

Da química à durabilidade: uma análise sobre selantes de silicone

por Emir Debastiani

Especialista Técnico para o mercado de Construção e Infraestrutura



Quando tratamos de aplicações de selantes para juntas em fachadas de edifícios, onde a exposição ao intemperismo (ultravioleta, umidade, temperatura...) é o principal fator de degradação para esses materiais, a escolha de produtos com desempenho comprovado a longo prazo é um dos fatores chave para o sucesso da aplicação.

Falhas prematuras do selante nessas juntas podem trazer muitos problemas devido à infiltração de água e umidade, resultando em descontentamento e má experiência para os usuários do edifício e colocando em risco a reputação de grandes incorporadoras e construtoras.

A experiência da Dow nas aplicações de selantes de silicone em juntas de fachadas demonstra que é possível obter uma aplicação com desempenho e durabilidade, combinando a seleção de bons materiais com boas práticas de aplicação.

A Dow tem inúmeros [casos de aplicações](#) de selantes de silicone em fachadas por todo o mundo, alguns superam 50 anos de durabi-

lidade sem necessidade de resselagem ou substituição do selante.

Nessa mesma direção, diversas referências independentes discutem o uso de selantes em aplicações em fachadas de edifícios. Em algumas delas, como no livro “Sealants in Construction”, de Klosowski e Wolf [1], o selante de silicone é apontado como a melhor opção quando a longevidade é uma preocupação primordial, apresentando a melhor estabilidade contra a luz solar UV.

Fabiana Andrade Ribeiro [2], em sua dissertação de mestrado, também enfatizou a durabilidade como uma das principais vantagens dos selantes de silicone aplicados em fachadas cerâmicas, com “excelente resistência ao intemperismo e ao envelhecimento”.

Na revisão bibliográfica de seu livro [3], Ribeiro e Barros mencionam que “os silicones têm a taxa de endurecimento muito lenta; portanto, raramente o endurecimento seja um fator que possa causar falha nas juntas. Esse tipo de selante tem uma vida útil prevista, segundo os autores, de 20 a 30 anos.”

A QUÍMICA DOS SELANTES E SUA DURABILIDADE

Os selantes de silicone são formulados com polímeros cuja cadeia principal é formada por ligações entre átomos de Silício e Oxigênio (ligações Si-O).

Essas ligações são extremamente estáveis e possuem alta energia, de forma que a energia dos raios UV (ultravioleta) do sol não consegue rompê-las facilmente. A resistência aos raios UV é inerente ao polímero de silicone, sem necessidade de aditivos para prolongar a durabilidade.

Já no caso dos selantes orgânicos, as cadeias de polímeros são formadas por ligações Carbono com Carbono (C-C), as quais possuem energia de ligação mais baixa e neste caso podem ser mais facilmente rompidas pela radiação UV. Esses selantes necessitam de aditivos para proteção UV, os quais são consumidos ao longo do tempo, de forma que a proteção contra degradação do selante é eficiente por tempo limitado.

C - C 84.9 kcal/mol	Si - C 77.9 kcal/mol	Si - Si 53.9 kcal/mol
C - O 85.5 kcal/mol	Si - O 105.9 kcal/mol	C - H 101.1 kcal/mol

Figura 1. Energia de ligação entre diferentes átomos

Diversos testes de laboratório demonstram a superioridade do silicone em comparação aos selantes orgânicos, com relação a resistência a exposição UV.

Por exemplo, a figura 2 mostra o resultado de um teste interno da Dow de exposição de dois selantes a UV artificial por 2.500 horas. É possível ver que o selante de silicone sai do teste praticamente intacto, enquanto o selante orgânico é significativamente danificado.



Figura 2. Comparativo de um selante de silicone x orgânico após teste de intemperismo artificial

A excelente resistência do selante de silicone ao intemperismo o torna ideal para aplicações típicas em fachadas como juntas de dilatação, movimentação, vedação na instalação de janelas (entre caixilhos e alvenaria) e de vidros, bem como a colagem estrutural de vidros em fachadas do tipo Pele de Vidro.



