

Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas

Boas práticas



Organizadoras
Fabiola Rago Beltrame
Kai Loh

As Recomendações Técnicas Habitare, volume 5, reúne os princípios básicos e as práticas mais recomendadas para a aplicação de selantes em juntas de movimentações de fachadas de edifícios.

A publicação foi organizada com o objetivo de apoiar os trabalhos em obras, e traz importantes informações sobre os cuidados fundamentais necessários para o seu bom desempenho. Tais cuidados, por vezes, são negligenciados tanto pelo meio técnico quanto pela mão de obra que, por desconhecerem as corretas técnicas de dimensionamento e aplicação, incorrem na baixa qualidade das juntas, comprometendo o desempenho de todo o sistema de revestimento.

Essa publicação discute os tipos principais de selantes, suas propriedades mais relevantes, além de ensaios para avaliação de desempenho, as funções das juntas nas fachadas de edifícios, os equipamentos e a importância do projeto de uma junta com detalhes para sua correta aplicação, com a finalidade de se evitar a ocorrência de falhas. Apresenta ainda, por meio de fotos ilustrativas, as principais falhas encontradas em obras, discute as causas e soluções para minimizar e evitar estas falhas, relaciona as principais normas para a sua avaliação e propõe, ao final, um *checklist* que orienta sua execução e seu acompanhamento pelos aplicadores e fiscalizadores.

Essa recomendação técnica é mais uma ação do Programa Habitare na busca de melhoria da qualidade da construção civil no Brasil.



Programa de Tecnologia de Habitação

Recomendações Técnicas

Volume 5

Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas

Boas práticas

Organizadoras
Fabiola Rago Beltrame
Kai Loh

Porto Alegre
2009

REALIZAÇÃO



PATROCÍNIO



© 2009, Recomendações Técnicas HABITARE
**Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente
Construído - ANTAC**
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar - Centro
CEP 90035-190 - Porto Alegre - RS
Telefone (51) 3308-4084 - Fax (51) 3308-4054

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Presidente

Luis Manuel Rebelo Fernandes

Diretoria de Inovação

Eduardo Moreira da Costa

Diretoria de Administração e Finanças

Fernando de Nielander Ribeiro

Diretoria de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Eugenius Kaszkurewicz

Área de Tecnologias para o Desenvolvimento

Social - ATDS

Marco Augusto Salles Teles

Grupo Coordenador Programa HABITARE

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Caixa Econômica Federal - CAIXA

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico - CNPq

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT

Ministério das Cidades

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente

Construído - ANTAC

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas

Empresas - SEBRAE

Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação

Brasileira de Normas Técnicas - COBRACON/ABNT

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa

em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR

Apoio Financeiro

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Caixa Econômica Federal - CAIXA

Apoio institucional

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP
Consórcio Setorial para Inovação em Tecnologia de
Revestimentos de Argamassas (Consitra)**

Editores das Recomendações Técnicas HABITARE

Roberto Lamberts - UFSC

Carlos Sartor - FINEP

Equipe Programa HABITARE

Ana Maria de Souza

Angela Mazzini Silva

Organizadoras das Recomendações Técnicas - vol. 5

Fabiola Rago Beltrame

Kai Loh

Colaboradores das Recomendações Técnicas - vol. 5

(em ordem alfabética)

Adriana Tuoni

Eliene Ventura Costa

Fabiana Andrade Ribeiro

Fabiola Rago Beltrame

Flávio de Camargo Martins

Kai Loh

Leonilda F. G. Ferme

Marco Antonio T. M. Souza

Marcos Roberto O. Lima

Michel Haddad

Mirella Pennacchi Assali

Renato Freua Sahade

Rodnei dos Santos

Produção gráfica:

Páginas & Letras - Editora e Gráfica Ltda.

Tels. (11) 3628-2144 - Fax (11) 3628-2139

e-mail: paginaseletras@uol.com.br

DADOS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP) **Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC)**

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Nilson C. Vieira Jr - CRB8/7453

B453a Beltrame, Fabiola Rago / Kai Loh
Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas / Fabiola Rago
Beltrame / Kai Loh (Org.). - Porto Alegre: ANTAC, 2009. - (Recomendações Técnicas
Habitare, v.5)
64f.; 21cm

ISBN 978-85-89478-34-2

Programa de Tecnologia de Habitação - Habitare.

1. Aplicação de selantes 2. Juntas de movimentação 3. Fachadas 4. Construção
civil I. Beltrame, Fabiola Rago II. Loh, Kai III. Programa de Tecnologia de Habitação.
III. Série.

CDD - 693

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO _____ | 5 |
| 2. OBJETIVO _____ | 7 |
| 3. TIPOS E PROPRIEDADES DE SELANTES _____ | 9 |
| 4. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SELANTES _____ | 13 |
| 5. FUNÇÃO DAS JUNTAS EM FACHADA DE EDIFÍCIO _____ | 19 |
| 6. PRINCIPAIS CAUSAS DE FALHAS EM SELANTES _____ | 25 |
| 7. MATERIAIS PARA PREENCHIMENTO DE JUNTAS _____ | 27 |
| 8. PASSO A PASSO PARA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE FACHADA COM JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO (PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DE SELANTE) __ | 37 |
| 9. FALHAS DURANTE O PREENCHIMENTO DAS JUNTAS _____ | 45 |
| 10. MANUTENÇÃO DA JUNTA _____ | 49 |
| REFERÊNCIAS NORMATIVAS _____ | 50 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____ | 57 |
| | |
| ANEXO I – PRINCIPAIS DEFEITOS E FALHAS ENCONTRADOS EM OBRA _____ | 58 |
| ANEXO II – <i>CHECKLIST</i> PARA APLICAÇÃO DE SELANTES _____ | 61 |
| Colaboradores _____ | 64 |



1.

O Consitra – Consórcio Setorial para Inovação Tecnológica em Revestimento de Argamassa, com o objetivo de orientar o meio técnico sobre as práticas mais adequadas na execução do revestimento de fachadas formou grupos de pesquisas dentre eles o de selantes, que desenvolveu estas recomendações técnicas.

As juntas de movimentação em revestimentos de fachadas vêm, cada vez mais, sendo utilizadas no Brasil, mas, de modo geral, os cuidados fundamentais para o seu bom desempenho têm sido negligenciados nos projetos e indevidamente fiscalizados e executados em campo, seja por falta de conhecimento do meio técnico em geral quanto ao seu dimensionamento, seja por total desconhecimento das corretas técnicas de aplicação ou pelo histórico do surgimento de manifestações patológicas nos locais das juntas. Assim, cuidados importantes relativos à especificação dos materiais de preenchimento e execução das juntas deixam de ser observados, acarretando a baixa qualidade dos mesmos e comprometendo o desempenho de todo o sistema de revestimento.

Falhas nas juntas de movimentação estão entre as principais fontes para o surgimento de manifestações patológicas em revestimentos, tais como infiltrações, manchamentos, deslocamentos de revestimentos de argamassa, descolamentos de placas cerâmicas etc., que passam a ser frequentes e inevitáveis.

Para a manutenção e o tratamento destas manifestações patológicas, deve ser levado em consideração o alto custo dentro da manutenção do edifício e a dificuldade de acesso. Por este motivo, a correta execução das juntas de movimentação de fachada vem ganhando importância e proporção significativa para construtoras, incorporadoras e condomínios, os quais vêm, cada vez mais, percebendo a relevância de bem utilizar este detalhe construtivo.

2

2.

Estas recomendações técnicas de boas práticas tem como objetivo promover o melhor entendimento da tecnologia de selagem de juntas de movimentação em revestimentos de fachadas, mais especificamente em revestimentos de fachadas compostos por camadas de argamassas aderidas à base e camadas de acabamento, que podem ser pintura, textura ou placas cerâmicas.

O campo de aplicação são os revestimentos geralmente aplicados sobre bases, tais como concreto moldado *in loco*, concreto pré-moldado, alvenarias de vedação ou estruturais.

Nestas recomendações, buscou-se deixar informações importantes sobre a tecnologia de juntas de movimentação para que projetistas, contratantes e executores possam direcionar melhor o emprego deste importante detalhe construtivo.



Propriedades do selante

3

3.

Tipos e propriedades de selantes

Estes materiais são compostos por polímeros, cargas (*fillers*), pigmentos e aditivos modificadores de suas propriedades. São conhecidos no mercado de acordo com o tipo de polímero, cura e comportamento mecânico, os quais são responsáveis por algumas de suas principais propriedades e seu desempenho. Eles são encontrados no mercado como monocomponentes, mais utilizados no meio consumidor pela sua facilidade de aplicação, ou bicomponentes, os quais polimerizam pela ação de agente endurecedor, também chamado de catalisador. Nas juntas de fachada, no caso de especificação do uso de selante bicomponente, o usuário deve consultar o fabricante para obter informações e cuidados adicionais aos citados neste manual.

A escolha do selante deve ser devidamente especificada em projeto, pois estes produtos apresentam diferentes propriedades, de acordo com o tipo e a composição química.

Os principais tipos de selantes do mercado adequados para juntas de fachadas encontram-se explicitados a seguir.

- **Poliuretanos:** produtos à base de polímeros sintéticos, produzidos pela reação de poliálcool e isocianato.
- **Silicones:** produtos à base de silício e os de cura neutra são os adequados.
- **Silicones híbridos (MS polímeros):** produtos à base de poliéster com terminações de silano.

Além da classificação de selante com base na composição química e no modo de cura, estes produtos são também classificados conforme a capacidade de acomodação de movimentação.

No processo de seleção do selante, devem ser especificadas as suas exigências necessárias à obra em relação aos produtos do mercado. Em casos específicos, consultar o fabricante.

Propriedades do selante

Na especificação do produto para juntas de movimentação em fachadas de edifícios, devem-se levar em conta as propriedades seguintes.

Fonte: AT&S (Denver Impermeabilizantes)



- **Dureza “Shore A”** – é a capacidade do selante de resistir à intrusão de partículas ou resistir à penetração de objetos. A dureza pode ser medida em laboratório ou na própria obra, usando-se durômetro, geralmente “Shore A”, com escala de 0 a 100, e penetração sobre a superfície do selante (Figura 1).

Figura 1: Determinação de dureza usando durômetro “Shore A”

- **Fator de acomodação** – capacidade de acomodação da movimentação: o especificador deve calcular a quantidade máxima de movimentação prevista para determinado tipo de junta, bem como a largura mínima de junta. Devem-se conhecer as características dos materiais que formam a junta e a variação de temperatura, mínima e máxima, prevista no local da obra.
- **Módulo de elasticidade** – é a rigidez ou a resistência do material à deformação elástica. Quanto maior for o módulo, mais rígido será o material, ou menor será a deformação elástica que irá resultar da aplicação de uma dada tensão. O processo de deformação no qual a tensão e a deformação são proporcionais é chamado de **deformação elástica**. A deformação elástica não é permanente, o que significa que, quando a carga aplicada é liberada, a peça retorna à sua forma original. O selante deve ter sempre módulo de elasticidade inferior ao do substrato, pois, caso contrário, pode romper-se na interface selante/ substrato.
- **Capacidade de extrusão** – está relacionada com a consistência e pode ser avaliada pela facilidade de saída do produto da embalagem e pela facilidade de aplicação na junta, antes da cura. A finalidade prática desta propriedade é verificar se houve penetração de ar pela embalagem, se o selante foi mal-acondicionado ou se está fora do prazo de validade.

