

PAPELÃO ONDULADO & COLAGEM

Carlos Fernando Colameo Motta¹ e Anna Lúcia Mourad²

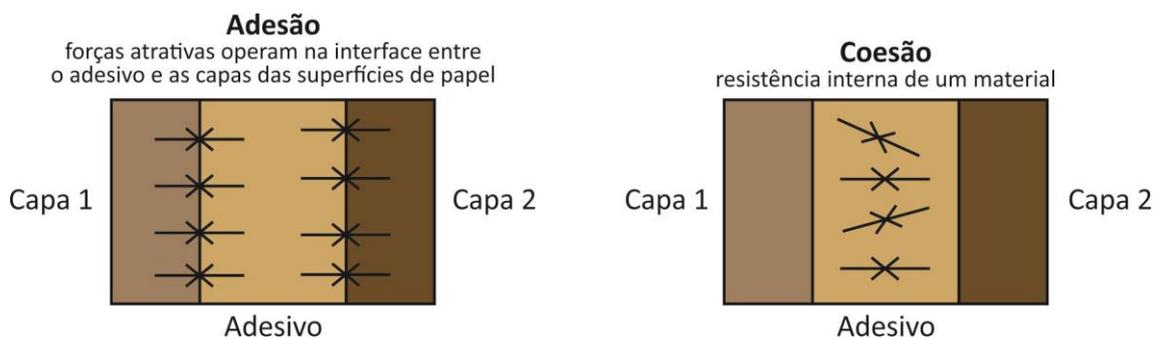
¹Diretor de Desenvolvimento de Produto Packaging and Consumer Goods Adhesives, Henkel Ltda.

²Pesquisadora Científica, CETEA/ITAL

Caixas de papelão ondulado desenvolvem importante papel na distribuição de alimentos e não alimentos, dentro da forma como atualmente a sociedade se organiza, consumindo bens das mais diversas origens, e sendo por isso uma das mais importantes formas de acondicionamento para transporte de produtos. Importância tão bem reconhecida que seus índices de produção e comercialização são importantes indicadores do aquecimento da nossa economia.

Dada a sua função, pode-se considerar que sejam elementos que atravessam grandes distâncias, cruzam regiões e países durante processo em que devem assegurar a proteção tanto do seu conteúdo bem como de sua própria integridade, pelo menos até alcançar seus destinos. Nesta longa trajetória, estas caixas são submetidas a diferentes adversidades, como choques, vibrações, quedas, compressões e variações significativas de temperatura e umidade. Entretanto, dado que desempenham uma função secundária de transporte, em geral, estes materiais não podem elevar significativamente o custo do produto transportado propriamente dito e, em geral, têm que ser especificados para uma condição média de uso. Esta característica demanda que todas as etapas de sua fabricação sejam otimizadas. Demanda que suas propriedades de resistência mecânica sejam adequadas à finalidade de uso. Neste sentido, a seleção dos materiais para a sua fabricação, compostos na sua maioria por materiais reciclados, deve estar estritamente correlacionada com o desempenho necessário para cada tipo de caixa. A seleção do tipo de onda, do design da caixa, da necessidade de uso de materiais que reduzam a absorção de umidade, de ventilação, dentre outros, estão entre os fatores que têm que ser considerados para a obtenção da caixa com propriedades necessárias. Dentre as muitas variáveis que influenciam no desempenho destas embalagens de transporte, este artigo pretende focalizar sua atenção na colagem de fechamento da caixa, como a junta do fabricante ou a colagem externa de caixas *wraparound*, ambas com funções semelhantes. Em termos de colagem faz-se necessário distinguir primeiramente adesão de coesão, termos que muitas vezes são confundidos e são importantes para o entendimento da eficiência de colagem.

Dentre os vários textos que definem esses termos, as definições adotadas por Fraunhofer permitem bom entendimento dos processos envolvidos. "Adesão" é a atração molecular exercida entre as superfícies de corposem contato. "Coesão" é a atração molecular através da qual as partículas de um corpo estão unidasem toda a massa. Em outras palavras, a adesão é qualquer processo de atraçãoentre espécies moleculares diferentes, que foram colocadas em contato direto de modo que o adesivo "se apegar" ou se liga ao substrato aplicado. Por outro lado, a coesão é um processo de atração que ocorreentre moléculas similares, principalmente como resultado deligações que se formaram entre os componentes individuaisdo agente adesivo ou cimentante. Assim, a coesão poder ser definida como a força interna de um adesivo devido avárias interações dentro desse adesivo que se ligamà massajuntos, enquanto a adesão é a ligação de um material aoutro, ou seja, um adesivo para um substrato, devido a um númerode diferentes interações possíveis entre as superfícies de interface. Essas diferenças são mostradas esquematicamentena Figura 1.