Figura 3. Exemplos típicos de aplicações de selantes de silicone em construção

Em média, a durabilidade dos selantes de silicone em aplicações expostas a intempéries, principalmente expostos ao sol/UV é 3x superior a selantes orgânicos. Essa observação é baseada na experiência da Dow ao longo de mais de 50 anos de aplicações de selantes de silicone em fachadas por todo o mundo.

Além de impactar na questão econômica, a maior durabilidade também se reflete diretamente em questões de sustentabilidade, pois em média os selantes orgânicos podem requerer maior número de intervenções para resselagem de juntas, se comparados aos silicones. Essa diferença resulta em uma maior geração de resíduos no meio ambiente.

Na prática, a baixa resistência dos selantes orgânicos a exposição UV resulta em craquelamento do material, inicialmente na superfície e depois seguindo em direção ao seu interior, podendo resultar em falhas mais graves e abertura do selante para passagem de água. Há relatos de nossos clientes/distribuidores, de que alguns selantes orgânicos de baixo desempenho já começam a mostrar sinais de craquelamento num curto período de, por exemplo, apenas 3 anos após a aplicação.



Figura 4. Exemplos de selantes orgânicos com degradação

RESISTÊNCIA AO INTEMPERISMO ARTIFICIAL

A resistência ao intemperismo é a capacidade do selante de manter suas propriedades visuais, físicas e mecânicas inalteradas ou pouco afetadas após exposição prolongada a intempéries como radiação solar, temperaturas extremas, água (chuva, umidade), poluição, produtos químicos, entre outros.

A resistência ao intemperismo está diretamente ligada à durabilidade do selante, principalmente nas aplicações externas em construção civil, como é o caso das fachadas dos edifícios. Pois se um selante é severamente afetado devido à exposição a UV ou a água por exemplo, pode sofrer com enrijecimento, craqueamento e/ou perda de adesão, afetando seu desempenho na função de vedação. Um selante que apresente enrijecimento terá sua capacidade de movimentação reduzida, o módulo de elasticidade aumentará e a adesão aos substratos da junta será deteriorada.

Várias normas de testes apresentam metodologias para avaliar os efeitos do intemperismo no desempenho dos selantes, através de testes acelerados em laboratório. É comum o uso de câmaras de intemperismo que expõem o selante a radiação solar/UV, em conjunto com alta temperatura e alta umidade. Por exemplo, podemos citar as normas ISO 11431 e ASTM C793, que avaliam os efeitos do intemperismo em selantes.

Porém, mesmo com todos os testes e métodos disponíveis, é difícil obter uma previsão confiável da longevidade de um selante, já que esses ensaios não contemplam todos os movimentos e exposições simultâneas a que o selante estará sujeito na aplicação real.

Os testes de intemperismo artificiais, em geral, não levam em conta a movimentação (expansão/contração) do selante, como seria uma aplicação real. A maioria dos testes disponíveis avaliam a amostra de forma estática (sem movimentação simultânea ao intemperismo), ou então avaliam primeiro a exposição ao intemperismo para depois estressar o material com movimentação.

Outra limitação importante é que nenhuma norma de teste de laboratório leva em conta a movimentação do selante durante a cura. Em geral, os selantes são expostos ao intemperismo após passar pelo processo de cura em ambiente de laboratório, em repouso, sem movimentações.

Somente a exposição do selante à condição real de intemperismo natural, em racks de exposição montados em regiões com clima e radiação solar agressivos (ex. Texas, Flórida) por diversos anos, é que darão a melhor informação sobre a longevidade de um selante. Como exemplo, a norma ASTM C1589 apresenta uma metodologia para exposição de selantes ao intemperismo natural.

Porém esses testes de exposição, embora mais próximos do ideal, são longos e custosos para que possam ser amplamente utilizados.

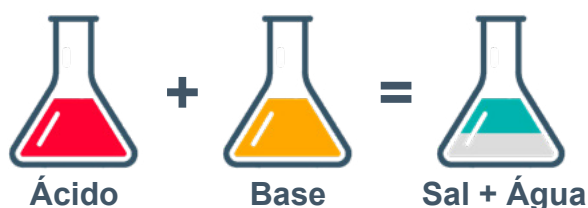
É muito importante que os especificadores de selantes conheçam bem as normas existentes e suas limitações, para que possam tomar decisões conscientes para seleção do material mais adequado aos seus projetos.

