



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

**ESTABILIDADE DE SMOOTHIE DE FRUTAS TROPICAIS E VERMELHAS DURANTE
ARMAZENAMENTO EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS**

Ailton F. Ferraz **Junior**^{1a}; Gisele Anne **Camargo**^{2b}; Aline **Garcia**^{3c}; Léa M. De **Oliveira**^{4c}; Shirley A. **Berbari**^{2c}.

¹Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp; ²FRUTHOTEC/ITAL; ³CCQA/ITAL;
⁴CETEA/ITAL

Nº 13236

RESUMO – O projeto teve como objetivo estudar a estabilidade do *smoothie* de frutas tropicais e vermelhas durante seu armazenamento em embalagens flexíveis. Foram utilizados dois tipos de embalagens flexíveis “stand up pouch” (SUP) sendo uma sem a camada de alumínio (1) e outra com (2). Foram avaliados dois *smoothies*, de frutas vermelhas, que foi formulado com polpas de morango, framboesa e amora, e o de frutas tropicais, que conteve polpas de abacaxi, acerola e manga. O produto foi processado e armazenado, e passou por análises químicas no tempo de 0, 15, 30 e 60 dias, com o objetivo de avaliar a respectiva vida de prateleira. O conjunto de análises realizadas foi constituído por: teor de antocianinas, teor de polifenóis e concentração de vitamina C. Foi observado que ocorreram maiores perdas da vitamina C nos primeiros 15 dias, no entanto a taxa de perda para a embalagem PET/impressão/PA/PEBD+PELBD (1) foi superior (65,3%), enquanto PET/impressão/alumínio/PA/PEBD+PELBD (2) foi de 17,3%. As perdas totais foram de 69,7% (1) e 44,6% (2). Os teores de polifenóis no *smoothie* de frutas tropicais nas duas embalagens avaliadas apresentaram comportamento semelhante, modelo de regressão linear, e resultaram em perdas de 46,6% e 38,5% para as embalagens 1 e 2 respectivamente. As perdas de antocianinas foram de 77,9% e 71,9%, com modelos matemáticos com melhor ajuste de regressão de 3ª e 2ª ordem polinomiais para as embalagens 1 e 2 respectivamente. Foi realizado um teste de aceitabilidade com o público alvo do produto, crianças em idade escolar, que apresentou resultados de aceitabilidade de 85 e 77% para frutas vermelhas e tropicais respectivamente. Os resultados indicaram que a embalagem mais adequada foi a de PET/impressão/alumínio/PA/PEBD+PELBD, principalmente pela menor perda de vitamina C aos 60 dias de armazenamento, comparativamente ao material PET/impressão/PA/PEBD+PELBD.

Palavras-chaves: *Smoothie*, Compostos Bioativos, Embalagens Flexíveis, Vida de Prateleira;

^a Bolsista CNPq, juni.fferraz@gmail.com; ^b Orientador, camargo@ital.sp.gov.br; ^c Colaboradores.



ABSTRACT- *The Project aimed to study the stability of tropical and red fruit smoothie during storage flexible packaging. It was used two types of “stand up pouch” (SUP) flexible packaging, with differences in their compositions. Were evaluated two smoothies, the red fruit smoothie, which contains strawberry, raspberry and blackberry, and the tropical fruit smoothie, which contains pineapple, barbados cherry and mango. The product was processed and stored, and went through chemical analyzes in 0, 15, 30 and 60 days, with the objective of evaluate its respective shelf life. The group of analyzes consisted of: total anthocyanins, polyphenol content, and vitamin C concentration. It was noted that there were major losses of vitamin C during the first 15 days, however the loss rate for packing PET/print /PA/LLDPE + LDPE (1) was higher (65.3%), whereas PET/print/aluminum /PA /LDPE+LLDPE (2) was 17.3%. The total loss was 69.7% (1) and 44.6% (2). The polyphenol content of the tropical fruit smoothie in two packages evaluated showed similar behavior, linear regression, and resulted in losses of 46.6% and 38.5% for packages 1 and 2 respectively. The losses of anthocyanins were 77.9% and 71.9%, with mathematical models with best fit regression of 3rd and 2nd order polynomial for packages 1 and 2 respectively. It was conducted acceptability test with the target consumer of the product, school age children. The smoothies presented 85 and 77% acceptability for red and tropical fruits respectively. The results indicated that the most suitable packaging was PET/printing/aluminum/ PA /LDPE+LLDPE, mainly due to lower loss of vitamin C after 60 days of storage, compared to PET/print/ PA/LDPE+LLDPE material.*

