



2º CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - CIIC 2008

29 e 30 de julho de 2008

Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas - SP

**DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE ADESÃO DA METALIZAÇÃO COM
ALUMÍNIO EM FILMES PLÁSTICOS UTILIZADOS EM
EMBALAGENS FLEXÍVEIS
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA**

PATRÍCIA A. SUGIUTI¹; LÉA M. OLIVEIRA²; FÁBIO G. TEIXEIRA³

N.º 0801030

RESUMO

Filmes plásticos metalizados à base de polipropileno biorientado (BOPP) e de politereftalato de etileno (PET) são muito utilizados em embalagens para alimentos, pois reúnem boas propriedades mecânicas e de barreira a gases e umidade. Contudo, estas propriedades, assim como a aparência e a integridade da embalagem são comprometidas quando ocorre a delaminação da estrutura. Um dos principais fatores que interferem na resistência à delaminação da estrutura é a força de adesão da camada de alumínio ao substrato polimérico. Esta força é função da polaridade da superfície a ser metalizada, da cristalinidade do substrato, da rugosidade interfacial, do tamanho do grão de alumínio e da espessura da camada de alumínio depositada. Este trabalho se propõe a desenvolver / otimizar, validar e disponibilizar um método de ensaio para determinar a força de adesão da metalização com alumínio a um filme plástico.

ABSTRACT

The use of metallized films for packaging is well spread in the food marketing because of its good barrier properties, that allows product preservation. Metallized films are used in combination with other substrates to form a multilayer package. The adhesion between these layers are determinant for maintain the package properties, such as barrier, mechanical resistance and good appearance thus affecting product quality and shelf life. This study aim the establishment of a procedure for evaluation of metal adhesion on polymeric substrates. It

1. Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA/UNCAMP, Campinas – SP,

Ópati.sugiuti@gmail.com

2. Orientador: Pesquisadora, CETEA/ITAL, Campinas – SP

3. Co-Orientador: Pesquisador, CETEA/ITAL, Campinas – SP



was proposed a new procedure for evaluation of adhesion resistance based on methods described on literature and on the study of some parameters that affect this measurement as: sealing parameters (composition of sealant film and sealing conditions), tensile angle and specimen position on equipment. New studies are necessary to investigate the effect of the kind of double adhesive tape and surface used to fix the specimen on the results.

INTRODUÇÃO

Filmes plásticos metalizados à base de polipropileno biorientado (BOPP) e de politereftalato de etileno (PET) são muito utilizados em embalagens para alimentos, pois reúnem boas propriedades mecânicas e de barreira a gases e umidade. Os filmes de PET e de BOPP são os substratos usuais para metalização, devido às suas propriedades superficiais e estabilidade dimensional. De acordo com REARDEN (2006), o BOPP e o PET representam 55 e 38%, respectivamente, do mercado de filmes metalizados. Estes filmes são excelentes opções para conferir propriedades de barreira a materiais laminados com espessura total reduzida, uma vez que permitem aliar as vantagens da orientação de filmes ao significativo efeito da melhoria de barreira conferido pelo revestimento por metalização, que também reduz a transmissão de luz do material. De acordo com MUELLER e WEISSER (2002), a metalização aumenta em 20 a 100 vezes as propriedades de barreira do material.

Contudo, as propriedades de barreira, assim como a aparência e a integridade deste tipo de embalagem são comprometidas quando ocorre a delaminação da estrutura multicamada. A resistência à delaminação de um material de embalagem, ou seja, a força necessária para separar as camadas de uma estrutura, é função da capacidade de adesão das duas superfícies, um fenômeno interfacial. No caso das embalagens flexíveis metalizadas, a resistência à delaminação é definida por fatores como: grau de adesão (ancoragem) do metal ao substrato; tipo e quantidade de tratamentos superficiais aplicados aos substratos; tipo, gramatura, grau de cura do adesivo; migração de aditivos para a superfície do substrato, a exemplo de deslizante, dentre outros fatores.

A força de adesão da metalização também afeta o desempenho da termossoldagem e, conseqüentemente, o desempenho da embalagem, pois o calor aplicado nesta operação favorece a delaminação.



Conforme já comentado, um dos principais fatores que interferem na resistência à delaminação da estrutura é a força de adesão da camada de alumínio ao substrato polimérico. Esta força é função da polaridade da superfície a ser metalizada, da cristalinidade do substrato, da rugosidade interfacial, do tamanho do grão de alumínio e da espessura da camada de alumínio depositada. Desta forma é importante medir esta força de adesão. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo levantar subsídios para o desenvolvimento de um método de ensaio para determinar a força de adesão da metalização com alumínio a um filme plástico, que possa ser validado a nível nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Tabela 1 está apresentada a relação dos filmes plásticos metalizados e filmes selantes.

