

CETEA DESENVOLVE METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DA FORÇA DE ADESÃO DA METALIZAÇÃO EM FILMES PLÁSTICOS

*Léa Mariza de Oliveira
Fábio Gomes Teixeira*

Filmes de polipropileno biorientado - BOPP e de poli(tereftalato de etileno) - PET metalizados são muito utilizados em embalagens plásticas flexíveis laminadas utilizadas para acondicionar ampla gama de produtos, pois agregam boas propriedades mecânicas e de barreira a gases e umidade. Contudo, estas propriedades, assim como a aparência, a termossoldagem, a integridade e o desempenho da embalagem, são comprometidos quando ocorre a delaminação da estrutura laminada. 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 de diferentes fatores a exemplo 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.

Diferentes métodos para medir a força de adesão da metalização estão propostos na literatura internacional. Contudo, não estão normalizados. No Brasil, também não existe um método normalizado. Sendo assim, um parâmetro com influência nas propriedades finais da embalagem tem sido determinado por meio de diferentes métodos, muitas vezes propostos pelo próprio fabricante do filme metalizado, o que dificulta a comparação de resultados e, conseqüentemente, de produtos.

A fim de contribuir para a solução deste problema, um grupo de pesquisadores e técnicos da área de embalagens plásticas do CETEA trabalhou, por cerca de três anos, no desenvolvimento e validação de um método de ensaio para medir a força de adesão da metalização em filmes de BOPP e de PET. Este trabalho somente foi possível devido à colaboração de algumas petroquímicas e empresas fabricantes e usuárias de filmes metalizados que disponibilizaram amostras e ao apoio financeiro da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo e do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Um universo de cerca de 20 amostras de filmes metalizados, produzidos por diversas empresas, foi utilizado na fase de validação do método de ensaio de modo que a amostragem fosse representativa. Em nenhum momento foi questionado se os valores obtidos indicavam uma força de adesão apropriada ou não. O objetivo do trabalho era chegar a um método de ensaio estatisticamente validado, que pudesse ser aplicado a uma grande variedade de filmes de PET e de BOPP metalizados. O delineamento e a análise estatística foi feita através do software EstatcampExcel_Plus versão 1.6.

O método de ensaio apresentado tem por base informações disponíveis na literatura e consiste, basicamente, na termossoldagem de um filme plástico à face metalizada da amostra e posterior determinação da força necessária para separar os materiais. Aparentemente de fácil execução, o método exigiu a padronização de vários detalhes, a fim de que os resultados obtidos sejam comparáveis e requer atenção no preparo da amostra e na medida da força de adesão.

Os parâmetros considerados críticos para o método são:

- Condições de termosselagem (temperatura, tempo e pressão).
- Posicionamento da amostra entre os mordentes da termosseladora.
- Posicionamento do corpo-de-prova na Máquina Universal de Ensaio.

Método de ensaio

Os equipamentos, acessórios e insumos necessários para a execução do ensaio são:

1. Termosseladora com dois mordentes aquecidos, com 20 mm de largura, perfil liso, revestidos com teflon. A incerteza total recomendada para cada um dos parâmetros de termosselagem é: Temperatura: $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, tempo: $\pm 0,4\text{ s}$, força: $\pm 10\text{ N}$.
2. Máquina Universal de Ensaio, dotada de sistema para registro gráfico da curva “Força x Extensão”, com acessório capaz de manter o destacamento dos filmes termosselados em um ângulo de 90° .
3. Guilhotina ou outro acessório capaz de cortar corpos-de-prova com 25,4 mm de largura.
4. Cilindro metálico com cerca de 10 kg.
5. Fita dupla face Scotch® código 4274 ou equivalente.
6. Filme de EAA com 25 μm de espessura (resina Integral™ E100, da Dow Chemical Company ou similar), com pelo menos uma das faces não tratada.

A amostra e o filme selante devem ser condicionados em ambiente a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período mínimo de 24 horas. Cumprido o período de condicionamento, termosselar a face não tratada do filme de EAA à face metalizada da amostra, com a seladora operando nas seguintes condições: $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ / 5 segundos / 20 psi (138 kPa). O filme metalizado deve ser posicionado em contato com a barra inferior (Figura 1) e a termosselagem deve ser transversal à direção de fabricação da amostra e do filme selante. Devido à usual variabilidade da força de adesão do metal ao filme plástico, se recomenda que sejam ensaiados pelo menos 10 corpos-de-prova, retirados de pelo menos cinco operações de termosselagem.

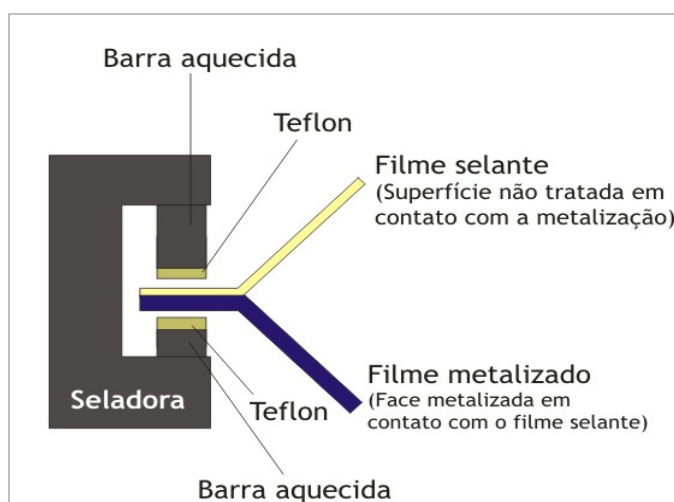


FIGURA 1. Esquema do posicionamento da amostra e do filme de EAA na termosseladora.