Key-words: Smoothie, Bioactives Compounds, Flexible Packaging, Shelf Life;

1 INTRODUÇÃO

O termo “smoothie” apareceu no mercado internacional para denominar produtos saudáveis a base de frutas e vegetais de forma integral que pudessem atender aos objetivos do programa “5 ao Dia”. O objetivo do programa “5 ao Dia” é promover o consumo diário de, pelo menos, cinco porções de frutas, legumes e verduras, a fim de contribuir para a prevenção de diversas doenças crônicas associadas à alimentação. Este programa, iniciado nos Estados Unidos da América em 1991 a partir de uma ampla aliança entre instituições de saúde e de agricultura, é hoje uma realidade em mais de 30 países, sendo a estratégia de promoção do consumo de frutas, legumes e verduras mais reconhecida no mundo (IBRA, 2005). Ressalta-se que ainda não há legislação nacional que defina padrões de qualidade e identidade para este tipo de produto.

As frutas se constituem de fonte de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis (MATSURA & ROLIM, 2002), sendo que algumas possuem teor mais elevado de um ou de outro nutriente. A



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

formulação de bebidas mistas, na forma de produto pronto para beber, pode ser utilizada com o intuito de melhorar as características nutricionais de determinados alimentos ou bebidas.

Na busca de produtos convenientes e que possam ser oferecidos na própria embalagem para as crianças, e também considerando as perdas significativas de compostos bioativos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade dos *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas em duas embalagens flexíveis termoresistentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Processamento dos *Smoothies*

A formulação definida em etapa anterior de pesquisa foi composta pelos ingredientes: polpa de frutas (respectivas a cada “sabor” do *smoothie*), o hidrocolóide (goma Xantana) e o suco concentrado clarificado de maçã (70 °Brix). Foram utilizadas polpas congeladas no preparo do *smoothie* de frutas tropicais (abacaxi, manga e acerola) e de frutas vermelhas (morango amora e framboesa). Após o preparo da formulação, o *smoothie* passou por um processo de desaeração em tacho à vácuo em temperatura ambiente por 3 minutos, sob pressão negativa de 21,5mmHg. Posteriormente foi realizado o processo térmico de pasteurização em equipamento em escala laboratorial com trocador de calor tubular, constituído por uma bomba, serpentina submersa em água fervente. A temperatura de entrada e saída do produto foi medida por meio de termopares. O tempo de retenção a 92° C foi de 40s. A saída da serpentina foi ligada diretamente à embalagem por meio de mangueiras de silicone e foi realizado o envase, processo conhecido como “Hot Fill”. Feito isso, a embalagem foi fechada, por uma tampa de plástico com rosca (própria da embalagem), invertida por 1 minuto, e então resfriada em água em temperatura ambiente, até que atingisse 38° C. As embalagens continham cerca de 50g de produto.

2.2 Caracterização química dos *smoothies* de frutas vermelhas e tropicais

Foram realizadas as determinações químicas básicas dos dois *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas. As determinações utilizadas foram: acidez total titulável segundo AOAC, (1980); resultados expressos em g de ácido cítrico/100g de amostra. O pH da polpa foi medido em potenciômetro, marca Digimed, modelo DM20. Os sólidos solúveis foram medidos de acordo com a AOAC (1980) e Instituto Adolfo Lutz. E os açúcares totais e redutores de acordo com Carvalho (1990), seguindo as normas da AOAC (1980).



2.3 Caracterização das embalagens

As duas embalagens utilizadas foram diferenciadas visualmente como embalagem 1 (sem camada de alumínio) e embalagem 2 (com camada de alumínio). Foram utilizadas no estudo duas amostras importadas de embalagem plástica tipo *stand up pouch* (SUP) utilizadas para o acondicionamento dos *smoothies*. As amostras foram caracterizadas quanto ao tipo de material, por espectroscopia no infravermelho (ASTM E 1252-98 e ASTM E 573-01, 2007) e calorimetria exploratória diferencial (DSC, ASTM D 3418-12) e espessuras total e de cada camada por microscopia ótica, utilizando microscópio ótico, marca Leica, modelo DM750, operando com aumento de 200 vezes.