TABELA 1. Relação dos filmes plásticos metalizados e filmes selantes.

Filmes Plásticos Metalizados	BOPP metalizado 1	Filme de BOPP metalizado com alumínio e D.O. nominal de 2,5.
	BOPP metalizado 2	Filme de BOPP metalizado com alumínio, com tratamento superficial do tipo chama, camada funcional sobre a qual foi aplicada a metalização do tipo copolímero de etileno-propeno, espessura nominal de 20 µm.
	PET metalizado	Filme de PET metalizado com alumínio, considerado pelo fabricante como referência para a força de adesão da metalização.
Filmes selantes	EAA 25 mm	Filme monocamada de EAA (copolímero de etileno e ácido acrílico) produzido com resina Dow, nome comercial Integral E 100, espessura nominal de 25 µm, submetido a tratamento corona em uma face.
	PET/EAA	Filme laminado produzido pela Inapel com resina de EAA da Dow, nome comercial de PRIMACOR 3440, com 9,7% de ácido acrílico, espessura nominal de EAA de 21 µm, sem tratamento superficial;

Determinação da força de adesão

Foi utilizado um método no qual alguns parâmetros foram fixados e outros mantidos como variáveis, para serem explorados, a fim de se estabelecer o método final, objetivo deste trabalho. Na Tabela 2 são apresentados parâmetros fixos e os variáveis.

Os corpos-de-prova foram preparados termosseladora Sentinel modelo 12-12 ASD. Por ser um equipamento antigo e com problema de manutenção devido à não disponibilidade de

peças e à ausência de representante no Brasil, foi necessária atenção especial para se tentar uma padronização das condições de termossoldagem.

TABELA 2. Parâmetros fixos e variáveis do método de ensaio para determinação da força de adesão do metal ao substrato polimérico.

Parâmetros fixos	Parâmetros variáveis
Termosseladora: 1 barra aquecida plana com 25,4 mm de largura	Filme selante: EAA e PET/EAA
Condições de termosselagem: 105 °C / 15 s / 20 psi	*Ângulo de delaminação: 180° e 90°
Termosselagem transversal à direção de fabricação do material	Corpo-de-prova na máquina universal de ensaios: filme metalizado na garra móvel e na garra fixa
Aplicação de fita adesiva no filme metalizado - Fita de BOPP Tartan [®] , código 5899	-
Condicionamento: 23 °C ± 2 °C e (50 ± 3)% UR por 24 horas	-
Velocidade do ensaio: 305 mm/min	-