- **Adesão ao substrato** – o selante deve aderir em diferentes substratos, em toda a extensão da superfície e sem pontos de falha. Alguns tipos de selantes apresentam melhor aderência em superfícies porosas e outros, em superfícies não porosas. Algumas vezes, há necessidade de uso de *primer* para melhorar a aderência. A adesão pode ser avaliada previamente por ensaio qualitativo em obra, aplicando-se o selante no substrato existente. Recomenda-se seguir as instruções do fabricante do produto.
- **Durabilidade ao intemperismo natural ou acelerado** – é a capacidade do selante de manter as suas características iniciais ao longo do tempo quando expostas às condições do meio ambiente, inclusive quanto à cor original. O intemperismo varia conforme as condições climáticas do local do edifício e o nível de agressividade atmosférica, se marítima, industrial ou rural. Ela não é uma propriedade do material, mas o resultado da interação do material com o ambiente que o cerca, incluindo aspectos de microclima. A durabilidade do selante pode ser avaliada pela exposição ao intemperismo natural ou sob condições de exposição em laboratório, sob a ação de ciclos de radiação ultravioleta, temperatura e umidade. A Figura 2 mostra um dos tipos de aparelho mais utilizados do mercado para simular o intemperismo natural, de forma acelerada. Possui controle de sistema de radiação, temperatura e condensação.



(Fonte: A T&S / Denver Impermeabilizantes)

Figura 2: Aparelho QUV de intemperismo acelerado com sistema de radiação e condensação, com controle de temperatura

- **Manchamento do substrato** – os selantes não devem liberar substâncias químicas de sua formulação aos substratos de elevada porosidade. O fenômeno de migração de substâncias do selante para os substratos porosos é comumente observado em produtos formulados com plastificantes externos ou de cura acética. Para substratos sensíveis, como mármore, granitos, porcelanato, solicite o teste de manchamento ao fabricante do produto (ASTM C1248).



Facilidade de aplicação

Facilidade de acabamento da junta

Escorrimento do selante

Fio de corte

Adesão do selante na junta
– teste de aderência em campo

4

4.

Avaliação de desempenho dos selantes

A palavra desempenho, conforme o CIB (*Conseil International du Bâtiment*), significa o comportamento em utilização e serve para caracterizar se um produto apresenta certas propriedades que o capacitem a cumprir determinada função, quando submetido a determinadas influências agressivas durante sua vida útil em serviço. Os meios de avaliação podem ser realizados por intermédio de ensaios e medidas, pelos quais se tentam reproduzir as condições de exposição de maneira simplificada. A avaliação é baseada em requisitos e critérios de desempenho especificados para cada tipo de ensaio.

Os **ensaios em laboratório** geralmente aplicam métodos de avaliação uniformizados e normalizados, a fim de verificar se os produtos atendem aos requisitos e critérios fixados. Os ensaios são realizados com temperatura e umidade controladas, substratos-padrão, equipamentos calibrados, funcionários devidamente treinados para execução e com controle de qualidade, determinados à repetitividade e à reprodutividade de cada ensaio. Os resultados obtidos são comparados aos limites especificados nos requisitos, prefixados por entidades normalizadoras de cada país.

Podem ser também realizadas **avaliações qualitativas em obra**, e os resultados avaliados comparativamente a um padrão predeterminado de seleção qualitativa. O objetivo destas avaliações é o controle de qualidade da selagem da junta e fiscalização de aplicação. Este tipo de avaliação, apesar de não ser tão padronizado, tem a vantagem de poder ser realizado com o substrato e as condições da própria obra.

A seguir, são apresentados alguns ensaios qualitativos para a avaliação de desempenho dos selantes, e o resultado avaliado de modo comparativo.

a) Facilidade de aplicação

A força necessária para a extrusão do selante é um fator importante na avaliação do aplicador. Selantes facilmente extrudados exigem menor tempo e esforço do aplicador.

Avaliação 1 – A avaliação deve ser realizada aplicando-se o selante na abertura da junta cujo substrato e cujas dimensões são os mesmos propostos em projeto. Para tanto, deve-se utilizar uma mesma pistola, com aplicação por diferentes operadores, tanto na temperatura mais baixa quanto na mais alta no período de aplicação, a fim de avaliar o esforço na extrusão do selante durante a referida aplicação (Figura 3).



Figura 3: O selante deve apresentar facilidade de extrusão, tanto no inverno como no verão

b) Facilidade de acabamento da junta

A facilidade de acabamento do produto também é uma das mais importantes características para economia no tempo de serviço, garantindo o fator de forma e o contato contínuo e sem falhas do selante com as laterais da junta, além de assegurar uma superfície lisa e uniforme. São utilizadas diferentes ferramentas, e a avaliação deve ser realizada com a ferramenta selecionada para a aplicação na obra. O produto deve apresentar boa consistência e não aderir às ferramentas, na temperatura de aplicação.

Avaliação 2 – Esta avaliação deve ser realizada aplicando-se o selante na abertura da junta com a dimensão especificada para a obra. Deve-se efetuar o processo nas temperaturas mais baixa e mais alta no local em que o serviço está sendo executado, utilizando-se uma mesma ferramenta com aplicação por diferentes operadores, a fim de ser avaliado se o selante permite um bom acabamento sem aderir às ferramentas (Figura 4).



Fonte: Denver Impermeabilizantes

Figura 4: Avaliação da facilidade de acabamento

c) Escorrimento do selante

Os selantes, quando aplicados na largura e na profundidade da junta, e na temperatura durante a aplicação, não devem apresentar escorrimento.

Avaliação 3 – Aplicar sobre um perfil metálico, posicionado na vertical, uma grande quantidade de selante no local e verificar se há escorrimento ou formação de ondulações do produto, antes e depois da cura completa (Figura 5).



Fonte: Denver Impermeabilizantes

Figura 5: Selante adequado que não apresenta escorrimento, quando aplicado em superfície vertical

d) Fio de corte

O fio de corte também é um fator importante na aplicação do selante. Quando o fio é longo, aumenta o risco de aderência do selante em locais não adequados, como componentes da alvenaria, roupas e ferramentas, por exemplo, entre outros. Após a cura, os selantes só podem ser removidos mecanicamente.

Avaliação 4 – A avaliação do fio de corte pode ser realizada visualmente pelo comprimento do fio de corte, que pode ser longo ou curto, sendo o curto o mais adequado por não aderir nas superfícies adjacentes (Figura 6).

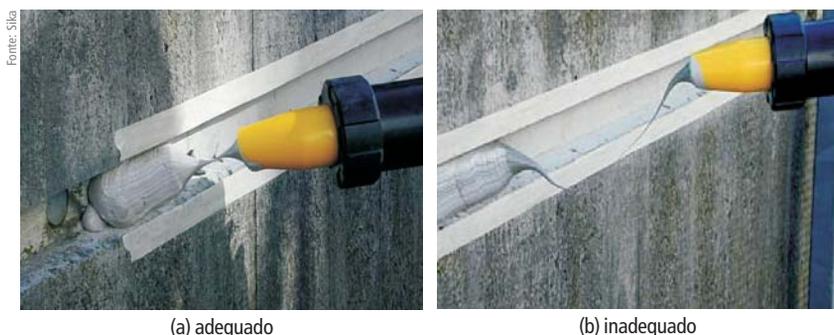


Figura 6: (a) Fio de corte curto (ideal) e (b) fio de corte longo, que pode aderir nas superfícies adjacentes

e) Adesão do selante na junta – teste de aderência em campo

Auxilia a detectar problemas de aplicação, como limpeza inadequada, uso indevido de *primer*, aplicação de forma inadequada ou configuração incorreta da junta. O ensaio deve ser realizado no local da selagem, após a cura do selante, geralmente entre 7 e 21 dias.

Avaliação 5 – A avaliação deve ser realizada de acordo com os itens a seguir:

- a) fazer um corte horizontal de um lado ao outro da junta por meio de estilete, conforme evidenciam as Figuras 7 e 8;
- b) fazer dois cortes verticais (a partir do corte horizontal), com cerca de 5 cm de comprimento, nos dois lados da junta;
- c) fazer uma marca de 2,5 cm no selante;
- d) segurar firmemente um pedaço de 5 cm de selante logo abaixo da marca de 2,5 cm e puxar segundo um ângulo de 90°;

- e) quando o produto for aplicado em dois diferentes substratos, realizar o ensaio em cada um dos substratos separadamente. O ensaio deve ser realizado estendendo-se o corte vertical ao longo da lateral de um dos lados da junta, com o cuidado de verificar se há adesão do lado oposto. Posteriormente, deve-se repetir o mesmo ensaio para o outro substrato;
- f) observar que o selante deve se romper no ponto final da incisão.

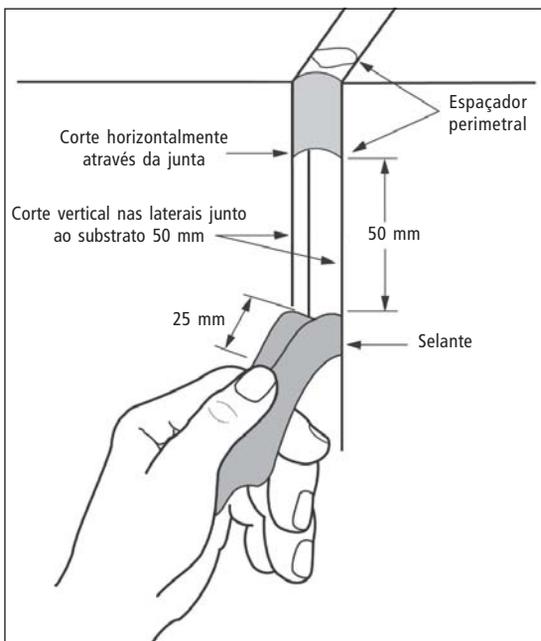


Figura 7: Ensaio de adesão do selante à junta



Figura 8: Ensaio de adesão: teste de aderência em campo

Classificação das juntas
de movimento de revestimento
Principais solicitações do meio ambiente
Fator de forma



5.

Função das juntas em fachadas de edifício

As juntas de movimentação preenchidas por selantes vêm sendo adotadas com o objetivo de permitir ao sistema de revestimento maior capacidade de absorver as deformações impostas, tanto pela movimentação da estrutura como também pelos movimentos térmicos e higroscópicos dos materiais das camadas.

As juntas são aberturas nas camadas de revestimentos que, localizadas em pontos estratégicos nas fachadas, são preenchidas com selantes, atendendo às seguintes funções:

- evitar a passagem de ar, água ou sólidos para o interior da edificação;
- permitir as movimentações de retração causada por hidratação do cimento, expansão, variação térmica, vibração etc.;
- atenuar a transferência de esforços ou de tensões;
- acomodar pequenas variações dimensionais toleradas em projeto;
- acomodar movimentações entre materiais de diferentes naturezas;
- permitir mudanças de planos de fachada;
- impedir a intrusão de sólidos.

Para que as juntas cumpram estas funções, a selagem deve manter-se íntegra e ter boa capacidade de absorver deformações ao longo de sua vida útil. A fim de que isto ocorra, o projeto deve conter as informações apresentadas a seguir.

- 1) Definição dos tipos de juntas a serem preenchidas com selantes – ao longo da junta, podem ser encontrados substratos de diferentes naturezas, e estes devem ser identificados para avaliação da compatibilidade do selante a ser utilizado.
- 2) Dimensionamento das juntas, indicando abertura e profundidade.
- 3) Indicação do tipo de selante, de forma a atender às solicitações impostas à junta – deve abranger a capacidade de movimentação do selante, módulo de elasticidade, dureza, fator de forma, compatibilidade com o substrato e necessidade de *primer*.
- 4) Indicação do corpo de apoio quanto ao tipo, às dimensões e ao posicionamento.
- 5) Definição do método de preenchimento da junta – este serviço deve ser realizado por mão de obra especializada e com base nas instruções dos fabricantes do produto, para que seja obtido o desempenho especificado.

