

SISTEMAS ADESIVOS PARA EMBALAGENS FLEXÍVEIS ADESIVOS POLIURETÂNICOS

Aline Brionísio Lemos

Os adesivos são utilizados pelo homem há milhares de anos de acordo com evidências como uso de resinas de plantas usadas na fabricação de artefatos como ferramentas e armas, de sangue animal, que possui propriedades adesivas conferidas pela albumina, nas construções dentre outras. Por volta de 1830, a borracha natural começou a ser utilizada como adesivo. Alguns anos depois, a descoberta da vulcanização da borracha por Goodyear marcou a história dos plásticos e dos adesivos sintéticos. No início do século XX, o cientista Beakeland sintetizou a primeira resina fenólica, denominada "Bakelite". Nas décadas seguintes com o desenvolvimento de plásticos e adesivos sintéticos, veio a produção das borrachas sintéticas como policloropreno, silicone, resinas epóxi e poliuretanos. Depois da Segunda Guerra Mundial surgiram os adesivos à base de metacrilato e cianoacrilato.

Antes de definir os conceitos básicos sobre adesivos, será considerada a seguinte situação: quando entre duas superfícies de vidro é introduzido um líquido polar, como a água, observa-se em nível microscópico, a atração entre os grupos polares do vidro e a água e, conseqüentemente, o espalhamento do líquido sobre toda a extensão da superfície, preenchendo suas rugosidades, "molhando", assim, o vidro, conforme ilustra a Figura 1. Macroscopicamente, ao se tentar tracionar as superfícies, nota-se uma resistência à separação. E se, ainda, o filme de água formado for congelado, as superfícies permanecerão unidas.

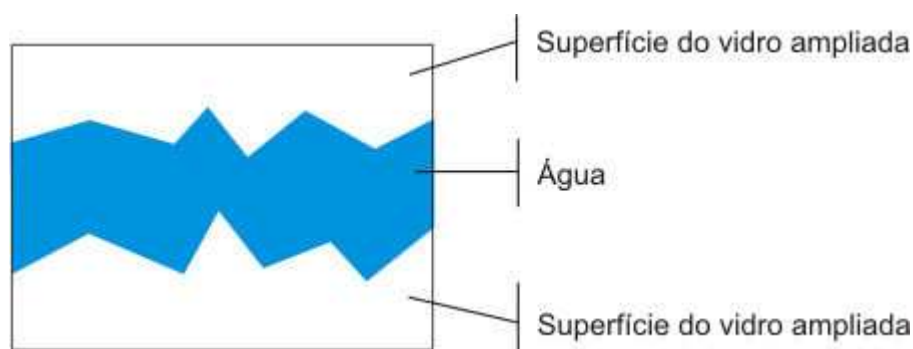


FIGURA 1. Esquema do sistema superfície de vidro/água/superfície de vidro ampliado.

Assim, pode-se dizer que a ligação é a união entre dois substratos, no caso, as superfícies de vidro, utilizando um adesivo, no caso, a água. De acordo com a norma DIN

EN 923, um adesivo é definido como uma substância não-metálica que age através dos fenômenos de adesão e coesão.

O fenômeno de adesão é função das interações moleculares entre a superfície do substrato e o adesivo. Ao ocorrer essa interação o adesivo tem sua estrutura molecular modificada na região de contato (também denominada de região de adesão). Já a coesão ocorre devido às interações moleculares existentes entre as próprias moléculas do adesivo na região de coesão. Na Figura 2 estão representadas as diferentes regiões de uma estrutura formada por dois substratos unidos por um adesivo.

