

# Adesão aos substratos de concreto e argamassa

Eng<sup>o</sup> Marcelo Iliescu

[www.iliescu.com.br](http://www.iliescu.com.br)

[iliescu@iliescu.com.br](mailto:iliescu@iliescu.com.br)

# Introdução

1. Modernamente, a adesão de camada de argamassa sobre concreto ou sobre a argamassa existente ou dos revestimentos sobre argamassa tornou-se conhecimento vital para os construtores, haja visto a quantidade de problemas ocorridos quando as camadas se descolam;
2. Os usuários das diversas edificações ou obras de grande porte tais como pontes e viadutos, portos, barragens, túneis e pavimentos sentem-se incomodados com as sucessivas interrupções para manutenção dos elementos estruturais e os gestores das instituições exigem melhor preparo dos construtores;
3. Nestes termos, as demandas por adesivos e selantes tendem a aumentar e a presente conferência tentará apresentar uma visão geral dos conceitos e dos materiais utilizados.

# Definição da Abiquim

- **ADESÃO:** É a capacidade de umectação e afinidade de um adesivo ou selante a um ou mais substratos. A força de adesão está baseada nas forças de atração entre as moléculas do adesivo ou selante e das superfícies a serem coladas.
- **COESÃO:** É a própria resistência interna oferecida a esforços do adesivo ou selante. Quanto mais forte forem as forças intermoleculares do adesivo, maior a coesão e conseqüentemente a resistência ao descolamento.
- **VISCOSIDADE:** É a resistência oferecida pelo adesivo ou selante ao escoar ou fluir. A viscosidade de um adesivo depende basicamente da sua natureza química, da agitação antes de seu uso e da temperatura em que está sendo aplicado.
- **TEMPO ABERTO:** É o máximo intervalo de tempo que se pode aguardar, desde a aplicação do adesivo ou selante, e ainda obter uma boa colagem. Dependerá do tipo de adesivo, da natureza dos substratos e das condições ambientais.

# Definição da Abiquim

- **CURA:** Processo físico-químico pelo qual o adesivo ou selante sofre aumento em sua coesão interna. A cura de um adesivo pode se dar através de processos físicos, químicos ou ambos.
- **TEMPO DE CURA:** É o tempo necessário para que o adesivo ou selante alcance sua máxima coesão interna, ou seja, a sua cura completa. Dependerá da natureza do adesivo, da sua interação com os substratos e das condições ambientais.
- **PEGA OU TACK:** É a força de adesão inicial que se pode sentir na virtual ausência de pressão. Na prática, é a capacidade do adesivo ou selante em manter os substratos unidos de imediato, logo que postos em contato.
- **TEOR DE SÓLIDOS:** É a quantidade do extrato seco existente no adesivo ou selante.
- **RESISTÊNCIA À TEMPERATURA:** É a capacidade do adesivo ou selante em suportar esforços e manter a junta adesiva quando submetido a uma determinada temperatura. Dependerá da natureza do adesivo, de sua cura completa, do tipo e intensidade de esforços aplicados à junta adesiva.

# Definição da Abiquim

- **ESTABILIDADE TÉRMICA:** É a capacidade do adesivo ou selante em manter suas propriedades inalteradas quando submetido a uma determinada temperatura ao longo do tempo. Entre polímeros, seu coeficiente é 2 a 10 maior que o do concreto.
- **POT LIFE:** É o tempo máximo que um adesivo ou selante de reação química pode aguardar no coleiro (recipiente em que a cola é aquecida) para ser aplicado antes que sua cura alcance tal desenvolvimento que impeça a perfeita umectação dos substratos.
- **VIDA ÚTIL:** É o tempo máximo que um adesivo ou selante pode ser estocado dentro de sua embalagem original, preservando todas as suas propriedades.
- **TENSÃO E DEFORMAÇÃO DE TRAÇÃO:** Nos adesivos termofixos, elas são maiores do que as do substrato. A deformação por tração é um parâmetro da flexibilidade e da capacidade de alongamento do adesivo.