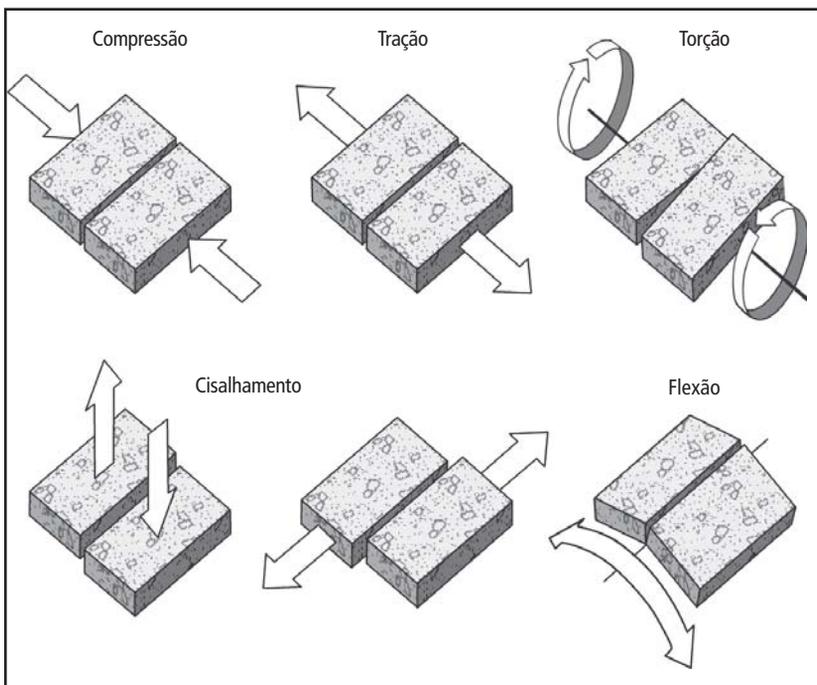
Classificação das juntas de movimentação de revestimento

Conforme a NBR 13755 (ABNT, 1996), a junta de movimentação é definida como sendo um espaço regular, cuja função é subdividir o revestimento com o objetivo de aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. As juntas para revestimento podem ser classificadas quanto à sua função, sendo estas as mais comuns: de trabalho, de transição, de contorno, de dessolidarização, côncava etc.

Neste texto, todas as juntas utilizadas nos revestimentos de fachadas são chamadas de juntas de movimentação.

Principais solicitações do meio ambiente

Os agentes do meio ambiente, como variação de temperatura, umidade, vento e comportamento intrínseco dos materiais, geram variações dimensionais nas edificações que, por sua vez, originam tensões no sistema de vedação vertical (RIBEIRO, 2006). Estes agentes podem atuar simultaneamente ou de forma isolada, resultando em movimentações reversíveis e



(Fonte: FERREI & OLIVEIRA, 2003)

Figura 9: Diferentes tipos de esforços que podem atuar sobre um selante

irreversíveis. Na Figura 9, encontram-se ilustradas as principais formas de movimentação a que um sistema está sujeito. Essas movimentações podem ser acomodadas pela existência de juntas no sistema de vedação vertical e pela aplicação correta de selantes, conforme explicitado a seguir.

- Expansão ou contração – o selante deve estar aderido às faces laterais paralelas da junta, durante a expansão ou a contração dos substratos.
- Cisalhamento/torção – o selante não deve estar aderido à face inferior da junta, de modo a acompanhar as movimentações das faces laterais do substrato.
- Os dois movimentos anteriores podem ocorrer simultaneamente.

Quando as juntas em uma estrutura não são previstas em número necessário, com correta geometria e material de selamento apropriado, podem acontecer fissuras ou danos nos revestimentos. Dentre todas as formas de manifestações patológicas em edificações, as fissuras se destacam, pois:

- a. são as que mais chamam a atenção dos usuários, provocando-lhes preocupação sob o ponto de vista de **conforto, salubridade e satisfação psicológica** dentro da habitação (DUARTE & DAL MOLIN, 1988, *apud* SAHADE, 2005);
- b. **reduzem a durabilidade** dos revestimentos e da própria parede, e **diminuem a vida útil das edificações**, já que afetam a capacidade de impermeabilização ao permitirem infiltrações de água e de outros agentes, além da fixação de micro-organismos (VEIGA, 2003, *apud* SAHADE, 2005);
- c. sob o ponto de vista econômico, **originam gastos de recuperação** e geram **prejuízos entre construtora e usuário** pelo desgaste causado (SAHADE, 2005).

Fator de forma

O fator de forma é a relação dimensional entre a largura e a profundidade da seção formada pelo selante em uma determinada junta. Exemplo: juntas de 2 cm largura x 1 cm profundidade – fator de forma 2:1 (Figura 10). Na aplicação do selante, deve ser observado o fator de forma que varia segundo o tipo de comportamento e as características do produto. A definição do fator de forma é feita em função do módulo de elasticidade do selante (FERME & OLIVEIRA, 2003).

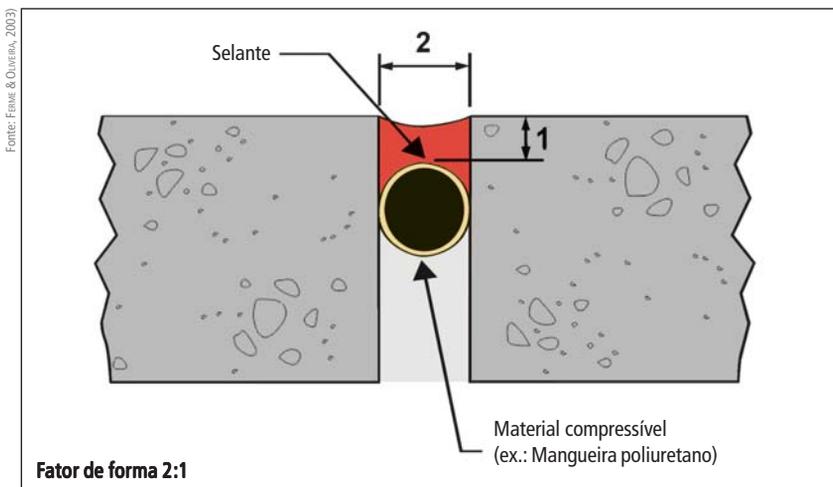
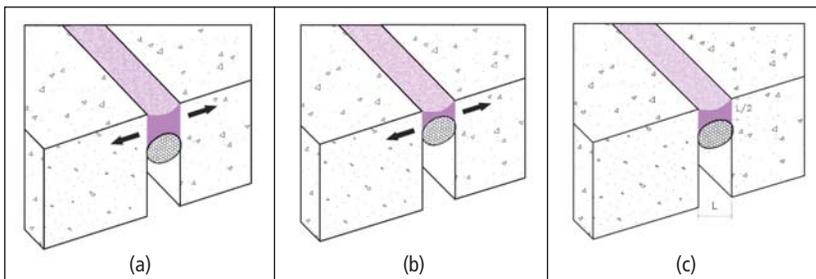


Figura 10: Exemplo de fator de forma

A Figura 11 representa algumas juntas com os fatores de forma usualmente utilizados, correta e incorretamente.



Fonte: FRANK & OUISELA, 2003

Figura 11: Exemplos de fatores de forma incorretos (a) e (b); exemplo de fator de forma correto (c)

6

6.

Principais causas de falhas em selantes

A experiência mostra que as falhas geralmente se manifestam na interface selante/substrato ou no próprio selante. As principais causas de falhas estão relacionadas com os eventos relacionados abaixo.

Substrato

- **presença de umidade**, devido à secagem e à cura insuficiente ou ao substrato com presença de umidade constante. Durante a aplicação, deve ser realizado teste qualitativo para detecção desta umidade e também permitir a cura de substratos minerais constituídos por cimento e cal de, pelo menos, 28 dias;
- **presença de materiais contaminantes**: falta ou preparação inadequada do substrato; a superfície ainda apresenta sujidades e outros materiais estranhos no interior da junta;
- **baixa resistência mecânica do substrato** na região da junta e, inclusive, com falhas superficiais nas bordas;
- **inexistência de *primer***: nem sempre há necessidade do uso deste material, mas na maioria dos substratos lisos ou com presença de umidade ou, ainda, muito poroso a presença do *primer* é imprescindível. Recomenda-se seguir as instruções do fabricante do produto.

Selante

- **resistência inferior à desejada**, sensível à água e de baixa resistência a intempéries (radiação ultravioleta);
- **seleção inadequada do produto**: o selante tem módulo de elasticidade e fator de acomodação inadequada para aquela dimensão e movimentação da junta;
- **pegajosidade**, retendo sujeiras do meio ambiente;
- **escorrimento**: dimensão de junta (espessura e largura) e temperatura de exposição inadequadas, muito elevadas para aquele tipo de produto;
- **consistência elevada**, levando a uma dificuldade para aplicação do produto, não permitindo preenchimento total da junta.

No Anexo I, encontram-se apresentados os principais tipos de falhas.



PREPARO DA JUNTA

Fitas adesivas

Limitadores de profundidade
(corpo de apoio)

Cordões de Polietileno (Tarucel®)

Fita isoladora

Primer

Gabarito para aplicação e
posicionamento do corpo de apoio

APLICAÇÃO DO SELANTE

Pistola (bisnaga ou sachê)

Bicos para aplicação

ACABAMENTO DA JUNTA

Espátula

7.

Materiais para o preenchimento das juntas

PREPARO DA JUNTA

Fitas adesivas

- Fita autoadesiva, tipo crepe, é utilizada para evitar a aderência do selante nas bordas da junta, para a obtenção de um bom acabamento no local (Figura 12).



Figura 12: Aplicação fita crepe nas bordas laterais da junta antes da aplicação do selante

Fonte: AT&S

Limitadores de profundidade (corpo de apoio)

São usados como corpo de apoio e têm as seguintes funções:

- nivelamento da junta;

- controle da espessura do selante;
- impedir a aderência do selante na base da junta;
- criação de uma superfície não plana.

O corpo de apoio deve garantir a relação entre largura e profundidade, fundamental para o bom desempenho do selante. A espessura do corpo de apoio deve ser 25% maior do que a largura da junta (Figura 13). São considerados dois tipos de corpos de apoio: os cordões de polietileno, comumente chamados de Tarucel[®], e as fitas isoladoras.

Fonte: Vedacit



Figura 13: Proporção entre a dimensão da junta, do corpo de apoio e do selante

Cordões de polietileno (Tarucel[®])

Os cordões devem ser compostos de material compressível, no qual o selante não tem aderência. Recomenda-se o uso de **cordão de polietileno expandido de células fechadas** (Figura 13), não sendo recomendado o cordão de células abertas. Também **não devem ser utilizados** os seguintes elementos: mangueira de cristal, sacos de cimento, jornal, corda de sisal, isopor e outros materiais não adequados ao preenchimento da junta.

Fita isoladora

É utilizada em juntas de baixa profundidade, quando não há condição de uso dos cordões. Tem a função de evitar a adesão do selante no fundo da junta. As Figuras 14, 15 e 16 ilustram exemplos de fita isoladora.