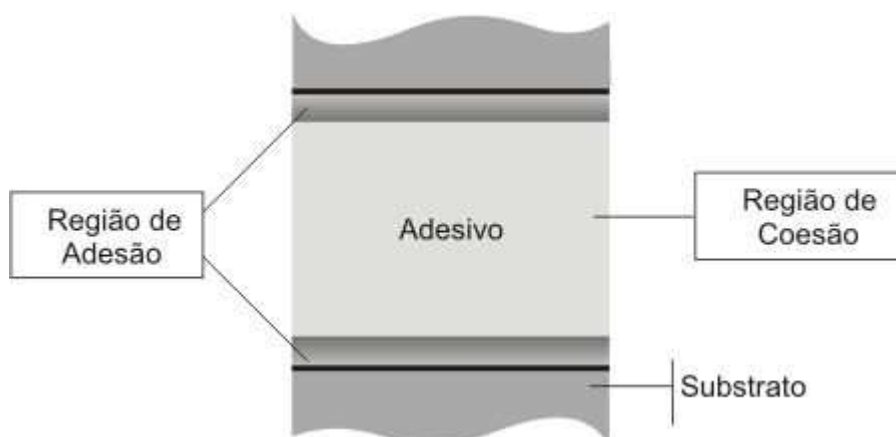


FIGURA 2. Diferentes regiões de uma estrutura formada por dois substratos unidos por um adesivo.

Visto que as forças adesivas são formadas por atrações entre moléculas vizinhas presentes na região de adesão, é necessário que a distância entre essas moléculas seja cerca de 3 a 5 Ångström, ou seja, deve haver uma proximidade muito grande para que a adesão ocorra. Na prática, o adesivo, no momento da aplicação, deve ser capaz de "molhar" completamente a superfície do substrato e deve ter uma viscosidade baixa o suficiente para fluir e preencher todas as irregularidades da superfície do substrato, a fim de se estabelecer uma aproximação substrato/adesivo em escala molecular.

Os adesivos podem ser classificados de várias formas: pelo tipo de polímero, tipo de solvente ou categoria de aplicação. Outra possível classificação considera dois grupos: natural e sintético. Entretanto, uma das classificações mais usuais baseia-se no mecanismo de cura. A cura é o processo de desenvolvimento das ligações através de mecanismos físico-químicos ou químicos. A Figura 3 apresenta um quadro que mostra, de maneira geral, algumas das classes de adesivos, segundo o mecanismo de cura.

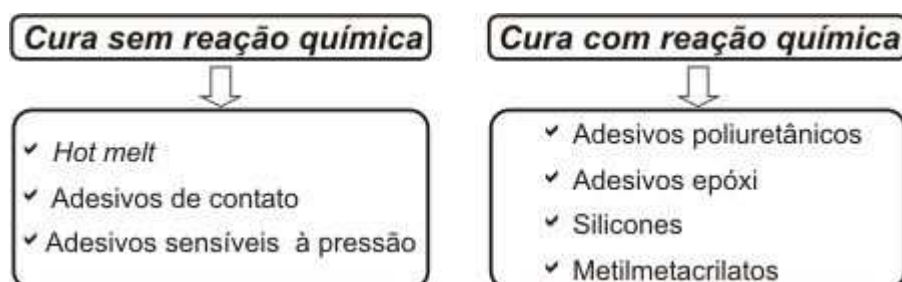
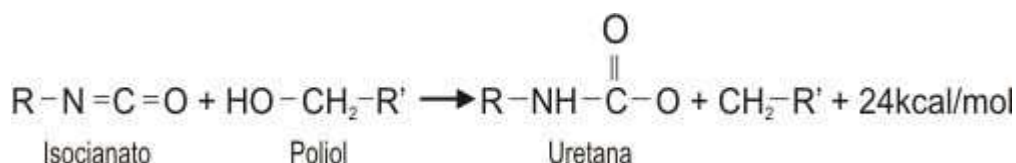


FIGURA 3. Exemplo de algumas classes de adesivos.

Uma das classes de adesivos mais utilizadas na produção de embalagens flexíveis são os poliuretânicos. Por volta de 1930, Otto Bayer concluiu que a reação de poliadição entre um poliol e um isocianato originava, em pouco tempo, uma estrutura molecular conhecida como poliuretano (PU).