# Definição da Abiquim

- **TENSÃO DE COMPRESSÃO:** Deve ser da mesma ordem de grandeza do substrato existente.
- **TENSÃO DE CISALHAMENTO:** É compreendida como “tensão de adesão”  
É ensaiada pela ASTM C882.
- **TENSÃO DE FLEXÃO:** Raramente é fator crítico, pois nos adesivos mais utilizados é maior que a do substrato. É também um indicador de rigidez.
- **MÓDULO DE DEFORMAÇÃO LONGITUDINAL:** Outro indicador de rigidez do adesivo. É dependente da variação de temperatura. Tem valores de 2 a 20% daquele do concreto. Significa que material de reparo com baixo módulo de deformação tem menor potencial para fissurar e delaminar.
- **RESISTÊNCIA À DEFORMAÇÃO LENTA SOB TENSÃO CTE.(CREEP):** Os polímeros termofixos a têm alta, mas os termoplásticos não. Assim não podem ser usados em recuperação de estruturas.

# Definição da Abiquim

- **RESISTÊNCIA À ÁGUA E AOS ELEMENTOS QUÍMICOS:** É variável entre as famílias de polímeros e, mesmo no interior destas. O ensaio se faz imergindo uma amostra no agente especificado por um certo tempo e temp.
- **PERMEABILIDADE:** Necessária para determinados usos.

# Mecanismos de Adesão

- Existem diversos mecanismos para explicar a adesão de dois corpos:
  1. Teoria da Adsorção;
  2. Teoria da Adesão Mecânica;
  3. Teoria da Difusão;
  4. Teoria da Adesão Química;
  5. Teoria Eletroestática;
  6. Teoria Ácido-Base;
  7. Teoria da fraca camada de vizinhança.



# Mecanismos de Adesão

**Teoria da Adsorção** – considera que adesão resulta de contato intermolecular íntimo de dois materiais, envolvendo forças superficiais que se desenvolvem entre os átomos aí presentes.

É o mais importante mecanismo para a teoria da adesão.

Entre as forças mais comuns temos as de **van der Waals**, as **interações ácido-base** e as **pontes de hidrogênio**.

**Teoria da Adesão Mecânica** – resulta da penetração do adesivo nos poros, nas aberturas ou qq outra irregularidade do substrato e aí ocorre o **travamento**.

Neste caso, a rugosidade conta pontos favoráveis.

# Mecanismos de Adesão

**Teoria da Difusão** – explica a adesão de polímeros entre si e de materiais viscosos. É necessário que sejam compatíveis e miscíveis entre si para que haja a interpenetração das cadeias nas superfícies do adesivo e do aderente pela difusão mútua de suas moléculas.

Os parâmetros são o tempo de contato, temperatura, massa molecular, estado físico e polaridade.

**Teoria da Adesão Química** – atribui a adesão a uma reação química entre as partes envolvidas que produz uma ligação que não pode ser quebrada sem produzir danos.

**Teoria Eletroestática** – está assente sobre a diferença de eletronegatividade dos materiais a serem aderidos, como nos casos ácido-base e nas ligações iônicas.

# Fatores que influenciam a Adesão

# Propriedades Físicas dos Adesivos

|                                   | Acrílico | Epóxi | Poliéster | Poliuretano | Silicone | SBR |
|-----------------------------------|----------|-------|-----------|-------------|----------|-----|
| Tensão de tração MPa<br>ASTM D638 |          |       |           |             |          |     |
| Alongam de tração %<br>ASTM D638  |          |       |           |             |          |     |
| Tensão de compr. MPa<br>ASTM D695 |          |       |           |             |          |     |
| Módulo de compr. GPa<br>ASTM D695 |          |       |           |             |          |     |
|                                   |          |       |           |             |          |     |
|                                   |          |       |           |             |          |     |

# Resistência de colagem do adesivo

Depende das seguintes propriedades:

1. Adesão do adesivo ao material do substrato;
2. Coesão do adesivo;
3. Coesão do material do substrato;

Como numa corrente, o adesivo será tão forte quanto a mais fraca de suas partes componentes.