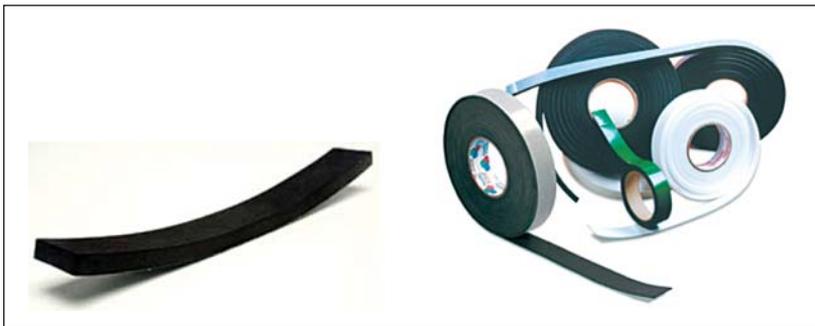


Figura 14: Fita isoladora ou de vedação: espuma de células fechadas obtida a partir da expansão de polietileno de baixa densidade



Figura 15: Detalhe da instalação de fita isoladora com uma face autoadesiva



Figura 16: Exemplo de fita isoladora

A fita é autoadesiva, sensível à pressão, geralmente à base de polietileno de célula fechada, na qual não existe estabelecimento de ligação adesiva com o selante. Nos produtos à base de poliuretano, pode ser utilizada fita-crepe (RIBEIRO, 1996), como mostra a Figura 17.

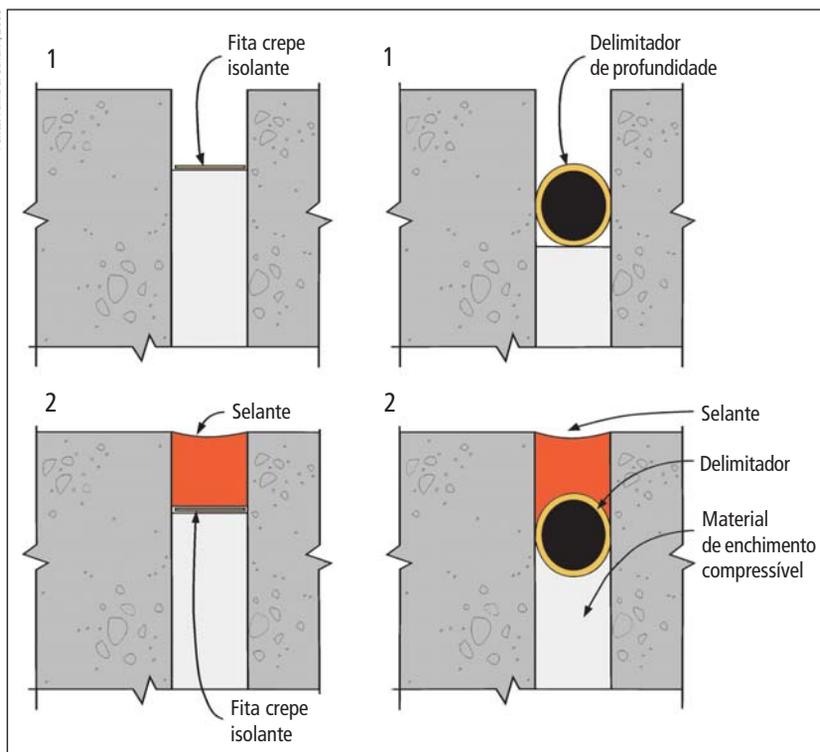


Figura 17: Aplicação da fita-crepe no fundo de junta nos casos de selantes a base de poliuretano

O selante não deve ter aderência na face inferior da junta, para desempenhar função de acomodação durante movimentações no edifício. A ausência do limitador de profundidade ou da fita isoladora permite a adesão do selante em uma terceira face da junta, prejudicando o desempenho da junta selada.

Primer

É indicado para melhorar a aderência do selante sobre o substrato. O *primer* funciona de três modos (ASTM C-1.193):

- altera e equaliza as características químicas do substrato;
- preenche os vazios do substrato e aumenta a resistência mecânica do mesmo;
- reduz a pressão capilar do substrato, devido à presença de umidade.

Alguns selantes necessitam de *primer* em todos os tipos de superfícies; outros, somente em certos tipos de substrato. Além disso, para alguns tipos de selantes, pode-se dispensar o uso de *primer*. Como nem sempre há necessidade de sua utilização, a realização de ensaio qualitativo de aderência permite melhor definição do procedimento de aplicação do selante.

De modo geral, existem no mercado dois tipos específicos de *primer*, um para substratos lisos e outro para substratos porosos.

- **Substratos lisos:** PVC, superfícies metálicas, superfícies esmaltadas, alumínio pintado e alguns tipos de vidro, entre outros. Neste tipo de substrato, o *primer* tem a função de aumentar a rugosidade e criar condições para melhorar a aderência entre o substrato e o selante. Em geral, são produtos químicos que reagem com o substrato, aumentando a rugosidade da superfície de contato entre o selante e o mesmo.
- **Substratos porosos:** revestimentos de argamassa de duas camadas e de camada única, revestimentos de acabamentos, pinturas e texturas, concreto, placas cerâmicas (inclusive porcelanato) e pedras ornamentais, entre outros. Neste tipo de substrato, o *primer* tem a função de homogeneizar a absorção da superfície, preenchendo os vazios de grandes dimensões, e aglomerar partículas soltas do substrato e, em alguns casos, até impedir a migração da umidade presente no substrato e atingir a sua superfície, impedindo a adesão do selante sobre a mesma.

Recomenda-se utilizar o *primer* indicado pelo fabricante, de modo a trabalhar com um produto compatível com o tipo de selante e o substrato ao qual ele será aplicado.

Para a aplicação do *primer*, é importante observar o tempo em aberto recomendado pelo fabricante, ou seja, o tempo entre a aplicação do *primer* e a aplicação do selante, observando-se as temperaturas mínima e máxima de aplicação.

Nos casos onde a selagem ultrapassa o tempo em aberto, o *primer* deve ser reaplicado, porém após ser consultado o fabricante sobre a necessidade de lixamento da superfície antes da sua reaplicação.

Gabarito para aplicação e posicionamento do corpo de apoio

É indicado para auxiliar a aplicação e o posicionamento do limitador de profundidade (corpo de apoio).

O gabarito pode ser confeccionado em obra, obedecendo à espessura e à profundidade da junta especificada em projeto (Figura 18).

Fonte: AT&S

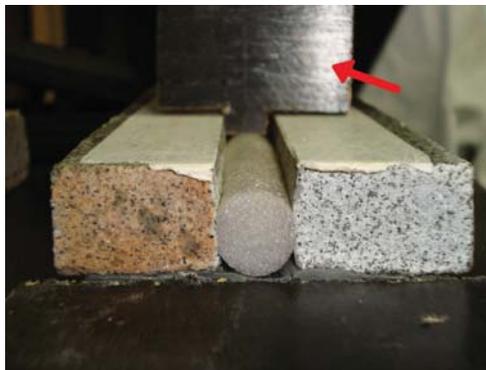


Figura 18: Gabarito para aplicação e posicionamento do corpo de apoio

APLICAÇÃO DO SELANTE

Pistola (bismaga ou sachê)

Fonte: Demvel Impermeabilizantes



Figura 19: Selantes fornecidos em cartuchos

Os selantes normalmente são fornecidos em cartuchos de PVC ou alumínio (Figura 19) ou em sachês (Figura 20). Devem ser utilizadas pistolas manuais próprias para os dois tipos de embalagens (Figuras 21 e 22).

Figura 20: Selantes fornecidos em sachês



Figura 21: Pistolas para aplicação dos selantes em cartuchos



Figura 22: Pistola para aplicação de selantes em sachês



Bicos para aplicação

Cortar os bicos com um ângulo de 45°, de modo que, durante a aplicação do produto, o mesmo já preencha totalmente a junta (Figuras 23 e 24).

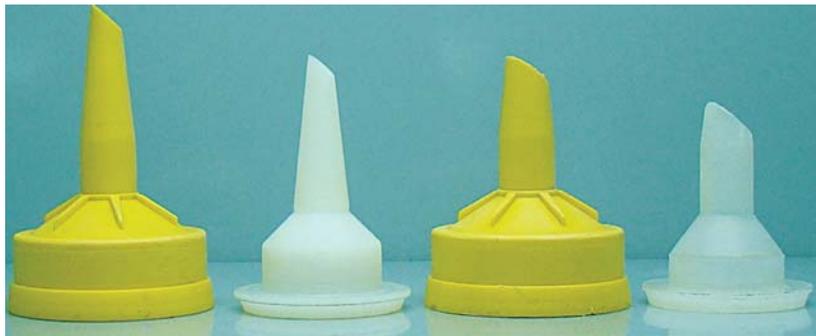


Figura 23: Exemplo de bicos para aplicação



Figura 24: Detalhe do bico com corte a 45° e com largura igual à da junta para facilitar a aplicação e o preenchimento da junta

ACABAMENTO DA JUNTA

Espátula

As Figuras 25, 26 e 27 ilustram alguns tipos de espátulas utilizadas no acabamento das juntas.

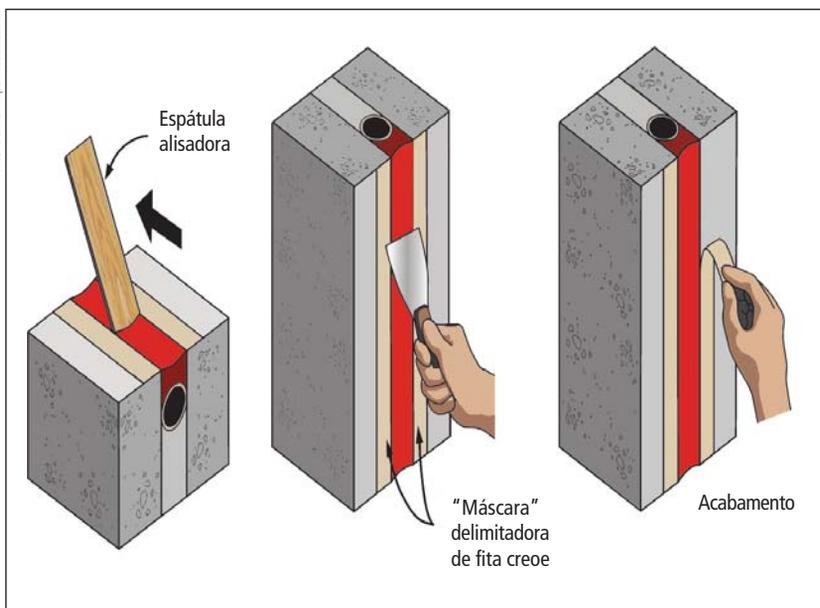
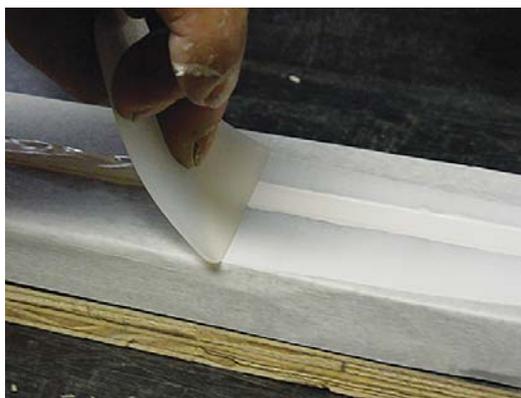
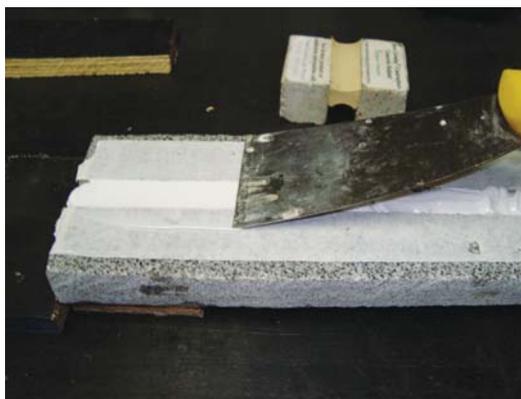


Figura 25: Materiais utilizados para aplicação e acabamento das juntas



Fonte: A185

Figura 26: Espátula de PVC



Fonte: A185

Figura 27: Espátula metálica



Condições da
superfície (substrato)

Limpeza de superfície

Avaliação de limpeza

Avaliação da presença de
umidade no substrato



8.