2.4 Vida de prateleira dos *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas em embalagens flexíveis

Foram avaliadas as amostras dos *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas, acondicionados em duas diferentes embalagens flexíveis termoresistentes. As análises de antocianinas, polifenóis, vitamina C e cor foram realizadas em tempo zero, 15, 30 e 60 dias, para cada tipo de *smoothie* processado e armazenado nas embalagens citadas acima. As metodologias realizadas foram:

- ✓ Teor de antocianinas totais segundo GIUSTI e WROLSTAD (2001);
- ✓ Teor de polifenóis totais segundo GIUSTI e WROLSTAD (2001);
- ✓ Teor de vitamina C: LEES (1975).

A análise de dados foi realizada por linhas de tendência (modelos matemáticos) e coeficientes de regressão.

2.5 Análise Sensorial dos *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas para crianças

Testes sensoriais de aceitabilidade foram realizados em uma escola pública na área central de Campinas-SP, com crianças dos 8 aos 11 anos. As amostras foram servidas refrigeradas, em copos descartáveis. Os produtos foram avaliados quanto à aceitação global e para a cor, a consistência na boca e sabor, por meio de uma escala hedônica facial de 5 pontos (5 = gosto muito, 3 = nem gosto nem desgosto, 1 = não gosto muito) . Foi também perguntado às crianças se elas gostariam de ter esses produtos na escola (repostas de sim ou não).



2.6 Análises Microbiológicas

Foi realizado o teste de esterilidade comercial em triplicata, de acordo com metodologia descrita por LANDRY et. al. (2001) e DOWNES & ITO (2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização química dos *smoothies* de frutas vermelhas e tropicais

A tabela 1 apresenta os resultados da caracterização química dos dois *smoothies* após o processamento.

Tabela 1. Determinações químicas do *smoothie* de frutas vermelhas e tropicais.

<i>Smoothies</i>	pH	°Brix	Acidez titulável(100g ⁻¹ ácido cítrico)	Açúcares totais(100g ⁻¹)	Açúcares redutores(100g ⁻¹)
Frutas vermelhas	3,72	212	0,68	16,13	14,46
Frutas tropicais	3,735	17,5	0,62	14,61	11,04

Os *smoothies* apresentaram um pH ácido, abaixo de 4,0. Este valor de pH é requerido para bebidas submetidas à pasteurização, por questões de segurança alimentar, para evitar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos. Observa-se também que a quantidade maior de açúcares nos *smoothies* é de redutores em virtude da adição de suco concentrado de maçã.

3.2 Caracterização das embalagens

Os espectros de reflectância no infravermelho das camadas 1, 2 e 3 da amostra 1 (sem alumínio), indicaram a presença de politereftalato de etileno (PET), poliamida (PA) e polietileno (PE), respectivamente. Na curva de fusão no DSC da camada 3 (interna) da amostra 1, obtida após destruição de sua história térmica, se observa a presença de pelo menos dois picos endotérmicos, a temperaturas da ordem de 109°C e 123°C, indicativos da presença de um polietileno de baixa densidade (PEBD) e de um polietileno linear de baixa densidade (PELBD), respectivamente. Frente aos resultados apresentados tem-se que a provável estrutura da amostra 1 é: PET/impressão/PA/PEBD+PELBD. A espessura total da amostra 1 é 134µm, a da camada externa, 21µm, a da camada 2, 23µm e a da camada interna, 83µm. Os espectros de reflectância no infravermelho das camadas 1, 3 e 4 da amostra 2, indicaram a presença de PET, PA e PE, respectivamente. Na curva de fusão no DSC da camada 4 (interna) da amostra 2, obtida após destruição de sua história térmica, se observa a presença de pelo menos dois picos endotérmicos, a temperaturas da ordem de 110°C e 124°C, indicativos da presença de um PEBD e de um



PELBD, respectivamente. Os resultados obtidos indicam que a provável estrutura da amostra 2 é: PET/impressão/Alumínio/PA/PEBD+PELBD. A espessura total e a de cada camada da amostra 2 é: 124µm, 13µm (camada externa), 11µm (camada 2), 22µm (camada 3 = Alumínio) e a 78µm (camada interna).