Assim, na junta do fabricante, forças adesivas atuam entre as superfícies de contato do papel e da cola, e forças coesivas atuam dentro da massa do próprio adesivo. As características das gomas de mascar ou chicletes ilustram claramente a diferença entre estes fenômenos. O chiclete mantém-se como uma massa única durante a mastigação devido à boa coesão e, neste caso, permite que a goma seja soprada em uma bolha. Esses materiais, no entanto, apresentam uma adesão fraca medida em que não se aderem facilmente aos dentes ou outras superfícies, a menos que os efeitos mecânicos intervenham.

Quando se observa a nível microscópico a superfície do papel, que é formada por fibras entrelaçadas e unidas, verifica-se que estas estruturas não são uniformes e lisas a nível molecular, como ilustrado na Figura 2.

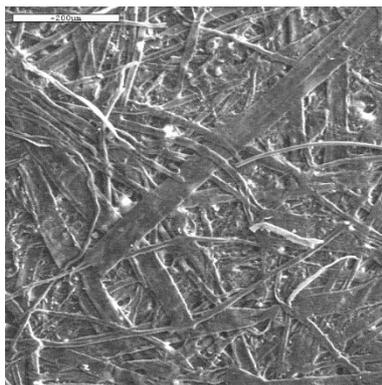


Figura 2. Microfotografia obtida em sistema MEV/EDX de papel capa de caixa de papelão ondulado. Fonte: CETEA/ITAL

A força da adesão entre dois materiais depende das interações entre os mesmos e da área superficial de contato. Por esta razão, muitos fatores influenciam no processo de adesão, como, por exemplo, o ângulo de contato e a tensão superficial. Materiais que se espalham uns sobre os outros tendem a ter uma maior área de contato. O espalhamento depende da umectação ou "molhagem". Molhar é a capacidade de um líquido formar uma interface com uma superfície sólida e o grau de molhamento é avaliado em função do ângulo de contato θ formado entre o líquido e a superfície sólida do substrato. Este ângulo é determinado tanto pela tensão superficial do líquido como pela natureza e condição da superfície do substrato. Quanto menor o ângulo de contato e menor a tensão superficial do líquido, maior o grau de molhamento, ou seja, a gota de líquido espalha-se pela superfície do substrato desde que esta seja limpa e não contaminada, como ilustrado na Figura 3.

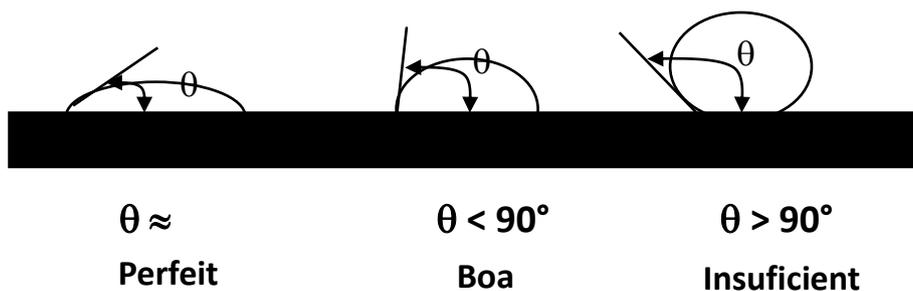


Figura 3. Ilustração das diferentes situações de ângulo de contato entre adesivo e substrato.

O ângulo de contato θ é uma função tanto da adesão dispersiva (a interação entre as moléculas no adesivo e as do sólido) quanto da coesão dentro do adesivo líquido. Se houver uma forte adesão à superfície do substrato e fraca coesão dentro do líquido, há um alto grau de molhamento, ou seja, condições liofílicas. Por outro lado, uma combinação de adesão fraca e forte coesão resulta em condições liofóbicas, com altos ângulos de contato e molhamento fraco da superfície do substrato, originando gotas na superfície em vez de formação de um filme uniforme.

Um pequeno ângulo de contato indica que maior adesão está presente porque existe uma grande área de contato entre o adesivo e o substrato, resultando em uma maior energia de superfície do substrato e uma alta força interativa entre o líquido e o substrato.

Essas relações também podem ser entendidas de outra forma. Quando a superfície é molhada, o ângulo de contato é inferior a 90° ($\theta < 90^\circ$), o substrato tem alta energia de superfície e as forças de adesão entre substrato e líquido são maiores do que as forças de coesão dentro do adesivo (isto é, a tensão superficial do líquido, γ) e o líquido pode se espalhar sobre a superfície do substrato. Se a superfície tiver pouca energia (ou está contaminada), $\theta > 90^\circ$, a coesão dentro do adesivo pode exceder a adesão entre líquido e substrato, de modo que haja uma molhagem fraca, com o líquido formando gotas na superfície.

Para que ocorra uma excelente umectação das superfícies a serem coladas, o adesivo deve estar no estado líquido no momento da aplicação. Os adesivos aquosos são líquidos por conterem água como veículo, enquanto os adesivos *hot melt*, isentos de solventes, passam ao estado líquido através de aquecimento acima do seu ponto de amolecimento.