Passo a passo para a execução de revestimento de fachada com juntas de movimentação (procedimento para aplicação de selante)

Passo 1 – abertura da junta no emboço

A produção da junta de movimentação inicia-se a partir da sua abertura na camada de emboço ainda fresca, após seu desempenho (emboço com espessura de 2 cm a 3 cm). A posição das juntas deve ser marcada da seguinte forma:

- JUNTAS HORIZONTAIS: marcar a posição com o auxílio de uma mangueira de nível;
- JUNTAS VERTICAIS: marcar a posição utilizando os arames como referência.

Passo 2 – preparo da superfície

O preparo da superfície é de responsabilidade do aplicador. Ele deverá:

- verificar a umidade da abertura da junta;
- verificar se a abertura da junta está obstruída por excessos de argamassa ou de concreto;
- conferir a integridade das bordas e, caso necessário, realizar correção;
- realizar a limpeza do interior da junta;
- conferir a largura da junta com a largura especificada em projeto;
- realizar corretamente a imprimação dos substratos, caso necessário;
- proceder à avaliação da aderência por meio de testes em pequenos trechos.

Condições da superfície (substrato)

- Deve estar seca, sem sinais de umidade. Superfícies à base de cimento ou cal recém-executadas devem estar curadas, no mínimo, 28 dias. Substratos de cimento e cal com tempo de cura inferior a este período podem apresentar baixa resistência mecânica.
- Deve estar íntegra, coesa, com resistência mecânica adequada, isenta de contaminações e impregnações de qualquer natureza, como óleos, graxas, desmoldantes, partículas pulverulentas e desagregadas ou micro-organismos biológicos, como mofo, fungos etc.
- Nas juntas, não deverá existir presença de cantos ou bordas quebradas, trincadas ou com qualquer outro tipo de fratura. Deverão ser adotados procedimentos de correção que garantam integridade, homogeneidade, resistência mecânica e boa aderência do reparo.
- Deve-se certificar de que as juntas de movimentação a serem tratadas com selantes não estejam obstruídas por materiais não pertencentes à estrutura, como madeiras, metais, argamassas, detritos etc. **Estes materiais podem interferir na aderência do selante na junta e provocar tensões que provoquem o lascamento das bordas do revestimento ao longo da junta.**
- Devem ser removidos todos os materiais que possam estar obstruindo a livre movimentação das juntas. Estes materiais, em contato com umidade, podem vir a se expandir e expulsar os materiais aplicados nas juntas.

Limpeza da superfície

Os procedimentos de limpeza a serem adotados devem ser adequados para cada tipo de situação e compatíveis com o tipo de substrato da junta.

- **Substratos porosos:** remover sujeiras, poeiras e materiais soltos por abrasão com escova de fios de aço, raspagem com espátula ou lixamento manual ou mecânico, dependendo das condições específicas de cada obra. A poeira resultante de lixamento deve ser removida com ar comprimido ou lavagem com hidrojateamento; depois, enxugar com panos (ASTM C-1193).

- **Substratos não porosos:** remover graxa, óleo e outros contaminantes gordurosos com sabão e detergente, seguido de lavagem e secagem da superfície. Desaconselha-se o uso de solventes. Somente em último caso utilizar solventes como metil etil cetona (MEK), tolueno, xileno, solventes e cetonas, devido ao impacto ao meio ambiente e à saúde do aplicador (ASTM C-1193).

Atenção: contaminações impedem a correta aderência do *primer* e do selante.

Avaliação da limpeza

Recomenda-se a execução de testes de aderência do selante em pequenos trechos, antes de iniciar a aplicação propriamente dita. Este procedimento assegura a detecção de problemas que não são visíveis, como a existência de agentes impregnantes, por exemplo.

Caso seja constatada a presença destes agentes, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- lavagem com água quente e detergente, por repetidas vezes;
- utilização de desengraxantes específicos.

Avaliação da presença de umidade no substrato

- Cortar um filme plástico de, aproximadamente, 50cmx50cm, depositá-lo na região do substrato, próximo à junta, com fita adesiva. Remover o filme após 24 horas. A superfície do filme em contato com o substrato não deverá apresentar sinais de umidade (vapor de água).
- Em caso de superfície úmida, remover o filme plástico e aguardar a secagem completa para dar continuidade aos serviços. A secagem forçada com o secador seca somente de forma superficial a umidade contida no substrato, a qual pode migrar posteriormente à superfície antes do início da aplicação do selante e comprometer a junta.
- A umidade do substrato impede a aderência do *primer* ou do selante a ser aplicado na junta. Algumas exceções podem ser feitas para

selantes à base de dispersão aquosa, que admitem a presença de alguma umidade superficial.

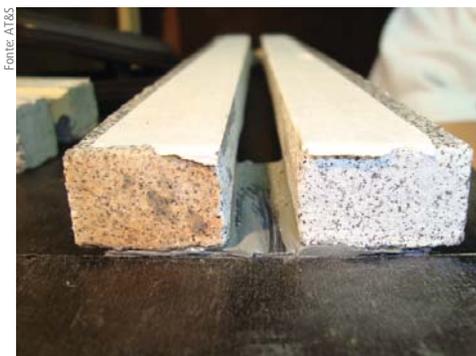
Os pontos deteriorados do substrato são vulneráveis à penetração de água e de outros agentes agressivos nas juntas.

Passo 3 – conferir a adequabilidade do tipo de selante

A seleção do selante é da responsabilidade do projetista.

Passo 4 – proteção da abertura

O aplicador deverá proteger as duas bordas com fita autoadesiva, com o cuidado para que a fita fique sempre nivelada e rente à borda da junta, evitando cobrir a superfície onde o selante irá aderir (Figura 28).



Fonte: AT&S

Figura 28: Proteção da superfície com fita autoadesiva

Passo 5 – aplicação do *primer*

- Sempre que necessário, utilizar o *primer*, observando-se o seu período de secagem conforme as recomendações do fabricante (Figura 29). Não ultrapassar o referido período, pois poderá ser comprometida a aderência do produto.
- O *primer* deverá ser passado apenas nas superfícies onde será aderido o selante, não devendo ser aplicado fora das juntas, a fim de se evitarem manchas superficiais ao redor da junta.
- O produto tem curto prazo de validade após aberto, devendo ser dada atenção para tal prazo. O aplicador deve estar ciente do período

entre a aplicação do *primer* e o selante. Este período não deverá ser excedido.

- Não se deve aplicar o *primer* com o limitador de profundidade na junta.



Figura 29: Aplicação de primer na superfície, antes da aplicação do selante



FONTE: AT&S



Passo 6 – aplicação do corpo de apoio

- Devem ser utilizados corpos de apoio (limitadores de profundidade) para garantir o cumprimento do fator de forma. Cuidados devem ser tomados para o seu posicionamento, de modo a garantir sempre a mesma profundidade para a aplicação do selante. É recomendável que ele esteja comprimido dentro da junta e que se utilize um gabarito para posicioná-lo adequadamente.
- O corpo de apoio deve ser firmemente inserido na abertura da junta e posicionado a fim de garantir a profundidade do selante especificada em projeto. Recomenda-se que o corpo de apoio tenha um diâmetro 25% maior do que a largura da junta.
- O aplicador deverá conferir esta distância com uma trena.

Para a aplicação do limitador de profundidade, deve-se:

- escolher a dimensão correta de acordo com o tamanho da junta;
- posicioná-lo sem amassar, torcer ou danificar com ferramentas pontiagudas;

- cortar a 45° para união perfeita;
- em juntas pouco profundas, usar fita isoladora;
- para uma melhor aplicação do limitador de profundidade, recomenda-se a utilização de um gabarito de madeira, seguindo o exemplo da Figura 30.

Fonte: AT&S

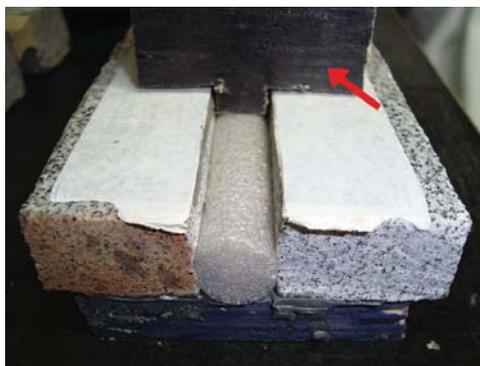
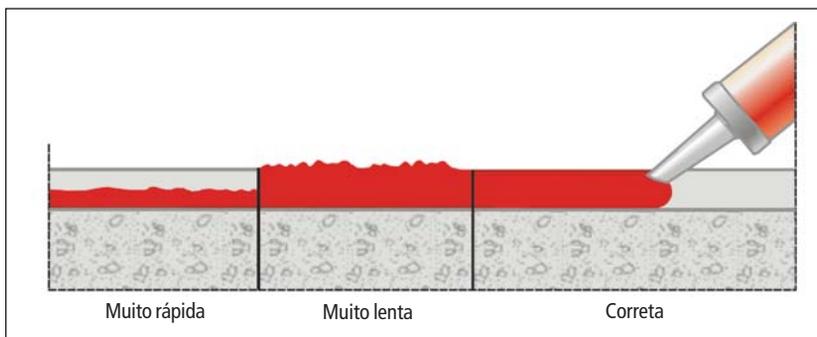


Figura 30: Aplicação do limitador de profundidade

Passo 7 – aplicação do selante

O selante deve ser aplicado imediatamente após a colocação do limitador de profundidade para prevenir a absorção de água por chuva ou condensação. Nesse processo, o aplicador deve:

- verificar a correta profundidade do selante e o correto acabamento da junta;
- frisar a junta com auxílio de uma espátula (alguns profissionais utilizam uma colher ou frisador com canto arredondado para realizar este serviço);
- após alguns minutos, retirar com cuidado as fitas das bordas, evitando qualquer contato com o selante recém-aplicado;
- caso existam falhas no selante, executar os retoques com a ponta dos dedos, desde que o aplicador esteja de luvas;
- cuidar para que a velocidade de extrusão do selante e de aplicação seja mantida constante, de modo a garantir o preenchimento total da junta (Figuras 31 e 32).



Fonte: FEM & Oliveira, 2003

Figura 31: Influência da velocidade de aplicação do selante



Fonte: AT&S

Figura 32: Aplicação do selante, garantindo preenchimento total da junta

Passo 8 – acabamento da junta selada

O acabamento da junta deve ser realizado com uma espátula metálica, plástica ou de madeira (Figura 33).

