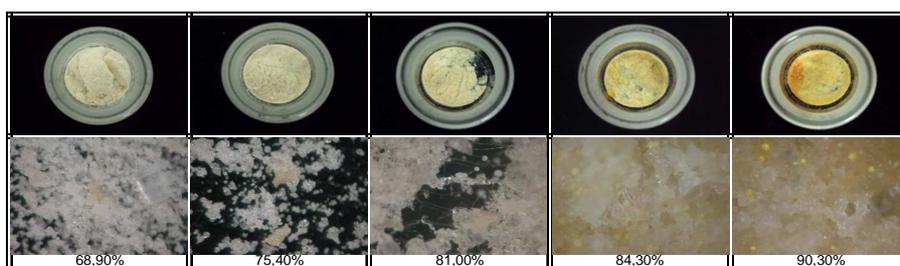


Figura 6. Representação visual e das estruturas das partículas do formulado final com açúcar (aumento 60x) com as respectivas umidades relativas nos pontos críticos da isoterma.

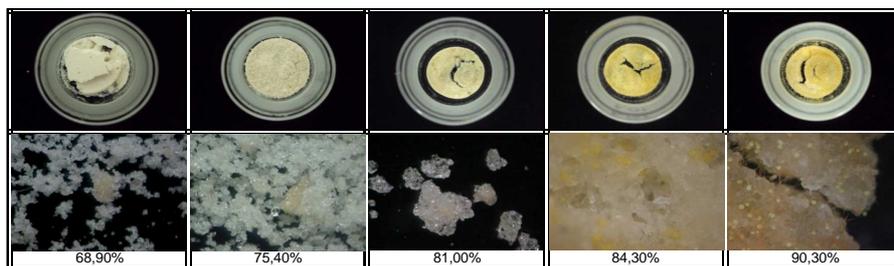


Figura 7. Representação visual e das estruturas das partículas do formulado final sem açúcar (aumento 60x) com as respectivas umidades relativas nos pontos críticos da isoterma.

Segundo Bronlund & Paterson (2004), com alterações nas porcentagens dos ingredientes é esperada uma alteração na absorção de umidade de misturas contendo pós amorfos e cristalinos. A absorção de umidade pode ser uma somatória (apenas dependente da quantidade de cada componente e seu comportamento higroscópico) ou sinérgico, em que mais (ou menos) umidade pode ser absorvida pela mistura do que seria de se esperar com base apenas na composição. Nos dois formulados houve ocorrência de aglomeração, com o colapso após 81,00% de UR. Não foi possível perceber a deliquescência nem mesmo no formulado com açúcar.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram que a polpa de goiaba, comparativamente aos outros ingredientes, apresentou maior alteração quando exposta à umidade. Na avaliação da isoterma do produto formulado, verificou-se que a polpa apresentou a maior influência na estabilidade do produto, principalmente quando comparado os resultados do produto formulado sem açúcar, no qual foi observado maior ganho de umidade em relação ao produto com açúcar.

As análises realizadas neste projeto avaliaram apenas a estabilidade quanto ao ganho de umidade, porém este produto possui compostos sensíveis à oxidação, como carotenóides, ácido ascórbico e compostos fenólicos, por isso é necessária a avaliação da estabilidade do produto em condições reais.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – PIBIC pela bolsa de Iniciação Científica e apoio financeiro concedido ao desenvolvimento deste projeto e ao CETEA – ITAL pela oportunidade de estágio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHANDARI, B. R.; HARTEL, R. W. Phase Transitions During Food Powder Production and Powder Stability. In: ONWULATA, C. (Ed.). **Encapsulated and Powdered Foods**. Nova York, 2005. cap. 11, p. 265.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

BRONLUND, J.; PATERSON, T. Moisture sorption isotherms for crystalline, amorphous and predominantly crystalline lactose powders. **Int. Dairy J.** 2004; 14: p. 247–254.

DECAGON DEVICES, INC. **Aqua lab** – model CX-2-Water activity meter.[s.l.:s.d.]. 73 p. (Operator's Manual Version 3.0).

FERNANDES, A.G. Alterações das características químicas e físico-químicas do suco de goiaba (*Psidium guajava* L.) durante o processamento. **Universidade Federal do Ceará**. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, 2007.

MATISUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2002. v. 24, n. 1, p.138-141.

ORTIZ, J.; KESTUR, U. S.; TAYLOR, L. S.; MAUER, LISA J. Interaction of environmental moisture with powdered green tea formulations: relationship between catechin stability and moisture-induced phase transformations. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, 2009; v. 57, n. 11, p. 4691-4697.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice**. 2nd. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006. c. 13, p. 271-284. (Food Science and Technology; 152).

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. Campinas: ITAL/CETEA, 2001. p. 27 – 36.

VAN CAMPEN, L.; AMIDON, G.L.; ZOGRAFI, G. Moisture sorption kinetics for water-soluble substances.1.Theoretical considerations of heat-transport control. **J. Pharm. Sci**, 1983; 72:1381–1388.

ZENEBO, O.; PASCUET, N. S. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde / ANVISA, São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018 p.