

CAPPUCCINO EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS

Rosa Maria Vercelino ALVES¹, Cibele Rufato MILANEZ², Marisa PADULA¹

1 CETEA/ITAL – Caixa Postal 139, CEP 13073-001, Campinas – SP, rosava@ital.org.br

2 Estagiária com bolsa de Iniciação Científica concedida pelo PIBIC – CNPq.

RESUMO: Estimou-se a vida útil de *cappuccino* com um modelo matemático que relaciona o aumento de umidade do produto com a taxa de permeabilidade ao vapor d'água (TPVA) das embalagens. Avaliou-se três materiais flexíveis para *cappuccino*, em dois tamanhos (*sachet* – 10g e *stand up* – 100g), quanto à TPVA, e utilizou-se de isotermas de sorção de umidade de *cappuccinos* da literatura. Utilizando-se laminados compostos de PET metalização alta barreira/PE, estima-se períodos de vida útil de 8 a 18 meses na embalagem *sachet* e períodos de vida útil superior a dois anos na embalagem *stand up*. Entretanto, se for utilizado PET com metalização convencional, estima-se períodos de vida útil de 5 a 12 meses na embalagem *stand up*.

PALAVRAS-CHAVES: *cappuccino*, embalagem flexível, estimativa de vida útil.

ABSTRACT: *Cappuccino* shelf-life was estimated by a mathematic model, which relates the product moisture increase with the water vapor transmission rate (WVTR) of the packages. Three flexible materials of two sizes (*sachet* – 10g and *stand up* – 100g) were evaluated as to the WVTR, and moisture sorption isotherms of *cappuccino*, obtained in the literature, were used. Using laminated materials composed by PET/met high barrier/PE, it is possible to estimate shelf-life periods of 8 to 18 months in the *sachet* packaging and shelf-life periods higher than two years in the *stand up* packaging. However, if PET with conventional metallization was used, the shelf-life periods in the *stand up* packaging would be of 5 to 12 months.

KEY-WORDS: *cappuccino*, flexible packaging, shelf-life estimative

INTRODUÇÃO

Cappuccino, por ser um produto formulado com leite em pó, café solúvel, açúcar ou edulcorante e aromas, tem sua vida útil limitada pelo aumento de umidade (aglomeração e escurecimento) e também podem ocorrer reações de oxidação associadas à presença de oxigênio, que são aceleradas pelo aumento de umidade e incidência de luz. Desta forma, a estabilidade de *cappuccino* depende do nível de proteção oferecido pela embalagem e pode ser estimado utilizando-se modelos matemáticos, desde que se considere que esta estabilidade depende somente do conteúdo de umidade do produto.

Neste trabalho, avaliou-se a taxa de permeabilidade ao vapor d'água de três tipos de materiais flexíveis e utilizou-se de isotermas de *cappuccino* (*diet* e tradicional) da literatura para estimar, utilizando um modelo matemático, a vida útil dos produtos nas embalagens estudadas, considerando apenas o aspecto de ganho de umidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Embalagens

Foram estudados três tipos de materiais flexíveis, conforme descritos a seguir:

- PET (poliéster) / PEBD (polietileno de baixa densidade) / Al (alumínio) / PEBD: com espessuras nominais de 12µm/16µm/12µm/32µm;
- PET - met AB (metalização alta barreira)/PEBDL (polietileno de baixa densidade linear): com espessuras nominais de 12µm/50µm.
- PET – met (metalização convencional) / PEBDL : com espessuras nominais de 12µm/50µm.

A embalagem *stand up* apresentou dimensões de (10,0 x 14,0 x 6,5)cm, contendo 100g de *cappuccino*. No *sachet* de (6,0 x 8,0)cm acondicionou-se 10g de produto.

Métodos para caracterização das embalagens

Os materiais das embalagens foram caracterizados quanto à densidade óptica, às taxas de permeabilidade ao vapor d'água (TPVA) e à taxa de permeabilidade ao oxigênio (TPO₂) (OLIVEIRA *et al.*, 1996).

A densidade óptica (D.O.) das estruturas metalizadas foi determinada após leitura da transmissão de luz em espectrofotômetro UV–visível de duplo feixe a 450nm e calculada pela relação: D.O = log 100/%Tr.

As taxas de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) foram determinadas a 38°C/90%UR em um equipamento com sensor infravermelho PERMATRAN, Modelo W 3/31, da MOCON, segundo procedimento descrito na norma ASTM F1249 – 90. As TPVAs a 30°C/80%UR foram determinadas por meio do método gravimétrico, baseado na metodologia ASTM E 96-95 – procedimento E.

A taxa de permeabilidade ao oxigênio das estruturas foi determinada por método coulométrico, segundo procedimento descrito na norma ASTM D3985-81, em equipamento OXTRAN, modelo 2/20 da MOCON, operando com oxigênio puro como gás permeante à temperatura de 25°C e a seco.