Não devem ser utilizados sabão, detergente, água, óleos ou outro produto para dar o acabamento. Estes produtos podem reagir com o selante e impedir a sua cura, formar bolhas, alterar a cor ou o seu craqueamento.

Remover a fita autoadesiva imediatamente após o acabamento.



Fonte: AT&S

Figura 33: Acabamento da junta com espátula metálica e retirada da fita autoadesiva

Falhas durante a
aplicação do selante



Falhas durante o preenchimento das juntas

Após a escolha do selante adequado, a condição básica para o sucesso da aplicação do selante é a correta preparação do substrato. As falhas mais comuns no selamento das juntas são causadas pelas alterações das propriedades iniciais, causadas pelas intensidades de movimentação e pelas condições de exposição, as quais podem ser evitadas pela adoção de procedimentos simples de preparo da superfície e escolha e aplicação do produto.

Segundo Ribeiro (2006), a execução da junta de movimentação inicia-se com a sua abertura, durante a aplicação da argamassa de emboço. O corte no emboço é usualmente feito com o auxílio de régua nas dimensões da junta (largura x profundidade), que deve possibilitar uma abertura com bom acabamento e sem irregularidades.

Os selantes corretamente selecionados e bem aplicados em juntas íntegras e bem projetadas têm vida útil superior a dez anos, porém menor do que a vida útil da estrutura ou edificação. Caso ocorram falhas prematuras em relação à expectativa de vida útil do selante, as juntas de movimentação devem ser reparadas prontamente.

Geralmente, as falhas em juntas estão relacionadas aos seguintes aspectos:

- deficiências de projeto e especificação das juntas;
- escolha incorreta do selante (tipo, qualidade e desempenho);
- aplicação sobre substrato contaminado;
- aplicação sobre substrato com umidade acima dos limites admissíveis;
- não observância da temperatura adequada e recomendada para a aplicação;
- defeitos na preparação de superfícies;

- falhas na aplicação do selante;
- falta de utilização de *primer* em situações em que este componente for imprescindível;
- ocorrência de movimentações não previstas.

Falhas durante a aplicação do selante

Antes do início da aplicação do selante, deve-se observar se todos os itens de preparo da superfície foram cumpridos.

A temperatura de trabalho e as condições ambientais devem ser respeitadas, para cada tipo de selante, de acordo com as recomendações dos fabricantes, a fim de não comprometer a qualidade da aplicação e o desempenho do produto.

- Deve-se respeitar a influência da temperatura na execução das juntas, efetuando-se a aplicação em horário apropriado, sem insolação e com temperaturas mais baixas, devendo a junta estar em seu ponto de abertura médio¹. Desta forma, o selante trabalhará adequadamente tanto a tração quanto a compressão. As condições de temperatura e umidade ótimas para a aplicação dependem do tipo de selante. *Os produtos utilizados em temperaturas fora de sua faixa de trabalho perdem suas propriedades e seu desempenho, podendo criar ondulações (bolhas de diversos diâmetros) no selante, ao longo da junta. Ver falha 5.*
- A aderência do selante deverá ocorrer somente nas faces laterais paralelas da junta. *A aderência no terceiro plano impede a sua livre movimentação. Ver falha 6.*
- Durante a aplicação do selante, a pistola deverá ser mantida com ângulo de 45°, forçando o preenchimento completo da junta. Após a aplicação, o selante deverá ser espatulado, *para se evitar a falta de acabamento e a formação de vazios no selante ao longo da junta com perda das propriedades de desempenho para o qual foi destinado. Ver falha 7.*
- Deverá ser sempre utilizada uma fita-crepe nas bordas, *para se evitar a aderência do selante na face externa, e este perca suas propriedades de desempenho diante das intensidades de movimentação e durabilidade, à vista das situações de exposição para o qual foi destinado. Ver falha 8.*

¹ Para melhor desempenho, os selantes devem ser aplicados nas faixas de temperaturas compreendidas entre as médias mínima e máxima local.

- O selante deve ser comprimido em direção às *bordas para garantir o preenchimento completo da cavidade, a correta aderência ao substrato e a coesão do produto*. O *preenchimento incompleto da junta resulta na penetração de água e demais agentes do meio (contaminantes), podendo causar manchas nos revestimentos (eflorescências)*. Ver falha 9.
- Deverá ser utilizado selante com desempenho adequado à aplicação. *Não utilizar selantes de qualidade duvidosa, pois eles podem apresentar baixo desempenho (ver falha 10) e baixa resistência à micro-organismos (ver falha 11)*.

A Figura 34 ilustra as falhas de adesão e de coesão.

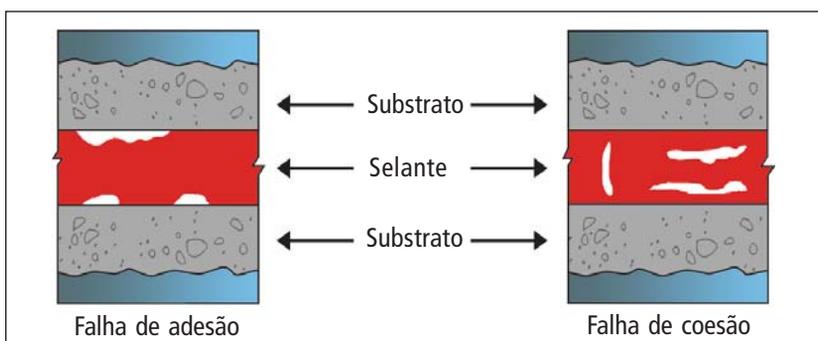


Figura 34: Falha de adesão e de coesão

As falhas mais comuns relacionadas à deterioração das juntas encontram-se ilustradas na Figura 35.

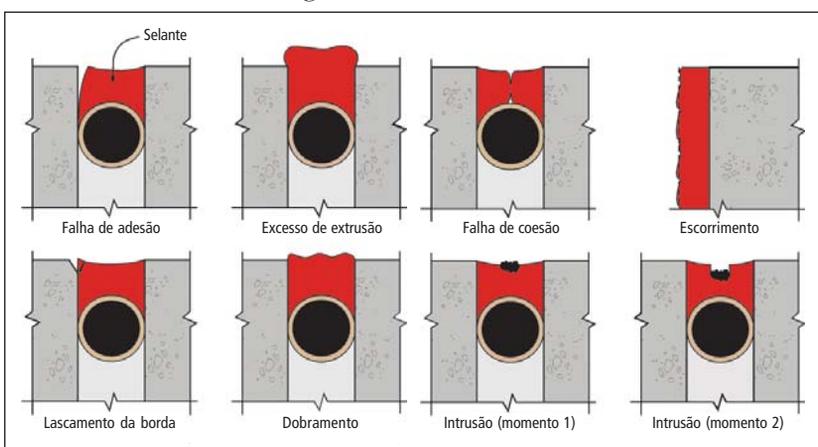


Figura 35: Principais tipos de falhas em juntas

Limpeza
Remoção e substituição dos selantes

10

10.

Manutenção da junta

Limpeza

A limpeza da fachada com presença de juntas deve ser realizada com água e sabão neutro periodicamente.

Remoção e substituição dos selantes

O fabricante de selante deve informar a frequência de manutenção do mesmo. É recomendável realizar uma inspeção a cada dois anos das juntas (ou, ainda, com menor frequência para juntas que trabalham sob condições severas) para avaliar a necessidade de realizar manutenção preventiva ou corretiva. Juntas que receberam originalmente pintura poderão ter que ser repintadas. Eventuais fungos, fuligem e poeira poderão ser removidos por meio de lavagem com água e detergente neutro.

Encontram-se listadas a seguir as normas internacionais de selantes para juntas de revestimentos de fachada mais relevantes e, na Tabela 1 foram resumidas as normas de desempenho determinadas pela ASTM – *American Society for Testing and Materials* e pela ISO – *International Organization for Standardization*.

Determinação de propriedades reológicas

ASTM C-603 – *Standard Test Method for Extrusion Rate and Application Life of Elastomeric Sealants*

Método de ensaio constituído por dois procedimentos: determinação do tempo da velocidade de extrusão e vida útil da mistura (*pot life*) de selantes elastoméricos, bicomponentes, quimicamente curados, usados em construção civil. De acordo com este método, é medido o tempo necessário para a expulsão de um determinado volume de selante, através de um orifício de dimensão conhecida sob uma pressão predeterminada.

ASTM C-639 – *Standard Test Method for Rheological (Flow) Properties of Elastomeric Sealants*

Método de ensaio para a determinação de propriedades reológicas (escorrimento) de selantes, mono e multicomponentes, quimicamente curadas para uso em construção civil.

ASTM C-1183 – *Standard Test Method for Extrusion Rate of Elastomeric Sealants*

Método de ensaio de selantes mono e multicomponentes, envolvendo dois procedimentos laboratoriais (A e B). Método A: ensaio no produto após 16h, em condições padronizadas; Método B: após ciclos de gelo e degelo. O ensaio pode ser realizado com bico de plástico ou metálico,

quando há necessidade de maior precisão. O referido ensaio mede o volume de selante extrudado em um minuto, sob uma dada pressão.

ISO 7390 – *Building construction – Jointing products – Determination of resistance to flow of sealants*

Método para determinação da taxa de escorrimento de selantes, usados em juntas de superfícies verticais, pela perda de coesão sob o seu próprio peso.

Alteração de cor e manchamento

ASTM C-510 – *Standard Test Method for Staining and Color Change of Single – or Multicomponent Joint Sealants*

Método de ensaio acelerado (intemperismo artificial) para verificar se o selante tem capacidade de manchar substratos minerais, como alvenarias, concreto ou pedras (mármore, calcário, arenito, granito), devido à exsudação de substâncias químicas do próprio selante. O método também é adequado para fazer a previsão de alteração de cor do próprio selante pela exposição ao intemperismo. Este método não é adequado para a verificação de fatores como impregnação de sujeira. O referido método envolve a exposição ao intemperismo artificial obtida por radiação UV/ condensação ou por arco carbono.

ASTM D-2203 – *Standard Test Method for Staining from Sealants*

Método acelerado de laboratório para verificar se o selante causa manchamento quando em contato com substratos de alvenaria, concreto ou pedra (mármore, calcário, arenito, granito, etc.). O método não envolve a exposição ao intemperismo artificial.

ISO 16938-1 – *Building construction – Determination of the staining of porous substrates by sealants used in joints – Part 1: Test with compression*

Método de determinação de manchamento de substratos porosos, como mármore, calcário, arenito ou granito, por substâncias exsudadas pelos selantes usados na construção civil. O resultado somente é válido para o selante e o substrato ensaiado, e não deve ser extrapolado para outras formulações de selantes ou substratos porosos. Ensaio com compressão.

ISO 16938-2 – *Building construction – Determination of the staining of porous substrates by sealants used in joints – Part 2: Test without compression*

Método de determinação de manchamento de substratos porosos, como mármore, calcário, arenito ou granito, por substâncias exsudadas pelos selantes usados na construção civil. O resultado é somente válido para o selante e o substrato ensaiado, e não pode ser extrapolado para outras formulações de selantes ou substratos porosos. Ensaio sem compressão.

Ensaio acelerados de durabilidade (efeitos de calor e radiação)

ASTM C-792 – Standard Test Method for Effects of Heat Aging on Weight Loss, Cracking, and Chalking of Elastomeric Sealants

Método acelerado de laboratório para a determinação dos efeitos do calor na perda de massa, fissuração, pulverulência (calcinação) de selantes elastoméricos de juntas, mono e multicomponentes, para utilização na construção civil. A exposição do selante em ambiente com temperatura elevada acelera a perda de componentes voláteis do material, resultando em alteração do seu aspecto.