Vide Figura 1

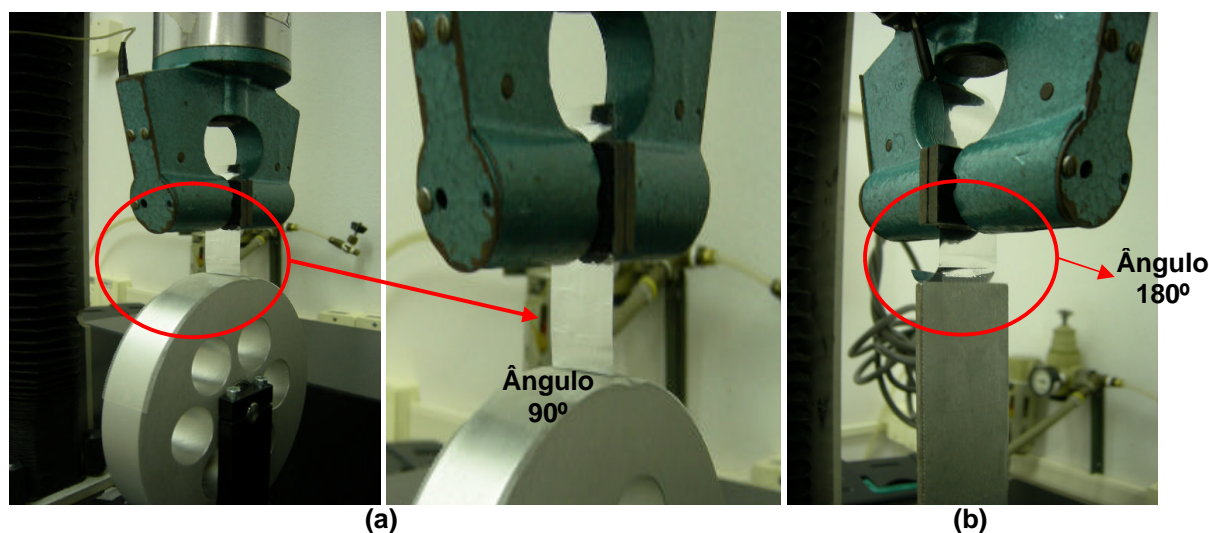


FIGURA 1. (a) Corpo-de-prova ensaiado num ângulo de 90° utilizando a roda germânica e (b) corpo-de-prova ensaiado num ângulo de 180°.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de força de adesão e do grau de destacamento. Utilizou-se uma escala qualitativa de 5 pontos (Tabela 4) para avaliação do grau de destacamento do metal do substrato plástico baseado em uma escala utilizada para avaliação do grau de adesão de tinta em filmes impressos (FINAT, 2005).



TABELA 3. Determinação da força de adesão de BOPP metalizado e PET metalizado.

Filme metalizado	Ângulo	Filme selante	Força de adesão (N/m)			Grau de destacamento
			Média	IV	CV (%)	
BOPP metalizado 1	90°	EAA 25 µm - NT	60,2	45,3 – 84,2	22	2,2
BOPP metalizado 1	180°	EAA 25 µm - NT	103	46,5 – 149	34	3,7
BOPP metalizado 1	180°	EAA 25 µm - NT	197	110 – 297	38	3,3
BOPP metalizado 2	90°	PET/EAA	225	158 – 322	24	5,0
BOPP metalizado 2	180°	PET/EAA	77,8	42,3 – 189	55	4,9
PET metalizado	90°	EAA 25 µm - NT	14,9	9,1 – 32,6	45	2,0
PET metalizado	90°	PET/EAA	63,8	48,2 – 82,8	19	3,0
PET metalizado	180°	EAA 25 µm - NT	8,4	7,2 – 10,5	11	5,0
PET metalizado	180°	PET/EAA	38,4	23,7 – 58,1	31	3,5

Valores referentes a 10 determinações
NT: face não tratada

IV/ CV: intervalo de variação / coeficiente de variação

TABELA 4. Escala qualitativa do grau de destacamento da metalização.

Grau de destacamento da metalização	Percentual de metal destacado
1	0%
2	Menor que 10 %
3	Entre 10 % e 30 %
4	Entre 30 % e 60 %
5	Maior que 60 %

Para o BOPP metalizado 1 termosselado ao EAA 25 µm, face não tratada, foi obtido um valor médio de força de adesão de 60,2 N/m. Quando foram termosselados os mesmos materiais e alterou-se apenas o ângulo em que a força foi medida, 90° para 180°, a força de adesão aumentou em cerca de 71% (de 60,2 N/m para 103 N/m), o mesmo ocorrendo quando alterou-se o filme na garra móvel (de 103 N/m para 197 N/m – aumento de 91%). Estas são indicações de que o ângulo em que o ensaio é executado e o posicionamento do filme na máquina universal de ensaios influenciam os resultados obtidos, o que justifica que estes parâmetros devem ser definidos no método de ensaio. Ao ser utilizado o BOPP metalizado 2, também foi constatada influencia do ângulo de medição no valor determinado. Contudo, enquanto com o BOPP metalizado 1 registrou-se um aumento da força de adesão



com o aumento do ângulo, quando foi utilizado o BOPP metalizado 2 ocorreu o inverso. Na amostra de PET metalizado os resultados de força de adesão também variaram com o ângulo. Quando foi utilizado como filme selante o PET/EAA, menores valores de resistência foram obtidos no ensaio a 180°. Já utilizando o EAA, no PET metalizado, houve redução nos valores de resistência com o aumento do ângulo.

CONCLUSÃO

No término deste trabalho pôde-se concluir que os resultados numéricos obtidos até o momento precisam ser confirmados com corpos-de-prova termossoldados em equipamento capaz de manter as condições de termossoldagem definidas (tempo, temperatura e pressão) dentro de padrões de qualidade aceitáveis. Para tanto o controle destes parâmetros na termosseladora deve ser feito por equipamentos com baixa incerteza. Somente contornando a limitação do equipamento de termossoldagem será possível obter resultados confiáveis que levem ao estabelecimento de um método para determinar a força de adesão da metalização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FINAT Technical Committee. **Technical handbook** – test methods. 7th ed. Hague/Netherlands: FINAT, 2005. 95 p.
2. MUELLER, K.; WEISSER, H. Numerical simulation of permeation through vacuum – coated laminated films. **Packaging Technology and Science**. West Sussex, v. 15, p. 29 – 36, 2002.
3. REARDEN, C. M. **Metallized papers and films: a new focus for global growth**. Disponível em: <<http://www.aimcal.org>>. Acesso em: ago. 2006.