Estimativa de vida útil com base no ganho de umidade

Conhecendo-se a isoterma de sorção de umidade do produto, a taxa de permeabilidade ao vapor d'água da embalagem (TPVA) e as condições de estocagem, foi possível estimar, através de um modelo matemático apresentado a seguir, a vida útil dos produtos com base no ganho de umidade (ALVES & BORDIN, 1998). Para a integração numérica da equação 1 utilizou-se o programa *Mathematica 2.2.3* (1993).

$$t = \frac{M_s \cdot U_{Re} / 100}{100 \cdot A \cdot TPVA} \int_{U_o}^{U_c} \frac{dU}{\frac{U_{Re}}{100} - Aa(U)}, \text{ onde:} \quad (1)$$

t = estimativa de tempo de vida útil (dias)

M_s = massa seca do produto (g)

U_{Re} = umidade relativa do ambiente de estocagem (%)

A = área da embalagem (m²)

TPVA = taxa de permeabilidade ao vapor d'água do material (g água/m²/dia)

Aa(U) = atividade de água do produto em função do conteúdo de umidade, que é a isoterma de sorção de umidade do produto

U_o = umidade inicial do produto (% base seca)

U_c = umidade crítica do produto (% base seca)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das embalagens

Os resultados de caracterização dos materiais flexíveis são apresentados na Tabela 1.

A determinação da TPVA das estruturas foi feita em duas condições, sendo a 38°C/90%UR, utilizada para comparação de resultados com dados da literatura, e outra, a 30°C/80%UR, aplicada quando a TPVA é usada nos cálculos de estimativa de vida útil dos produtos.

A taxa de permeabilidade ao vapor d'água da estrutura com alumínio foi inferior a 0,01g/m²/dia a 38°C/90%UR, que é o limite de detecção do equipamento utilizado. Também devido ao limite de detecção não foi possível determinar a taxa de permeabilidade deste material a 30°C/80%UR.

TABELA 1. Caracterização dos materiais flexíveis estudados.

| Parâmetros | | Materiais | | | |
|---|------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| | | PET/Al/PEBD | PET met AB/PEBDL | PET met/PEBDL | |
| D.O. | | M | - | 2,9 ¹ | 1,6 ¹ |
| | | IV | - | 2,7 – 3,0 | 1,4 – 1,8 |
| TPVA (g água/m ² /dia) | 30°C/80%UR | M | - | 0,22 ² | 0,97 ³ |
| | | IV | - | 0,15 – 0,30 | 0,89 – 1,05 |
| | 38°C/90%UR | M | < 0,01 | 0,80 ⁴ | 1,80 ³ |
| | | IV | - | 0,56 – 0,98 | 1,48 – 2,08 |
| TPO ₂ (cm ³ (CNTP)/m ² /dia a 25°C, seco e 1atm) | | M | 0,65⁵ | 0,50³ | 5,50 ³ |
| | | IV | 0,58 - 0,71 | 0,27 – 1,10 | 2,61 – 7,58 |

M = média referente a (¹) dez, (²) cinco, (³) seis, (⁴) quatro, (⁵) três repetições

IV = intervalo de variação

É interessante lembrar que a TPVA de uma estrutura laminada com folha de alumínio é função da qualidade e espessura da folha, especialmente quanto à presença de microfuros (*pinholes*). Estruturas com incidência de *pinholes* chegam a apresentar TPVA a 38°C/90%UR da ordem de 0,06 a 0,09g água/m²/dia (GARCIA *et al.*, 1989). Outro fator crítico é o manuseio e a solicitação mecânica da estrutura/embalagem que pode vir a gerar microfuros no material, comprometendo a barreira ao vapor de água da embalagem, principalmente em formatos *stand up*.

Pelos resultados apresentados na Tabela 1 tem-se que numa possível substituição da folha-de-alumínio (material em uso no mercado) por PETmetalizado, as **melhores** taxas de permeabilidade ao vapor d'água que normalmente são obtidas para esses materiais são da ordem de 0,80g água/m²/dia a 38°C/90%UR. Com metalização convencional de mercado, dobra o valor da TPVA (1,80g água/m²/dia a 38°C/90%UR).

Os resultados de TPO₂ da Tabela 1 indicam que as estruturas de PET metalizado alta barreira apresentaram barreira ao O₂ equivalente à da estrutura com folha de alumínio, embora com maior variabilidade entre os resultados.