ASTM C-793 – Standard Test Method for Effects of Laboratory Accelerated Weathering on Elastomeric Joint Sealants

Método de laboratório para determinar os efeitos de intemperismo acelerado (radiação, calor e umidade) em selantes elastoméricos para juntas, mono e multicomponentes, para utilização na construção civil. A exposição acelerada pode ser realizada por um dos procedimentos descritos na ASTM C-1442.

ASTM C-1246 – Standard Test Method for Effects of Heat Aging on Weight Loss, Cracking, and Chalking of Elastomeric Sealants After Cure

Método de ensaio de laboratório para determinar os efeitos do calor na perda de peso, fissuras e pulverulência de selantes elastoméricos, mono e multicomponentes, para uso na construção civil. Os efeitos podem ser obtidos por diferentes tipos de radiação: arco xenônio, fluorescente e arco carbono. Consultar a ASTM C-1442.

ASTM C-1442 – Standard Practice for Conducting Tests on Sealants Using Artificial Weathering Apparatus

Método de envelhecimento acelerado para avaliar os efeitos de radiação ultravioleta, calor e umidade de selantes. O método envolve a exposição

ao intemperismo artificial obtida por radiação UV/condensação ou por arco carbono, as condições de ensaio são acordadas entre as partes.

ASTM C-1501 – Standard Test Method for Color Stability of Building Construction Sealants as Determined by Laboratory Accelerated Weathering Procedures

Método que descreve o procedimento de ensaio de intemperismo acelerado em laboratório, com equipamentos que possuem dispositivos com fontes de ultravioleta ou arco carbono, para verificar a estabilidade de cor de selantes usados na construção civil.

ASTM C-1248 – Standard Test Method for Staining of Porous Substrate by Joint Sealants

O método verifica se o selante pode causar manchamento de substratos porosos, como mármore, calcário, arenito e granito, devido à exsudação de substâncias do próprio selante. As amostras são pré-moldadas e expostas a quatro condições de laboratório: (1) armazenamento sob condições normais de laboratório; (2) armazenamento em estufa; (3) exposição à radiação UV emitida lâmpada fluorescente; e (4) exposição à UV emitida por lâmpada de arco xenônio.

ISO 11431 – Building Construction – Jointing Products – Determination of Adhesion/Cohesion Properties of Sealants After Exposure to Heat, Water and Artificial Light Through Glass

Ensaio de durabilidade, por meio do qual se determina a adesão e a coesão de selantes sobre substratos, antes e após exposição dos corpos de prova à ação de calor e radiação artificial através de vidro.

ISO 10563 – Building Construction – Sealants – Determination of Change in Mass and Volume

Método de determinação da variação de massa e volume de selantes usados na construção civil, quando expostos ao calor, não sendo adequado para ensaio de produtos com características autonivelantes.

Ensaio de adesão e coesão

ASTM C-719 – Standard Test Method for Adhesion and Cohesion of Elastomeric Joint Sealants Under Cyclic Movement (Hockman Cycle)

Método acelerado de laboratório para avaliar o desempenho de selante para edificação quando submetido à imersão em água, a movimentos cíclicos e variação de temperatura.

ASTM C-794 – Standard Test Method for Adhesion-in-Peel of Elastomeric Joint Sealants

Método para determinar a resistência à adesão em *peel* de selante elastomérico, mono ou multicomponente, para utilização na construção civil. Existem contradições quanto ao uso deste ensaio para a simulação das condições normais de uso do selantes; entretanto, há muitos fabricantes que aplicam o ensaio para verificar a aderência do selante/*primer* em substratos não usuais.

ISO 9046 – Building Construction – Jointing Products – Determination of Adhesion/Cohesion Properties of Sealants at Constant Temperature

Método para a determinação de adesão/coesão de selantes, usados em construção civil, com comportamento predominantemente plástico.

ISO 9047 – Building Construction – Jointing Products – Determination of Adhesion/Cohesion Properties of Sealants at Variable Temperatures

Método para a determinação de adesão/coesão de selantes usados em construção civil, com comportamento predominantemente elástico. O produto a ser ensaiado é aplicado entre duas superfícies paralelas e submetido a ciclos de extensão/compressão, sob condições predefinidas, observada a existência de rupturas.

Módulo de elasticidade

ISO 7389 – Building Construction – Jointing Products – Determination of Elastic Recovery of Sealants

Método para a determinação da recuperação elástica após a manutenção de extensão.

ISO 8339 – Building Construction – Sealants – Determination of Tensile Properties (Extension to Break)

Método para a determinação da resistência à tração de selantes usados na construção civil.

Ensaio de formação de filme

ASTM C-679 – Standard Test Method for Tack-Free Time of Elastomeric Sealants

Método de determinação do tempo mínimo para formação do filme (*tack free time*) de selantes elastoméricos, mono e multicomponentes, comumente

empregados para selar, calafetar juntas de edificações e efetuar colagem de vidros (envidraçamento).

Especificações e guias

ASTM C-920 – *Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants*

Especificação de selantes elastoméricos, mono ou multicomponentes, de aplicação a frio, para vedação, calafetação de edifícios, pavimentos para veículos e pedestres, exceto rodovias e pavimentos para aeroportos e pontes.

ASTM C-1193 – *Standard Guide for Use of Joint Sealants*

Guia para projetistas e aplicadores, com informações sobre as propriedades e funções dos diferentes tipos de selantes. Descreve o uso de selante de aplicação líquida a frio para vedação, calafetação de edifícios e adjacentes, praças, *decks*, pavimentos para veículos e pedestres, exceto rodovias e pavimentos para aeroportos e pontes. As informações neste guia são aplicáveis principalmente a selantes de junta mono e multicomponentes, de aplicação líquida a frio.

ISO 11600 – *Building Construction – Jointing Products – Classification and Requirements for Sealants*

Norma que classifica os tipos e classes de selantes usados na construção civil, de acordo com a aplicação e o desempenho. Também são descritas as exigências e os respectivos métodos de ensaio.

Terminologia

ASTM C-717 – *Standard Terminology of Building Seals and Sealants*

Norma que define os termos usados em métodos de ensaio, especificações, guias e práticas, relacionados com selantes e calafetadores de edifícios.

ASTM E-631 – *Standard Terminology of Building Constructions*

Outras propriedades

ASTM C-661 – *Standard Test Method for Indentation Hardness of Elastomeric – Type Sealants by Means of a Durometer*

Tabela 1: Relação de normas de desempenho de selantes para aplicação em juntas de revestimentos de fachada

| Propriedades | | Entidade normalizadora | |
|---|------------------------|------------------------|-----------|
| | | ASTM | ISO |
| Reológicas | Escorrimento | ASTM C-639 | ISO 7390 |
| | Velocidade de extrusão | ASTM C-603 | |
| | | ASTM C-1183 | |
| Manchamento no substrato | | ASTM C-510 | ISO 16938 |
| | | ASTM C-1.248 | |
| Módulo de elasticidade | | | ISO 7389 |
| | | | ISO 8339 |
| Adesão/ coesão | | ASTM C-719 | ISO 9047 |
| | | ASTM C-794 | ISO 11431 |
| Efeitos de calor | | ASTM C-792 | ISO 10563 |
| | | ASTM C-1246 | |
| Envelhecimento (intemperismo) acelerado | | ASTM C-793 | |
| | | ASTM C-1501 | |
| Tempo mínimo de formação de filme | | ASTM C-679 | |
| Dureza | | ASTM C-661 | |
| Classificação | | ASTM C-717 | ISO 11600 |
| Terminologia | | ASTM E-631 | |
| Especificação e guias | | ASTM C-920 | ISO 11600 |
| | | ASTM C-1193 | |



DOW CORNING AMERICAS. *Manual técnico*. São Paulo: janeiro de 2005. 78p. Disponível em: <<http://www.dowcorning.com/content/publishedlit/62-1112e-11.pdf>>. Acesso em: 27 de abril de 2009.

EBERHARD, Baust; FUCHS, Wolfram. *The Sealants Manual - Practical Guidelines for the Use of Construction Sealants*. Industrie Verband Dichtstoffe E.V. IVD (Ed.). Düsseldorf, 2004.

FERME, Leonilda de Fátima Gomes & OLIVEIRA, Paulo Sérgio Ferreira. Selantes – a escolha correta garante a durabilidade. XII Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 1ª a 3 de outubro de 2003. *Anais...* São Paulo: IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2003 (CD-ROM).

PRISZKULNIK, Simão; MARTINS, Flávio de Camargo & FERME, Leonilda de Fátima Gomes. Critérios para seleção e aplicação de selantes em juntas de pavimentos de concreto. Coninfra – Congresso de Infra-Estrutura de Transportes, 19 a 22 de junho de 2007. *Anais...* São Paulo: Andit – Associação Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2007.

RESENDE, Maurício Marques. 2004. 215p. *Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: USP.

RIBEIRO, Fabiana Andrade. 2006. 158p. *Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas: levantamento do estado da arte*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: USP.

SAHADE, Renato Freua. 2005. 186p. *Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação*. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios. São Paulo: IPT.

SIKA. *Apresentações de uso e aplicação de selantes*. São Paulo: Sika, 2008 (CD-ROM).

SIKA S.A. *Workshop Internacional Sealing & Bonding*. São Paulo: Novembro 2008. 1 CD-ROM.

ANEXO I - Principais defeitos e falhas encontrados em obra

ANEXO II - Checklist para aplicação de selantes

ANEXO I - Principais defeitos e falhas encontrados em obra

| FALHAS | CAUSA | PREVENÇÃO |
|---|---|--|
| <p>1. Falha de adesão</p>  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Aplicação sobre superfície:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – contaminada; 2 – com partículas soltas; 3 – úmida e não curada; 4 – muito porosa; 5 – com falta de homogeneidade entre os componentes. | <ol style="list-style-type: none"> 1 Tipo de superfície <ol style="list-style-type: none"> a – Materiais porosos: <ul style="list-style-type: none"> • remoção de óleos e graxas por lavagem. b – Materiais não porosos: <ul style="list-style-type: none"> • remoção por solvente. 2 – Remoção de partículas soltas por lavagem ou ar comprimido 3 – Aplicação sobre superfície bem curada e seca. 4 – Aplicação de <i>primer</i>. 5 – Homogeneização das instruções do fabricante. |
| <p>2. Juntas obstruídas</p>  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Presença de elementos no interior das juntas que, ao impedirem a livre movimentação destas, provocam o lascamento das bordas do revestimento ao longo da junta.</p> | <p>Remoção dos elementos que possam estar obstruindo a livre movimentação das juntas.</p> |
| <p>3. Falha de aderência no substrato</p>  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Superfície do substrato com contaminações e impregnações de qualquer natureza.</p> | <p>Realização de limpeza do substrato antes da aplicação do selante e/ou aplicação de <i>primer</i>.</p> |

FALHAS

CAUSA

PREVENÇÃO

4. Substrato deteriorado

Fonte: Danver



Substrato sem coesão e com falhas de regularização do selante.

Recomposição da falha do substrato antes da aplicação do selante.

5. Presença de bolhas e ondulações na superfície do selante

Fonte: AT&S



Aplicação sob temperaturas elevadas ou sob insolação.

Aplicação do selante na temperatura média de utilização, recomendada pelo fabricante.