ESPECIFICAÇÕES DE SELANTES DE SILICONE

As aplicações e substratos utilizados em construção civil são muito variados. Por isso, é necessário selecionar o selante de silicone correto para cada aplicação. Os selantes de silicone não são todos iguais.

Quanto ao sistema de cura, a maioria dos selantes de silicone monocomponentes (selantes de 1 parte) disponíveis no mercado para aplicações relacionadas à construção podem ser classificados em Acéticos e Neutros.

Os selantes de silicone de cura acética emitem ácido acético como subproduto de cura, o qual ocasionará uma reação com os componentes de característica básica da alvenaria:



Neste caso, haverá a formação de um sal na interface entre o silicone acético e a alvenaria, que é solúvel em água e será removido com a chuva, causando falha de adesão na interface. Portanto, os selantes acéticos não são recomendados para esse tipo de aplicação.

Para aplicações em construção civil principalmente em contato com alvenaria, concreto e pedras, os selantes de cura neutra devem ser utilizados, em especial os selantes de silicone de Cura Neutra Alcoólica ou Amídica. Nestes casos, os subprodutos de cura são inertes e não causam nenhuma reação adversa com os substratos mais utilizados em construção civil.

Outro ponto importante a ser considerado é a questão da presença de solventes em alguns selantes de silicone. Neste caso, sua composição não é 100% silicone, mas podem conter um percentual de 15% a 30% de solventes orgânicos voláteis em sua composição. Esses solventes evaporam após a aplicação do selante, causando um encolhimento da junta aplicada, a qual ficará com dimensionamento menor e assim se tornará menos eficiente, com menor capacidade de movimentação.

Além da cura e da composição química, existem especificações importantes que devem ser avaliadas para a correta seleção do selante de silicone mais adequado. As mais importantes para aplicações em juntas que apresentam movimento são a Capacidade de Movimentação, o Módulo de Elasticidade e Adesão.

A Capacidade de Movimentação reflete o quanto o selante pode ser movimentado em uma junta, sem romper-se ou perder adesão aos substratos. Muitos selantes disponíveis no mercado apresentam capacidade de movimentação entre 12% e 25%, porém selantes de melhor desempenho oferecem 50% de capacidade de movimentação e alguns poucos selantes chegam até 100% de capacidade de movimentação.

Quanto maior a capacidade de movimentação, melhor será o desempenho do selante para acompanhar as movimentações da junta, sejam essas causadas por movimentações da estrutura ou por movimentos térmicos entre os substratos, por exemplo entre o alumínio da esquadria e a alvenaria do edifício.



Figura 5. Exemplo de capacidade de movimentação

A medida da capacidade de movimentação deve seguir procedimentos normatizados, de forma que seja possível comparar o desempenho de um selante em relação a outro. Referências para esse teste são as normas ASTM C719 e a norma ISO 9047.

Na prática, selantes com baixa capacidade de movimentação não suportarão o estresse causado pelas movimentações do edifício e podem apresentar falhas adesivas ou coesivas.



Figura 6. Exemplos de falhas adesivas e coesivas

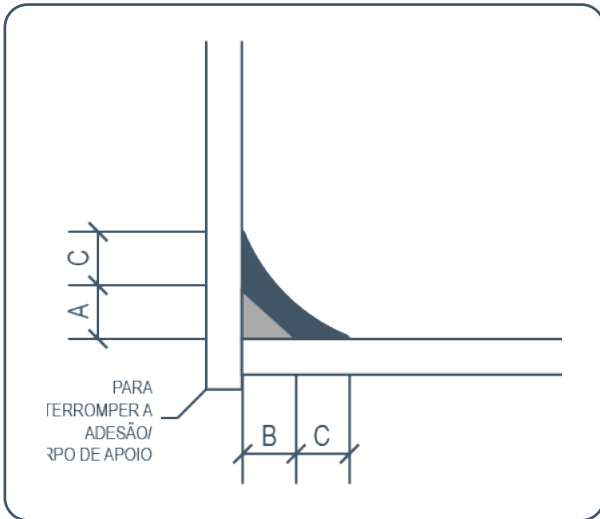
APLICAÇÃO DO SELANTE DE SILICONE

Além da seleção de um material de bom desempenho como o silicone de cura neutra, não podemos esquecer que os procedimentos de aplicação do material são muito importantes para a longevidade da vedação.