Estimativa da vida útil do *cappuccino*

Utilizaram-se as equações ajustadas das isotermas de sorção de umidade de *cappuccino diet* e tradicional (dois fornecedores) de um trabalho da literatura (ALVES *et al.*, 2000). Essas equações foram substituídas na equação 1, apresentada no item 2.3. Em seguida as equações foram integradas numericamente visando verificar quais seriam os períodos de vida útil dos dois tipos de *cappuccino*, nos diferentes materiais e tamanhos de embalagem, considerando o valor de umidade crítica definida no trabalho da literatura (7% b.s. para o *cappuccino diet* e 4,5% b.s. para o *cappuccino* tradicional a 30°C/80%UR) e o valor máximo de umidade estipulado no Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ), que é de 3,5%, sem distinção de formulação (Tabela 2).

No material atualmente em uso (PET/Al/PEBD), não foi estimada a vida útil dos *cappuccinos* porque este material apresenta excelente barreira ao vapor d'água, o que mantém a umidade do produto ao longo da estocagem e a vida útil é definida por outras reações de degradação do produto a exemplo das de oxidação. A definição da vida útil, neste caso, requer estudos com acompanhamentos de análises sensoriais.

A substituição do laminado com folha de alumínio por estruturas de PET metalizado se mostrou totalmente inviável se for considerado o teor máximo de umidade estipulado pelo PIQ (3,5%). Entretanto, se os teores de umidade do *cappuccino* no final da vida útil puderem atingir valores de 7% b.s para o *diet* e 4,5% b.s. para o tradicional, com a utilização de estruturas com PET metalizado teríamos que:

- Em embalagem *stand up*, se for utilizado PET/met AB/PEBDL, os períodos de vida útil estimados para os dois *cappuccinos* são superiores a 2 anos a 30°C/80%UR. Se utilizada a estrutura com metalização convencional, este período é reduzido para 10 a 12 meses (*cappuccino diet*) e cerca de 6 meses (*cappuccino* tradicional).

TABELA 2. Períodos de vida útil estimados para os dois tipos de *cappuccino* nas embalagens flexíveis.

| Embalagem | Material | Vida útil (Uc=3,5%) (meses) | | | Vida útil (Uc=7,0%) (meses) | | Vida útil (Uc=4,5%) (meses) | |
|-----------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | Diet | Tradicional | | Diet | | Tradicional | |
| | | A | A | B | A | B | A | B |
| Stand up | PET-met AB/ PEBDL | 6,1 | 16,5 (1,4 ano) | 13,4 (1,1 ano) | 55,7 (4,6 anos) | 42,7 (3,5 anos) | 29,2 (2,4 anos) | 24,4 (2,0 anos) |
| | PET-met/ PEBDL | 1,4 | 3,7 | 3,0 | 12,6 (1,0 ano) | 9,7 | 6,6 | 5,5 |
| Sachet | PET-met AB/ PEBDL | 2,0 | 5,4 | 4,4 | 18,1 (1,5 ano) | 13,9 (1,1 ano) | 9,5 | 7,9 |
| | PET-met/ PEBDL | 0,4 | 1,2 | 1,0 | 4,1 | 3,1 | 2,2 | 1,8 |

- Em embalagem *sachet*, se for utilizada uma estrutura PET met AB/PEBDL, os períodos de vida útil estimados a 30°C/80%UR são de 8 a 9 meses para o *cappuccino* tradicional e superior a 1 ano para o *cappuccino diet*. A estrutura com PET metalização convencional é inviável para este tamanho de embalagem devido aos baixos períodos de vida útil estimados (Tabela 2).

Entretanto, como estes períodos de vida útil apresentados foram estimados com base apenas no ganho de umidade, estes requerem confirmação com estudos envolvendo análise sensorial, cujo objetivo é verificar se ocorre perda de qualidade devido às reações de oxidação de componentes do produto, que também limitariam a vida útil dos *cappuccinos*.

CONCLUSÕES

Em embalagens flexíveis para *cappuccino*, a substituição de laminado com folha de alumínio (material atual) por estruturas de PET metalizado só será viável se forem aceitos maiores teores de umidade no final da vida útil (7% b.s para o *diet* e 4,5% b.s. para o tradicional). Neste caso, estruturas flexíveis contendo PET metalização alta barreira são viáveis para embalagem *sachet* e *stand up*. Entretanto, a utilização de PET com metalização convencional de mercado só é viável para o formato *stand up*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R.M.V., BORDIN, M.R. Estimativa de vida útil de café solúvel por modelo matemático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 18(1):19-24, 1998.
- ALVES, R.M.V., MILANEZ, C.R., PADULA, M. Embalagens alternativas para *cappuccino*. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, 2000 (no prelo).
- GARCIA, E.E.C., PADULA, M., SARANTOPÓULOS, C.I.G.L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44p.
- OLIVEIRA, L. M., ALVES, R.M.V., GARCIA, E.E.C., SARANTÓPOULOS, C.I.G.L., PADULA, M. **Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 202p.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425