- Resistência à tração e alongamento – Em geral, é maior que a do substrato. Os alongamentos demonstram flexibilidade do adesivo e sua capacidade de movimento;
- Resistência à compressão – Em geral, é semelhante à do substrato;
- Resistência ao cisalhamento – É determinada pela "slant-shear tests" da ASTM C882;
- Resistência à flexão – É uma indicação da rigidez do adesivo;

# Resistência de colagem do adesivo

- Módulo de elasticidade – É a medida quantitativa da rigidez do adesivo e é afetado pela temperatura. Os valores são significativamente menores que os do C, o que permite maior flexibilidade no reparo e melhor adaptação ao fissuramento;
- Resistência à fluência – Para tensões constantes, cada adesivo deforma-se com características próprias. Os adesivos termoplásticos não podem ser utilizados sob carga constante pois escoam com facilidade, diferente dos termofixos com alta resistência ao “creep”;
- Coeficiente de expansão térmica – Em geral, é superior ao do C, de 2 a 10 vezes. Esta questão deve ser examinada, pois a diferença de coeficientes produz tensões, às vezes elevadas, no C;
- Resistência química e à da água – Analisadas por imersão nos meios;

# Resistência de colagem do adesivo

- Permeabilidade – Em caso de utilização de adesivos impermeáveis, deve-se tomar cuidado com a difusão da umidade entre o adesivo e o substrato;
- Viscosidade – Baixíssima é necessária para penetrar nas fissuras sem a utilização de bombas de injeção. No caso de substratos verticais, devem ser utilizados adesivos tixotrópicos;
- Sensibilidade à umidade durante a cura – Se houver umidade, o adesivo deve ser insensível à ela;
- Fissuras por  $\Delta\theta$  no C – Caso as fissuras não possam ser fechadas antes de sua aplicação, o adesivo deve ser escolhido de forma a resistir às tensões de abertura destas fissuras;
- Pot Life – Adesivos que ganham resistência rapidamente podem ajudar a restaurar o trânsito ou são úteis quando há umidade ou o frio pode atrapalhar a cura. Entretanto, para aderir em longos comprimentos é preferível um ganho mais lento;

# Resistência de colagem do adesivo

- Umidade – em sua presença, alguns adesivos não curam. É necessário então, substituí-los;
- Traço – É conveniente dosar o adesivo ou o selante em partes iguais ou uma o dobro da outra ou, ainda, o quádruplo da outra. Em obra é desagradável qualquer outro traço;



# Concreto como substrato

- Concreto é um substrato que, eventualmente, é difícil de aderir. Os 4 fatores que contribuem são:
  1. É extremamente alcalino;
  2. Tem uma superfície frágil que deve ser tratada ou removida;
  3. Tende a fissurar em pouco tempo após ter sido formada;
  4. A principal dificuldade com a adesão é devida à presença da umidade, que pode estar retida no concreto e pode, ainda, estar presente no C endurecido advinda do meio ambiente.
- O substrato em C produz uma superfície que se altera durante sua cura e, também, durante a exposição ao meio ambiente. Esta superfície é dependente das condições de temperatura e da umidade durante a sua cura.
- O substrato em C deve estar livre de contaminantes tais como restos de C, óleos, graxas e resíduos de compostos de cura. Todas as gotas de água devem ser removidas antes do adesivo ser aplicado.
- Adesivos normalmente usados no C devem ser formulados de tal forma que se curem em presença de umidade. Além disso, sua viscosidade deve permitir-lhe penetrar no C para desenvolver aderência.

# Normas americanas

- ACI: 224.1 Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures  
503R Use of Epoxy Compounds with Concrete  
503.1 Standard Specification of Bonding Hardened Concrete, Steel, Wood, Brick, and other Material to Hardened Concrete with a Multi-Component Epoxy Adhesive  
5.3.2 Standard Specification for Bonding Plastic Concrete to Hardened Concrete with a Multi-Component Epoxy Adhesive
- ASTM: C192 Specification of Making and Curing C Test Specimens in the Laboratory  
C881 Specification of Epoxy Resin base Bonding Systems for Concrete  
C882 Test Method for Bond Strength of Epoxy Resin Systems Used with C  
C1042 Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used with Concrete  
C1059 Specification of Latex Agents for Binding Fresh to Hardened Concrete  
E488 Test Method for Strength of Anchors in Concrete and Masonry Units

Normas e especificações de Adesivos e Selantes para substratos de C