6. Ruptura do selante

Fonte: BASF

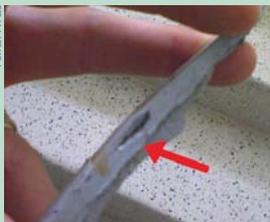


Profundidade elevada e/ou fixação em três lados da junta, resultando na ruptura do selante sob tensão.

Utilização de elementos que impeçam a aderência no terceiro plano da junta (corpo de apoio).

7. Presença de vazios e falhas no selante aplicado

Fonte: AT&S



Aplicação do selante com velocidade irregular e ângulo inadequado, causando falhas e vazios no selante aplicado.

Aplicação do selante com velocidade constante, sem interrupção, mantendo a pistola com ângulo de 45°, para forçar o preenchimento completo da junta. Após a aplicação, o selante deverá ser espatulado.

FALHAS**CAUSA****PREVENÇÃO****8. Aderência do selante na face externa**

Fonte: AT&S



Aderência do selante na superfície externa do substrato no momento da aplicação.

Utilização de fita-crepe nas bordas da junta sobre o substrato, que deve ser retirada após o acabamento.

9. Manchas e deposição de sais no revestimento

Fonte: AT&S



Presença de umidade, que causa a migração dos sais solúveis presentes no substrato, percolando através de falhas ao longo da selagem da junta.

1 – Compressão do selante em direção às bordas, para garantir o preenchimento completo da cavidade, a correta aderência ao substrato e a coesão do produto.
2 – Eliminação da umidade presente no substrato.

10. Enrijecimento e fissuração do selante

Fonte: AT&S



Má qualidade do produto, com perda de plastificante.

Especificação correta de selante a ser utilizado.
Verificação prévia da data de validade.

11. Impregnação de sujeira do meio ambiente e desenvolvimento de micro-organismos biológicos

Fonte: AT&S



Produto com retenção de sujeira e com baixa resistência à micro-organismos biológicos.

Especificação correta de selante a ser utilizado.

| FALHAS | CAUSA | PREVENÇÃO |
|--|--|---|
| 12. Selante com forma irregular  <p>Fonte: AT&S</p> | <p>Corpo de apoio disposto sem regularidade no fundo de junta.</p> | <p>Uso de gabarito para instalação do corpo de apoio no fundo de junta.</p> |
| 13. Manchas em superfícies porosas  <p>Fonte: Silva</p> | <p>Selante inadequado: plastificação externa ou cura acética.</p> | <p>Uso de selantes de PU com plastificação interna. Uso de selantes de silicone de cura neutra.</p> |

ANEXO II - Checklist para aplicação de selantes

O *checklist* deve ser avaliado durante todo o processo de preenchimento da junta.

| CHECK LIST PARA APLICAÇÃO DE SELANTES | | Nº |
|--|--|-----------------------------|
| | | DATA ____/____/____ |
| I - ANTES DA APLICAÇÃO DO SELANTE | | |
| 1. Fator de forma (L : P): | _____ | : _____ |
| 2. Dimensões da junta (L x P) cm: | _____ | x _____ |
| 3. Tipo de selante: | | |
| <input type="checkbox"/> PU | <input type="checkbox"/> Silicone Neutro | <input type="checkbox"/> MS |
| Outro: _____ | | |
| Marca: _____ | | |
| Fabricante: _____ | | |
| Validade: _____ Lote: _____ Nota Fiscal n.º: _____ | | |
| 4. Avaliação do Substrato | SIM | NÃO |
| - Há integridade? | | |
| - Está coeso? | | |
| - Há pulverulência? | | |

| 4. Avaliação do Substrato | SIM | NÃO |
|---|-----|-----|
| - Há resíduos de óleo? | | |
| - Há resíduos de graxa? | | |
| - Há partículas soltas? | | |
| - Há partículas de poeira? | | |
| - Está seco? | | |
| - OBS.: | | |
| | | |
| 5. Utilização de Primer | | |
| <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não | | |
| Marca: _____ | | |
| Fabricante: _____ | | |
| Validade: _____ Lote: _____ | | |
| | | |
| 6. Condições de Exposição | SIM | NÃO |
| - Está exposto a temperaturas elevadas? | | |
| - Qual a temperatura medida? SUPERFICIAL <input type="checkbox"/> °C AMBIENTE <input type="checkbox"/> °C | | |
| Está exposto a insolação direta? | | |
| Qual a temperatura medida? SUPERFICIAL <input type="checkbox"/> °C AMBIENTE <input type="checkbox"/> °C | | |
| | | |
| 7. Equipamentos para Aplicação do Selante | SIM | NÃO |
| Está sendo utilizado espátula? | | |
| Está sendo utilizado pistola elétrica? | | |
| Está sendo utilizado pistola manual? | | |
| Está sendo utilizado gabarito para corpo de apoio? | | |
| Está sendo utilizado bico com corte de 45°? | | |
| | | |
| 8. Corpo de Apoio | | |
| - TIPO: <input type="checkbox"/> Cordão de Polietileno Ø _____ cm | | |
| <input type="checkbox"/> Fita Isoladora L x e: _____ x _____ cm | | |
| Qual é a distância em "cm" entre o corpo de apoio e a superfície do revestimento? | | |
| | | |
| 9. Proteção das Bordas | SIM | NÃO |
| Há proteção das bordas? | | |

Obs.:

1. Utilizar uma planilha para cada junta de movimentação;
2. A junta deverá ser totalmente avaliada pelo responsável técnico da obra;
3. Caso um dos itens acima esteja em desconformidade com este manual, não liberar a execução da junta até que a mesma esteja em conformidade;
4. Caso alguns dos materiais acima esteja com a validade vencida, substituir o(s) material(is);
5. Outras observações: anotar no verso desta folha.

II - DURANTE APLICAÇÃO DO SELANTE

| | SIM | NÃO |
|--|-----|-----|
| A pistola está sendo utilizada inclinada? | | |
| Está havendo preenchimento total da junta? | | |
| O acabamento da junta está: <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom | | |
| O acabamento está conforme projeto? | | |

III - APÓS APLICAÇÃO DO SELANTE

| | SIM | NÃO |
|--|-----|-----|
| Foi removida a proteção das bordas? | | |
| Está ocorrendo o deslocamento lateral? | | |
| Está ocorrendo a formação de bolhas? | | |
| Está ocorrendo enrijecimento ? | | |
| Foi realizado o teste de aderência de campo? | | |
| Está sendo obedecido o prazo de cura estabelecido pelo fabricante? | | |

Obs.:

1. Utilizar uma planilha para cada junta de movimentação;
2. A junta deverá ser totalmente avaliada pelo responsável técnico da obra;
3. Caso um dos itens acima esteja em desconformidade com este manual, não liberar a execução da junta até que a mesma esteja em conformidade;
4. Outras observações: anotar no verso desta folha.

Colaboradores

Participaram da elaboração destas recomendações técnicas os seguintes profissionais



Adriana Tuoni

Graduada em Engenharia Química, pela Escola de Engenharia Mauá, em 2005. Atua, há quatro anos, na área de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos para Construção Civil da BASF. Membro do CB-22 - Impermeabilização.

Eliene Ventura Costa

Tecnóloga civil, pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo - FATEC/SP. Engenheira Civil, pela Faculdade de Engenharia São Paulo - FESP. Coordenadora do departamento técnico com foco em impermeabilização da Otto Baumgart - VEDACIT. Trabalhos junto ao IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização e normatização junto à Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Fabiana Andrade Ribeiro

Mestre em Engenharia Civil, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP. Sócia-gerente da FCH Consultoria e Projetos, empresa especializada em consultoria e projetos de alvenarias e revestimentos. Professora no curso MBA em Gestão de Obras e Projetos da Universidade Cruzeiro do Sul - Unicsul.

Flávio de Camargo Martins

Engenheiro civil, pela Faculdade Objetivo, MBA Executivo na Escola Superior de Propaganda e Marketing - ESPM. Membro do CB-22 - Impermeabilização. Membro atuante do IBI - Instituto Brasileiro de Impermeabilização. Atua como coordenador técnico da DENVER Impermeabilizantes.

Leonilda F. G. Ferme

Arquiteta, pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Farias Brito - Universidade de Guarulhos - UnG/SP (1985). Gerente-técnica da empresa DENVER Impermeabilizantes desde 1991. Membro e coordenadora de comissões de estudos do CB-22 - Comitê Brasileiro de Impermeabilização.

Marco Antonio T. M. Souza

Engenheiro químico, pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp (1980). Extensão em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas - FGV (1994). Membro de comissões de estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, atualmente em Selante de Silicone Estrutural - CB-37 (Vidro). Consultor técnico da Sil Trade.

Marcos Roberto O. Lima

Engenheiro civil, formado em 2003 pela Universidade de Mogi das Cruzes - UMC. Atua na área de Químicos para Construção da BASF há 15 anos, com vasto conhecimento em Pisos e Reparos.

Michel Haddad

Graduado em Engenharia Civil, pela Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (1998). Pós-graduado em Longevidade de Edificações, pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2003). Consultor técnico da SIKA S/A desde 2005 e responsável atualmente por Suporte Técnico a Projetos e Especificações na Divisão Contractors.

Mirella Pennacchi Assali

Engenheira civil, pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2003). Mestranda em Engenharia Civil, pela Universidade de São Paulo - USP. Gerente de gestão integrada do LENC - Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda. Professora da Pós-Graduação da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Presidente do CT-01 - Laboratórios de Ensaios - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro.

Renato Freua Sahade

Engenheiro civil, pela Universidade Paulista - UNIP/SP (1993). Pós-graduado em Materiais de Construção Civil, pela Universidade de São Paulo - USP (1995). Mestre pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT (2005). Diretor técnico da AT&S Engenharia e Assessoria em Recuperação Predial desde 1998.

Rodnei dos Santos

Bacharel em Química Industrial, pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC/ Campinas, e licenciado em Química, pelas Faculdades Oswaldo Cruz. Pós-graduando em Direito Ambiental, pela Universidade Paulista - UNIP/SP. Especialista em aplicações de selantes de silicone para a construção civil. Atualmente, exerce suas atividades profissionais na DOW CORNING.

Fabiola Rago Beltrame possui graduação em Engenharia Civil pela FAAP (1993) e mestrado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1999). Diretora da Qualidade da BELTRAME Engenharia S.S. Ltda e Consultora Técnica da LENC Laboratório de Engenharia e Consultoria Ltda. Atua como consultora do ITEC - Instituto Tecnológico da Construção Civil e no organismo de certificação de pessoas NQCP/ IBRACON. Atua também na avaliação de materiais de construção civil, como esquadrias, vidros, argamassas e selantes, gerente técnica do PSQ de Esquadrias de Alumínio do PBQP-H, membro de Comissões de Estudos do CB-02 (Construção Civil), CB-37 (Vidro) e CB-18 (Cimentos e Argamassas).

Kai Loh é bacharel em Química pela Universidade de São Paulo (1972), Mestre e Doutora em Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), respectivamente 1992 e 1998. Professora convidada do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, desde 2000. Química Pesquisadora da Divisão de Engenharia Civil do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), durante 23 anos. Atua na área de desempenho e durabilidade de materiais de construção.

Volumes anteriores

(disponíveis em www.habitare.org.br)

Volume 1: Revestimentos de argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação de argamassas

Volume 2: Mutirão habitacional: procedimentos de gestão

Volume 3: Planejamento de canteiro de obras e gestão de processos

Volume 4: Urbanização de favelas: procedimentos de gestão

ISBN 978-85-89478-34-2



9 788589 478342

antes

REALIZAÇÃO



ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



PATROCÍNIO