3.3 Vida de prateleira dos *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas em embalagens flexíveis

De acordo com a Figura 1 (A), foi observado que ocorreu maiores perdas da vitamina C nos primeiros 15 dias, a taxa de perda para a embalagem 1 de PET/impressão/PA/PEBD+PELBD foi superior (65,3%), enquanto na embalagem 2 de PET/impressão/Alumínio/PA/PEBD+PELBD a perda foi de 17,3%. O modelo de regressão com melhor ajuste (R^2) para a embalagem 1 foi polinomial de 3ª Ordem e para a embalagem 2 foi polinomial de 2ª Ordem. As perdas totais foram de 69,7% e 44,6% de vitamina C para as embalagens 1 e 2.

Os teores de polifenóis no *smoothie* de frutas tropicais nas duas embalagens avaliadas apresentaram comportamento semelhante, modelo de regressão linear, e resultaram em perdas de 46,6% e 38,5% embalagens de PET/impressão/PA/PEBD+PELBD e de PET/impressão/Alumínio/PA/PEBD+PELBD respectivamente (Figura 1 (B)).

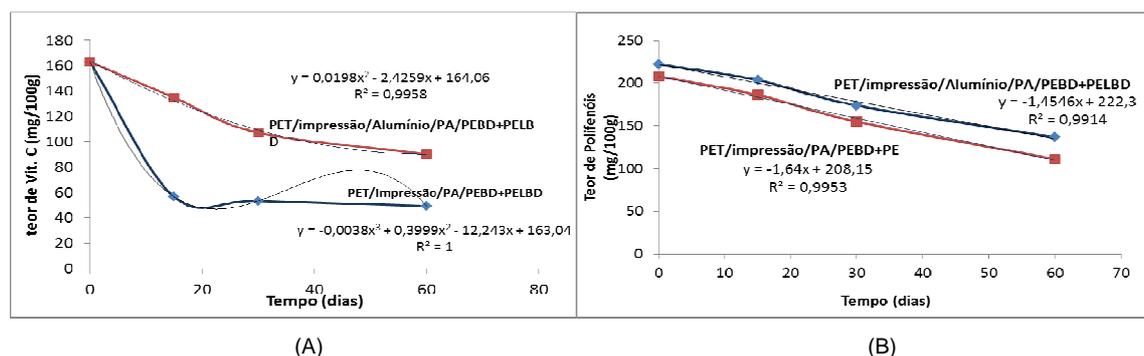


Figura 1. Teores de Vitamina C (A) e polifenóis (B) do *smoothie* de frutas tropicais nas embalagens de PET/impressão/PA/PEBD+PELBD e PET/impressão/Alumínio/PA/PEBD+PELBD durante seu armazenamento.

A Figura 2 apresenta o comportamento das antocianinas em 60 dias de armazenamento. As perdas foram de 77,9% e 71,9% para a de PET/impressão/PA/PEBD+PELBD e de PET/impressão/Alumínio/PA/PEBD+PELBD respectivamente. O modelo de regressão que melhor se adequou foi o polinomial de 2ª Ordem.

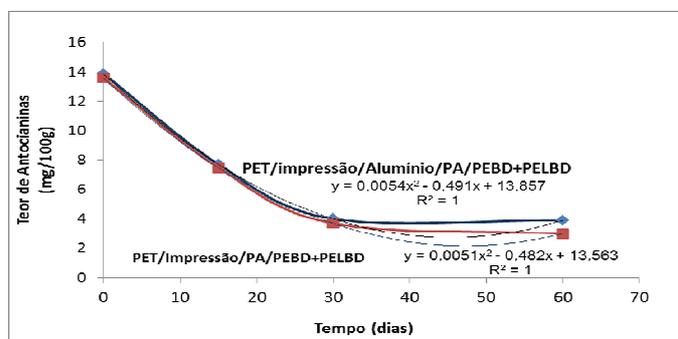


Figura 2. Teores de antocianinas no *smoothie* de frutas vermelhas nas embalagens de PET/impressão/PA/PEBD+PELBD e de PET/impressão/Alumínio/PA/PEBD+PELBD durante seu armazenamento.