As superfícies a serem coladas devem estar limpas, secas e íntegras (livres de pó, graxa ou oleosidades, e sem camadas débeis). Uma compressão adequada e suficiente deve ser promovida logo após a aplicação do adesivo, para auxiliar no espalhamento do mesmo sobre as superfícies a serem coladas. Esta compressão deve ser mantida até que o adesivo alcance coesão interna suficiente para manter os corpos unidos firmemente.

A máxima coesão será alcançada quando o adesivo estiver seco (no caso de adesivos aquosos) ou quando estiver retornado ao estado sólido (no caso dos adesivos *hot melt*).

Principais Adesivos para Embalagens Celulósicas

Existem atualmente três principais classes de adesivos utilizados para a colagem de embalagens celulósicas: *Hot melts*, dispersões aquosas de polímeros sintéticos e adesivos aquosos à base de polímeros naturais.

Hot Melts

Estes adesivos são sólidos à temperatura ambiente. Quando aquecidos acima de seu ponto de amolecimento, passam ao estado líquido e assim são aplicados. Em contato com as superfícies a serem coladas, resfriam rapidamente, voltando ao estado sólido. São formulados para trabalharem em

temperaturas que variam na faixa de 120 a 180°Ce são compostos por misturas de polímeros termoplásticos, resinas adesivas, ceras, parafinas e antioxidantes. Os polímeros termoplásticos mais utilizados são o EVA (co-polímero de etileno e acetato de vinila), as poliolefinas (mPO) e as borrachas estirênicas (SIS, SBS).

A vantagem principal do adesivo *hot melt* é a rapidez no processo de colagem, possibilitando altas velocidades de máquina. Outras vantagens são a versatilidade, baixa quantidade necessária por peça colada, isenção de solventes.

Dispersões Aquosas de Polímeros Sintéticos

As chamadas cola base água são em geral constituídas por dispersões aquosas de resinas vinílicas, tais como o PVAc (acetato de polivinila) ou o VAE (co-polímero acetato de vinila e etileno). Resinas acrílicas também são utilizadas, se bem que em menor escala.

Dentre as vantagens dos adesivos aquosos está a sua versatilidade, podendo ser aplicados sobre larga gama de substratos em diferentes sistemas de aplicação. Uma das superfícies a serem coladas deve permitir a absorção da água para que o adesivo seque.

Adesivos Aquosos de Polímeros Naturais

Os adesivos de base natural mais utilizados para as embalagens celulósicas são formulados à base de amidos, dextrinas, látex de borracha ou gelatina. Apresentam custo relativamente mais baixo, alta aderência (tack) inicial, porém a adesão é limitada. Ao menos uma das superfícies deve proporcionar a absorção da água do adesivo, para que ele seque.

Para se obter uma boa colagem, é necessário que vários fatores sejam observados.

Recomendações para Garantia de Bom Processo de Colagem

Em primeiro lugar é preciso conhecer qual o sistema de aplicação que será utilizado, pois ele é quem determinará o tipo de adesivo a ser selecionado. Existem sistemas de aplicação para adesivos *hot melt* e para adesivos de base aquosa. A partir do conhecimento do tipo de sistema de aplicação será possível selecionar o tipo de adesivo. A viscosidade ideal de cada adesivo depende das particularidades de cada sistema de aplicação, seja ele do tipo *hot melt* ou para adesivos aquosos.

Numa segunda etapa é importante conhecer os parâmetros da máquina que fará a colagem, como velocidades mínima e máxima de operação, tempo entre a aplicação do adesivo até o momento de união das partes a serem coladas, e o tempo de compressão na velocidade máxima. Estes parâmetros determinarão os parâmetros de especificação do adesivo como “tack inicial” e o “tempo em aberto do adesivo”.

A seleção dos adesivos também deve considerar os tipos de substratos a serem unidos, se possuem ou não revestimentos, e as faixas de temperatura e umidade relativa do ambiente.

As condições de transporte e armazenamento também devem ser identificadas, como, por exemplo, se a embalagem é refrigerada ou se haverá exposição a altas temperaturas durante o transporte.

Quando se trata de embalagem para alimentos, deve-se ainda atender às regulamentações vigentes, como as da ANVISA no caso específico do Brasil. O adesivo selecionado deve cumprir a regulamentação, não oferecendo qualquer risco de contaminação do alimento.

Por fim, é necessário que os operadores do processo de colagem estejam treinados e aptos a promoverem ajustes necessários para obterem um excelente processo de colagem.

REFERÊNCIAS

FRAUNHOFER, J.A. Adhesion and Cohesion, International Journal of Dentistry, vol. 2012, Article ID 951324, 8 pages, 2012. doi:10.1155/2012/951324

KIRWAN, M. J. (ed). Paper and Paperboard Packaging Technology. John Wiley & Sons, 2008, 456p.

RODRIGUES, D., Chagas, R., Aguiar, F.E.C. Importância da qualidade do adesivo na produção de papelão corrugado. Revista O Papel, abril 2014, p. 59-61.