Basicamente, a reação de obtenção de poliuretano é:



Os compostos contendo hidroxila (R-OH) podem variar quanto ao peso molecular, natureza química e funcionalidade. Os adesivos à base de poliol poliéster apresentam excelente resistência química, a produtos agressivos e a altas temperaturas, porém são mais sensíveis à hidrólise, por serem altamente reativos. Também possuem boas propriedades de adesão que se devem à alta polaridade do grupo funcional éster. São indicados para estruturas de alta performance.

Os adesivos à base de polióis poliéteres não apresentam adesão tão boa quanto à dos poliésteres, todavia possuem maior resistência à hidrólise, o que os torna indicados para a produção de estruturas de uso geral.

Os isocianatos (R'-NCO) podem ser aromáticos ou alifáticos. Esta flexibilidade de escolha de reagentes permite obter uma infinita variedade de compostos com diferentes propriedades físicas e químicas, fazendo com que seja possível atender às necessidades específicas de uma determinada aplicação. Alguns dos diisocianatos mais utilizados em adesivos são: TDI (toluenodiisocianato), MDI (difenilmetadiisocianato), IPDI (Isoforodiisocianato) e HDI (hexametileno diisocianato). As estruturas químicas dessas substâncias são apresentadas na Figura 4.

O MDI possui grande reatividade e baixo custo; o TDI também possui baixo custo e reatividade média, enquanto o IPDI e o HDI, devido à natureza alifática, possuem menor reatividade.

Os adesivos poliuretânicos podem ser mono ou bicomponente.

Os monocomponentes contam com apenas um componente, geralmente o isocianato, que cura por reação com a umidade do ar. Estes adesivos normalmente necessitam de pelo menos 40% de umidade relativa do ar para que se processe a cura.

Os bicomponentes contam com dois componentes, o isocianato e o poliol. A natureza química dos polióis influencia a força das interações moleculares do adesivo e a proporção isocianato/poliol tem influência determinante na densidade de ligações cruzadas (cross-linking) entre as cadeias poliméricas. O excesso de isocianato leva à obtenção de filmes mais duros, enquanto um excesso de poliol resulta em adesivos de maior elasticidade. Adesivos com maior teor de ligações cruzadas exibem ESTRUTURAS mais fortes, maior resistência à tensão e ao rasgo, porém menor elasticidade. Em geral as

resistências a altas temperaturas, água, solventes, plastificantes, e a óleos e gorduras aumentam com o teor de ligações cruzadas.

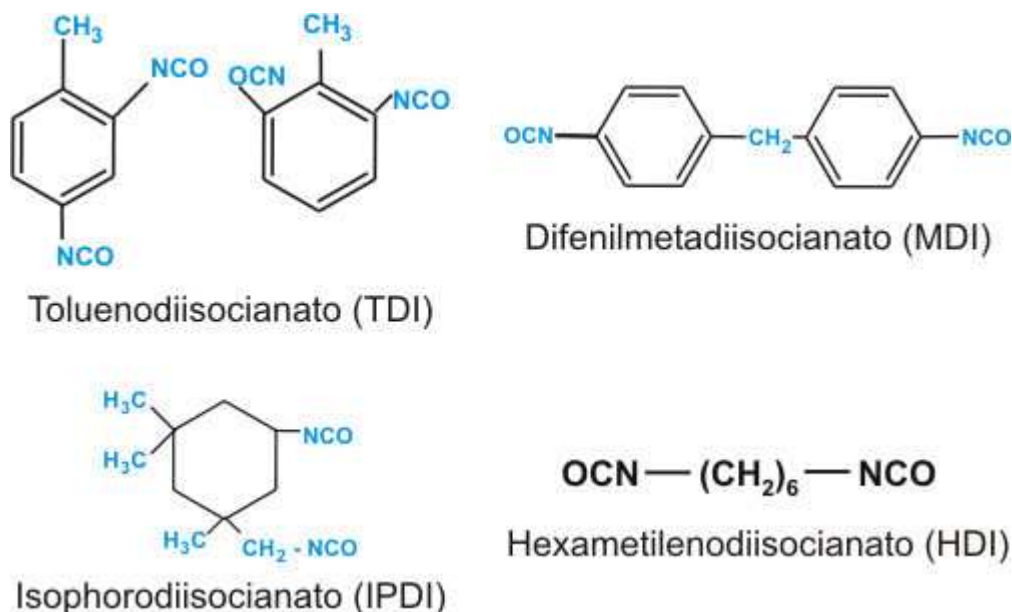


FIGURA 4. Estruturas químicas de alguns isocianatos.

