4° Workshop de tecnologia de sistemas e processos construtivos
**TECSIC 2023**

Porto Alegre, RS, Brasil, 23 e 24 de agosto de 2023

# Análise do ensaio de selantes conforme a ABNT NBR ISO 11600, empregando-se substrato de argamassa

Analysis of the sealant test according to ABNT NBR ISO 11600, using mortar substrate.

**Marciele Monique Lazzari Klein**
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS | Porto Alegre | Brasil | marcielemlk@gmail.com
**Angela Borges Masuero**
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS | Porto Alegre | Brasil | marcielemlk@gmail.com
**Fabiola Rago Beltrame**
Universidade Presbiteriana Mackenzie | São Paulo | Brasil | fabiola.beltrame@mackenzie.br
**Larissa Vedovati Silva**
Universidade Presbiteriana Mackenzie | São Paulo | Brasil | larissavedovati.silva@mackenzista.com.br

**Resumo**
*Na construção civil, os selantes são produtos à base de polímeros e desempenham um papel crucial na proteção das edificações. São encontrados em juntas de estradas, pisos, aeroportos, pontes, fachadas, piscinas entre outros. Nas juntas presentes em revestimentos de fachada os selantes são aplicados a fim de dissipar tensões, unir e separar revestimentos, acomodar variações dimensionais e evitar a entrada de água e ar na edificação. Porém, somente em 2021 foram publicadas no Brasil normatizações que especificam, classificam e testam os selantes da construção civil, cujos requisitos estão descritos na ABNT NBR ISO 11600:2021, antes disso, haviam apenas as normas internacionais como referência. Dessa forma, este estudo analisa criticamente, através de dois testes experimentais diferentes, os métodos e materiais utilizados na confecção dos substratos de argamassa para realização de ensaios de selantes, visando*

Como citar:
KLEIN, M. M. L.; MASUERO, A. B.; BELTRAME, F. R.; SILVA, L. V. Análise do ensaio de selantes conforme a ABNT NBR ISO 11600, empregando-se substrato de argamassa. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS, 23 e 24 AGO 2023, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 134-141.

*adequar-se aos materiais cimento Portland e areia encontrados no Brasil, e viabilizar a execução dos ensaios. Foram realizados testes de moldagem dos substratos e montagem dos corpos de prova para identificar problemas e sugerir possíveis melhorias e adaptações.*

**Palavras-chave**: Selantes. Construção Civil. Corpo de prova de argamassa. Adesão dos selantes.

**Abstract**

*In civil construction, sealants are polymer-based products and play a crucial role in protecting buildings. They are found in joints in roads, floors, airports, bridges, facades, swimming pools, among others. In the joints present in facade cladding, sealants are applied in order to dissipate tensions, unite and separate claddings, accommodate dimensional variations and prevent the entry of water and air into the building. However, it was only in 2021 that standardizations were published in Brazil that specify, classify and test construction sealants, whose requirements are described in ABNT NBR ISO 11600:2021, before that, there were only international standards as a reference. Thus, this study critically analyses, through two different experimental tests, the methods and materials used in the manufacture of mortar substrates for carrying out sealant tests, aiming at adapting to the materials Portland cement and sand found in Brazil, and enable the execution of the tests. Molding tests of the substrates and assembly of the specimens were carried out to identify problems and suggest possible improvements and adaptations.*

Keywords: Sealants. Building. Mortar specimen. Sealant adhesion.

## INTRODUÇÃO

Segundo Klosowski e Wolf [1] as juntas entre elementos construtivos são encontradas em diferentes partes de um edifício, como por exemplo, elementos pré-moldados, interfaces entre pisos e paredes, ao redor de janelas e assim por diante. Porém, não são todas iguais, podendo ser estáticas ou dinâmicas, diante disso os selantes aplicados nessas juntas devem ser eficazes para atender aos requisitos da localização e do tipo de solicitações ali presentes.

Conforme Ribeiro [2], os selantes "são produtos à base de polímeros cuja função principal é selar efetivamente a junta entre dois substratos". A ABNT NBR ISO 11600 [3] classifica os tipos de selantes conforme as suas aplicações, sendo os do tipo G para envidraçamento os do tipo F para construção. Também são classificados de acordo com a capacidade de movimentação em 25, 20, 12.5 e 7.5. Além disso, podem ser subdivididos em elástico e plástico e de acordo com seu módulo de elasticidade em baixo módulo (LM) e alto módulo (HM).

As juntas coladas são componentes cruciais nas construções, pois devem ser projetadas para distribuir uniformemente as tensões, proporcionar estanqueidade ao ar e a água entre outras funções. Devem apresentar algumas propriedades como boa capacidade de movimentação, recuperação elástica, módulo de elasticidade, adesão, coesão e resistência ao envelhecimento. Entretanto, os selantes aplicados nesses componentes sofrem desgaste ao longo do tempo devido a diversos fatores de envelhecimento como raios ultravioleta, calor, chuva e umidade. Dessa forma, segundo Machalická *et al.* [4], a colagem adesiva é frequentemente vista como um desafio e uma inovação na engenharia civil por ficarem em contato com diferentes

materiais como revestimentos argamassados, revestimentos cerâmicos, vidro, aço, alumínio, ACM e rochas pétreas.