Condicionar o material termosselado a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e, preferencialmente, a $(50 \pm 5)\%$ UR por 24 horas. Em seguida, aplicar manualmente a fita dupla face sobre a face oposta à face termosselada do filme metalizado, cortar corpos-de-prova com 25,4 mm de largura e, sobre cada um deles, passar por três vezes um cilindro metálico com cerca de 10 kg, a fim de uniformizar a adesão da fita dupla face ao filme metalizado.

Fixar o corpo-de-prova na Máquina Universal de Ensaio de forma que o filme metalizado fique na garra fixa (Figura 2) e medir a força de adesão a uma velocidade constante de 305 mm/min. O CETEA/ITAL utiliza como garra fixa o dispositivo conhecido como roda germânica. Determinar a força média e, se desejado, a força máxima necessária para destacar a camada de metalização do substrato polimérico. A força média deve ser tomada em cerca de 10 mm a 14 mm de extensão da curva “Força (N) versus Extensão (mm)”, sempre desprezando a porção inicial e final da curva (Figura 3). Os resultados devem ser expressos em N/m com pelo menos três algarismos significativos.

Em seguida, avaliar o grau de destacamento da metalização em cada corpo-de-prova, de acordo com a escala qualitativa apresentada na Tabela 1. De modo geral, quanto maior a força de adesão, menor a quantidade de metal destacado, ou seja, menor o grau de destacamento da metalização.

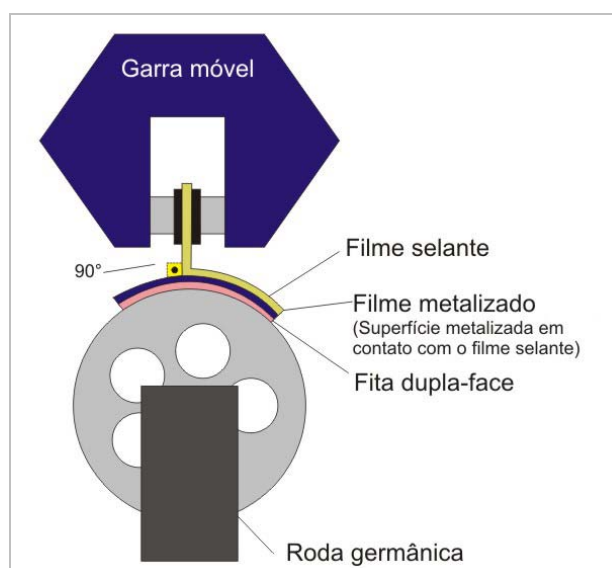


FIGURA 2. Esquema do posicionamento do corpo-de-prova na Máquina Universal de Ensaios com um ângulo de 90° entre o filme metalizado e a porção não termosselada do filme de EAA.

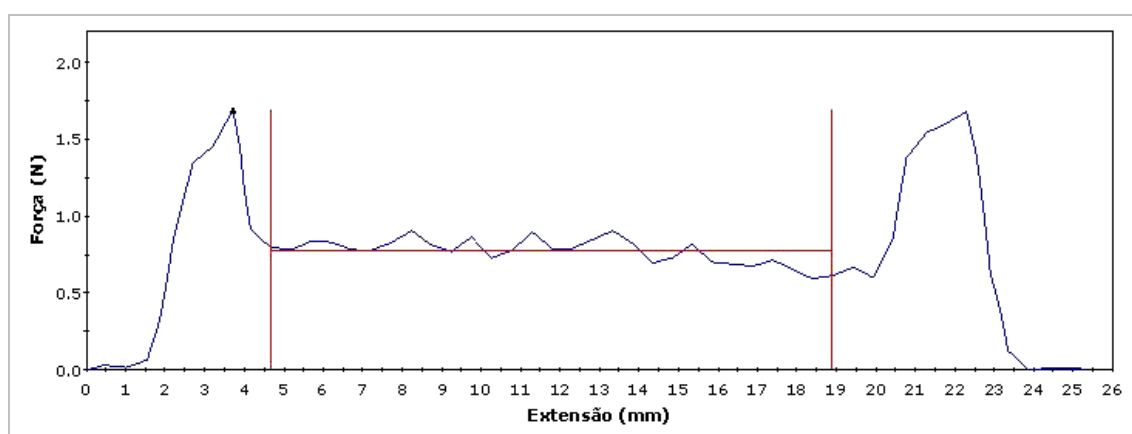


FIGURA 3. Curva força versus extensão indicando a região de cálculo da força média.

TABELA 1. 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 %