Há uma classificação geral dos adesivos poliuretânicos quanto à presença e ao tipo de solvente utilizado:

Base solvente: Utiliza-se o acetato de etila como solvente de diluição. Podem ser mono ou bicomponentes.

Base álcool: Utiliza-se álcool etílico anidro (99,5%) ou em alguns países álcool isopropílico como solvente de diluição, logo os problemas com odor residual são reduzidos. São bicomponentes.

Solvent-less: Não contém solventes para diluição, logo, não há problemas de solvente residual. Podem ser mono ou bicomponentes. A diferença básica entre um adesivo base solvente e um sem solvente é seu peso molecular, ou seja, adesivos base solvente têm um peso molecular maior que os sem solvente, por essa razão apresentam certas vantagens, como por exemplo, adesão inicial. Outra diferença é o tipo de aplicação, o solvent-less necessita de uma máquina laminadora especial com sistema de rolos aplicadores diferenciados do sistema solvente.

É interessante ressaltar que também podem ser utilizadas dispersões aquosas poliuretânicas (PUD's) no processo de laminação, entretanto, os solventes orgânicos são mais voláteis e fáceis de serem removidos, enquanto as PUD's necessitam de aumento no fluxo de ar quente nos fornos de secagem, para a remoção da água do adesivo. Existem alguns fatores importantes na escolha de um adesivo como desempenho final requerido da embalagem, tempo de cura, retenção de solvente, força de adesão inicial (green tack), relação com aditivos de filmes, resistência a produtos agressivos, custo, e outros.

No âmbito mercadológico, o setor de adesivos tem mantido taxas favoráveis de crescimento e se inovando com uma certa constância. Dados da Associação Brasileira da

Indústria Química (ABIQUM) revelam que a produção brasileira de adesivos registrou taxas de crescimento nos últimos anos. Tecnologias modernas e ambientalmente mais limpas têm sido valorizadas, visto que dados da ABIQUM mostram que adesivos base água e solvent-less, ampliaram sua participação no mercado, em detrimento dos adesivos base solvente.

A demanda tecnológica crescente do industrial brasileiro impulsiona a tendência à modernização. Diante disso, têm sido desenvolvidas novas tecnologias de adesivos utilizando cura por UV (raios ultravioleta) e por eletrobeam (EB - feixe de elétrons), voltados para o mercado de laminação de embalagens flexíveis.

Literatura Consultada

BOOTH, KEN (Ed.) **Industrial packaging adhesives**. Glasgow: Blackie and Son Ltd., 1990. 282 p.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M. et al. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 267 p.

THE ASSOCIATION OF EUROPEAN ADHESIVES MANUFACTURERS (FEICA). **Bonding/adhesives**: textbook. 87 p. Educational materials. Disponível em: <http://www.feica.com/pdf/040418_Textheft_RZ1.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2004.

ABIQUM. **O que é poliuretano**. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/poliuretanos/oqueepoli.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2004.

ABIQUM. **A química do poliuretano**. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/poliuretanos/quimicamente.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2004.

FURTADO, M. Adesivos. **Química e derivados**, São Paulo, v. 39, n. 425, p. 12-14, 18-20, 22, abr. 2004.

MANO, E. B.; MENDES, L. C.. **Introdução a polímeros**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 191 p.

VILAR CONSULTORIA. **Química e tecnologia de poliuretanos**. Disponível em: <<http://poliuretanos.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 2004.