O desenho correto da junta, testes prévios de adesão aos substratos, boas práticas de limpeza dos substratos, determinação da necessidade ou não de uso de um primer e testes periódicos de controle de qualidade na aplicação, são todos pontos muito importantes para alcançar uma aplicação duradoura.

Pensando especificamente nas juntas entre caixilhos e alvenaria (na instalação de janelas por exemplo), que tem tipicamente o formato de “juntas de canto”, algumas recomendações de desenho e aplicação devem ser seguidas para melhor desempenho da junta.

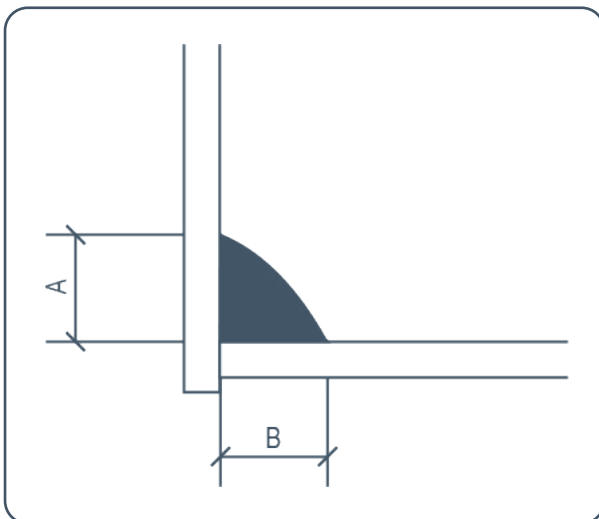
Design de junta bom



Design de junta bom - principais pontos:

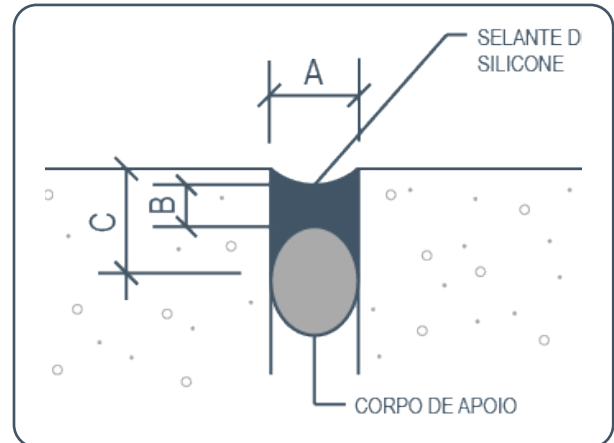
1. As dimensões A e B devem ter pelo menos 1/4" (6mm).
2. Deve ter uma fita para interromper a adesão ou um corpo de apoio se houver a previsão de movimentação de junta.
3. A junta deve ser espatulada de forma plana ou levemente côncava.
4. A dimensão C deve ter pelo menos 1/4" (6mm).

Design de junta ruim



Para juntas de movimentação convencionais, também existem recomendações mínimas, conforme abaixo.

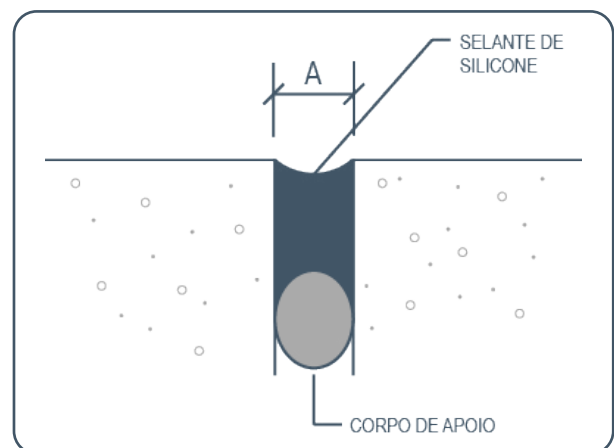
Design de junta bom



Design de junta bom - principais pontos:

1. A dimensão A tem que ter pelo menos 1/4" (6 mm).
 2. A dimensão B tem que ter pelo menos 1/8" (3 mm).
 3. A dimensão C tem que ter pelo menos 1/4" (6 mm).
 4. A proporção A:B deve ser no mínimo 2:1.
 5. Superfície da junta espatulada.
 6. A dimensão Máximo B sugerida = 1/2" (12.7 mm)
 7. A dimensão Máxima A sugerida = 4" (100 mm).
- Juntas maiores do que 2" (50 mm) podem escorrer levemente; portanto pode ser necessária a técnica de dupla aplicação do selante.

Design de junta ruim



No caso da “junta ruim” exemplificada acima, não quer dizer que a mesma irá falhar com certeza, mas terá capacidade de movimentação mais limitada e com isso maior chance de falhas, principalmente em janelas de grandes dimensões, onde a probabilidade de movimentações é maior. Para reduzir o risco de falhas, o projeto terá que ser compensado com o uso de um selante com maior capacidade de movimentação.

A necessidade de uso de um primer – promotor de adesão – é conhecida para alguns substratos mais difíceis. Em geral, os manuais técnicos e fichas de dados dos fabricantes de selantes já apontam quais substratos tem histórico de necessitar ou não de primer. E os testes prévios de adesão podem confirmar essa exigência.

Um bom programa de testes periódicos de adesão durante a obra, com execução e documentação adequadas, pode revelar a existência de problemas de aplicação, que se corrigidos a tempo, evitarão problemas futuros de falhas de adesão e consequentemente de infiltrações através das juntas.

Outros exemplos e recomendações sobre design de juntas e detalhes de boas práticas de aplicação podem ser encontradas no manual técnico da Dow disponível em [Dow Américas Manual Técnico](#).



QUESTÕES SOBRE SUJIDADE E MANCHAMENTO

Existe a possibilidade de acúmulo de sujeira sobre a superfície de qualquer selante aplicado em juntas de fachadas, principalmente em ambientes com maior presença de poeira ou poluição no ar.

Esse acúmulo pode acontecer por vários motivos, como por exemplo, uma leve pegajosidade remanescente na superfície do selante, ou até mesmo pela eletricidade estática.

Além disso, alguns selantes podem apresentar uma pequena quantidade de fluido livre na sua formulação, que pode facilitar o acúmulo de sujeira e migração da mesma para a superfície dos substratos adjacentes.

Em geral, esses efeitos são puramente estéticos e não interferem no desempenho e na durabilidade do selante, sendo possível remover essa sujeira na maioria dos casos através de limpeza/lavagem periódica da fachada.

O acúmulo de sujeira sobre a superfície do próprio selante é conhecido como **Dirt Pick-up**.

Caso essa sujeira seja espalhada pela água da chuva e acumulada sobre a superfície de substratos adjacentes à junta (pedras, cerâmicas, ACM etc.), aí temos o efeito chamado de **Dirt Run-down**, o qual se apresenta como uma espécie de “escorrimento” da sujeira.

Pode ocorrer também o fenômeno de **Fluid Streaking**, que se caracteriza pelo acúmulo de partículas nas áreas onde o fluido livre presente em alguns selantes tenha migrado para a superfície de substratos adjacentes à junta selada.

Numa primeira análise, os efeitos de **Fluid Streaking** e de **Dirt Run-down** parecem muito similares e muitas vezes são até confundidos. Porém, é possível notar que no Fluid Streaking o efeito de “escorrimento” é visível tanto acima quanto abaixo de juntas horizontais, enquanto que o **Dirt Rundown** tipicamente é observado somente abaixo das juntas horizontais.