3.4 Análise Sensorial dos *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas para crianças

Os *smoothies* de frutas tropicais e vermelhas foram avaliados por 93 e 96 crianças, respectivamente. Ambas as amostras apresentadas tiveram todos os atributos avaliados como “gostei”. Em geral, o sabor de frutas vermelhas mostrou frequências de aceitação (somadas de notas 4 e 5) acima de 80% e o sabor frutas tropicais, entre 70% e 76%. De todas as crianças, 85% e 77% gostariam de consumir as frutas vermelhas e os produtos frutas tropicais na escola, respectivamente.

3.5 Análises Microbiológicas

A análise microbiológica levou à conclusão de que os produtos foram caracterizados como comercialmente estéreis, uma vez que as bactérias lácticas e termófilas, leveduras e fungos apresentaram-se ausentes nos dois *smoothies* avaliados.

4 CONCLUSÃO

Os resultados do teste de aceitabilidade indicaram que os sabores foram bem aceitos por crianças em idade escolar, com ligeira superioridade para o sabor de frutas vermelhas;

O estudo de vida de prateleira apontou a embalagem PET/impressão/alumínio/PA/PEBD+PELBD como mais adequada para manutenção dos compostos polifenóis, antocianinas e vitaminas nos *smoothies* avaliados. Especialmente para a vitamina C que manteve maiores teores ao final de 60 dias. Isto, provavelmente, ocorreu devido à maior barreira



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

ao oxigênio e luz proporcionada pela presença da folha (camada) de alumínio presente neste material comparativamente ao PET/impressão/PA/PEBD+PELBD.

5 AGRADECIMENTOS

A CNPq-PIBIC pela Bolsa de Iniciação Científica. Ao FRUTHOTEC-ITAL pela oportunidade de estágio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 15. ed. Arlington: AOAC International, 1990. p. 1058-1059.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 13.ed. Washington: AOAC, 1980.

ASTM E1252 – 98(2013) Standard Practice for General Techniques for Obtaining Infrared Spectra for Quality Analysis. Disponível em: <http://www.astm.org/Standards/E1252.htm>

ASTM E573 – 01(2013) Standard Practices for Internal Reflection Spectroscopy. Disponível em: <http://www.astm.org/Standards/E573.htm>

ASTM D3418-12 Standard Test Method for Transition Temperatures and Enthalpies of Fusion and Crystallization of Polymers by Differential Scanning Calorimetry. Disponível em: <http://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D3418-12.htm>

Carvalho, C.R.L.; Mantovani, D.M.B.; Carvalho, P.R.N.; Moraes, R.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL. p. 17-19. 1990. (Manual Técnico).

DOWNES, F. P. & ITO, K. (Eds). **Compendium of Methods for the microbiological examination of foods**, 4th ed. American Public Health Association, Washington, D. C. 2001.

GIUSTI M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, John Wiley & Sons, Inc. Unit F1.2, 2001

HOUGH, G., SÁNCHEZ, R. H., GARBARINI DE PABLO, G., SÁNCHEZ, R. G. Consumer Acceptability Versus Trained Sensory Panel Scores of Powdered Milk Shelf-Life Defects. **Journal of Dairy Science**. American Dairy Science Association, v.85, p.2075–2080, 2002.

IBRA-Instituto Brasileiro de Orientação Alimentar, **Promoção do Consumo de Frutas, Legumes e Verduras: O Programa “5 ao Dia”**. Disponível em <<http://www.5aodia.com.br/upload/cartilha1.pdf>>. Acesso em 28/06/2013.

LANDRY, W. L., SCHWAB, A. H., LANCETTE, G. A., **Examination of Canned Foods**. In: **U.S. Food and Drug Administration (FDA), Bacteriological Analytical Manual Online**, disponível no site <http://vm.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>, 2001.

LEES, R. **Food analysis and quality control methods for the food manufacturer and buyer**. London: Leonard Hill Books, p. 58-59, 1975.

KIRALP, S.; TOPPARE L. Polyphenol content in selected Turkish wines, an alternative method of detection of phenolics. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 1, p. 236-239, 2006.

MATSUURA, F. C. A. U.; ROLIM, R. B. 2002.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.**, 24: 138-141.