Há evidências de que a prática do espatulamento do selante utilizando líquidos (como água ou detergente) durante sua aplicação pode potencializar o aparecimento posterior desses efeitos. No manual técnico de aplicação de selantes para construção da Dow (disponível no link [Dow Américas Manual Técnico](#)) é mencionado que não se deve utilizar nenhum líquido para ajudar no espatulamento do selante, tais como água, detergente, álcool, etc. Esses produtos podem interferir na cura e na adesão do selante, além de **causar problemas estéticos**.

Os efeitos descritos acima já são conhecidos e podem acontecer com outros tipos de selante, não somente com selantes de silicone.

Para os casos onde há grande preocupação estética, recomendamos a aplicação de selantes com formulação especialmente desenvolvida para minimizar esses efeitos. Como por exemplo, nossos selantes de silicone Dowsil 756SMS e Dowsil 991, os quais tem uma formulação proprietária especialmente desenvolvida com o objetivo de reduzir acúmulo de sujeira sobre a junta, reduzir o efeito estético indesejado de escorrimento de sujeira da junta e minimizar o risco de manchamento em substratos porosos.

É importante ressaltar que os efeitos descritos acima não são considerados como Manchamento dos substratos. O Manchamento

se dá quando os fluidos livres do selante penetram em um substrato poroso (por exemplo mármore, granito, etc) de forma irreversível. Para esse tipo de situação, de forma a minimizar o risco de Manchamento, a Dow oferece o serviço de testes prévios de Manchamento em laboratório, baseados na norma técnica ASTM C1248. Esse teste pode ser executado antes da aplicação do selante na fachada, ajudando na detecção do risco de manchamento do selante em substratos porosos e assim prevenindo a ocorrência desta patologia na fachada.

SELANTES DE SILICONE NEUTROS EM CARBONO

A Dow introduziu recentemente o primeiro conjunto de selantes de silicone Neutros em Carbono para aplicações em fachadas, com o objetivo de reduzir a pegada de carbono das fachadas, contribuindo para a obtenção de pontos adicionais para certificações de construção verde e construções Net Zero.

Por meio de diversas iniciativas, a Dow conseguiu neutralizar as emissões de carbono geradas na produção de seus selantes. Essas iniciativas abrangem desde a produção sustentável das matérias-primas, empregando energia limpa e renovável, até o processo de plantio e reflorestamento de eucalipto, o qual contribui para assegurar a capacidade de captura de carbono a longo prazo. Além disso, a Dow investe no desenvolvimento social das comunidades localizadas nas áreas de suas atividades produtivas.

Dessa forma, a Dow é a primeira empresa no mundo a oferecer opções de selantes de silicone Carbono Neutro para 3 tipos diferentes de aplicações em fachadas – Colagem Estrutural, Selagem secundária de Vidros Insulados e Vedação de juntas contra intempéries. Esses selantes possuem certificados de Neutralidade de Carbono verificados anualmente por auditores externos, seguindo a Norma Internacional PAS 2060 do BSI – British Standards Institution. Os certificados são emitidos mediante solicitação, individualmente para cada projeto/obra.

Para maiores informações, consulte a [nossa página](#) ou contacte um distribuidor Dow autorizado em sua região.

PROGRAMA DE GARANTIA DOS SELANTES DE SILICONE DOW

Confiante na qualidade de seus produtos, a Dow oferece a seus clientes um programa de garantia para seus selantes de vedação. Mediante a observação de todos os requisitos pré estabelecidos no programa de garantia, podemos oferecer uma garantia de que o selante utilizado não apresentará falhas devido a enrijecimento ou fissuras por um prazo de até 20 anos, dependendo das características do projeto. Consulte o distribuidor Dow autorizado em sua região para obter mais detalhes sobre nosso programa de garantia.

REFERÊNCIAS

- [1] Klosowski, J. and Wolf, A. T., 2016. “Sealants in Construction”, 2nd Edition
- [2] Ribeiro, Fabiana Andrade, 2006. “Especificação de Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas de Edifícios: Levantamento do Estado da Arte”, Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – USP. Escola Politécnica.
- [3] Ribeiro, Fabiana Andrade, Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas / Fabiana Andrade Ribeiro, Mercia Maria Semensato Bottura de Barros. - São Paulo: Pini. 2010.



DOWSIL™
technologies by 