No entanto, apesar de sua ampla utilização, é frequente a ocorrência de manifestações patológicas devido às falhas no dimensionamento, especificações inadequadas e problemas na execução. Entre as principais falhas encontradas estão a perda de adesão, falha na coesão e degradação. Estas falhas podem causar uma série de problemas, tais como infiltrações, manchamentos, desplacamentos e eflorescências.

Portanto, devido ao aparecimento recorrente de manifestações patológicas, à carência de informações técnicas padronizadas e à crescente demanda do mercado de selantes, houve a necessidade de implementar normativas brasileiras para regulamentar esse segmento. Com isso, em 2021 o Comitê Brasileiro de Impermeabilização (CB-22) publicou a sequência de normas da ABNT NBR ISO 11600 [3] que classifica e apresenta métodos de ensaios para garantir qualidade e a correta especificação dos selantes para cada aplicação.

E para poder classificar e verificar se os selantes atendem aos requisitos mínimos requeridos por essa norma é necessário executar alguns ensaios, mencionados nas normativas de referência, como recuperação elástica, resistência à tração e compressão, módulo de elasticidade secante, adesão/coesão e alongamento. E para realização desses ensaios, é necessário a elaboração de corpos de prova de selante compostos com dois substratos, que podem ser de argamassa e/ou alumínio anodizado e/ou vidro. E nesse artigo somente serão abordadas discussões referente aos corpos de prova compostos de selante e substrato de argamassa.

A problemática desse estudo é devido a carência na implementação da norma no mercado de selantes, pois os fabricantes ainda não conseguiram testar seus produtos devido à falta de laboratórios e pesquisadores que estão capacitados para executar os ensaios mencionados na ABNT NBR ISO 11600 [3]. Além disso, por ser originária de uma norma europeia muitos materiais e métodos indicados para composição dos corpos de prova não são comumente encontrados no Brasil.

Dessa forma, busca-se através de uma análise experimental debater, compreender e analisar criticamente as etapas, os materiais e métodos utilizados para confecção dos substratos de argamassa para realização dos ensaios de selantes, objetivando adequar à realidade brasileira e viabilizar a execução dos ensaios. Para isso, foram realizados dois testes de moldagem do substrato de argamassa e montagem dos corpos de prova para identificar os problemas e assim sugerir possíveis melhorias e adaptações na metodologia de ensaio.

## METODOLOGIA

Poucos são os estudos nos selantes no Brasil e a metodologia descrita na ABNT NBR ISO 11600 [3] e nas normas complementares nunca foi utilizada nos laboratórios nacionais. Este estudo teve a participação de duas Universidades: a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada na cidade de Porto Alegre e a Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), localizada na cidade de São Paulo. Desta forma as

pesquisadoras puderam trocar informações, experiências e avaliar os diferentes materiais disponíveis em cada região para a elaboração dos substratos padrão de argamassa.

Na Etapa (I) foi realizada uma breve investigação dos principais estudos sobre selantes da construção civil pelas plataformas *Web Science*, *Scielo* e *Scopus*, buscando um panorama científico da área, utilizando os seguintes termos: *Sealant*; *Building* e *Standard*. Em seguida na Etapa (II), foram identificadas os passos e materiais necessários para montagem dos substratos de argamassa que são ensaiados nas normativas da ABNT NBR ISO 11600 [3]. Posteriormente, na Etapa (III) foi realizada a separação dos materiais, testes de formas das argamassas, moldagem dos substratos e montagem dos corpos de prova com selante. Por último, na Etapa (IV), através de uma análise crítica dos materiais e procedimentos adotados, serão sugeridas adaptações da norma para viabilizar a realização dos ensaios adotando materiais que estejam disponíveis, com maior facilidade, no mercado brasileiro.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são discutidos em quatro subseções, referentes diretamente à metodologia: (I) Panorama acadêmico; (II) Materiais e Métodos de ensaio; (III) Protótipos e testes de montagem; (IV) Análise crítica com sugestões de adequações.

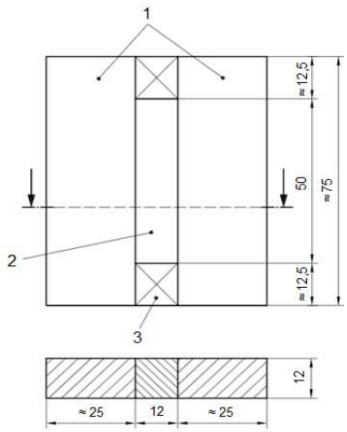
### PANORAMA ACADÊMICO

A partir de uma revisão de literatura foram investigadas as principais pesquisas desenvolvidas sobre o tema de selantes da construção civil, com o intuito de conhecer o panorama acadêmico da área. Baseado na pesquisa realizada nos principais bancos de dados literários, verifica-se que nacionalmente há uma carência de estudos em desenvolvimento sobre selantes nos últimos anos. Porém os estudos de nível internacional apresentam temas em alta, como por exemplo, a avaliação de ensaios de adesão e coesão, recuperação elástica e a avaliação da ação do envelhecimento do selante em suas propriedades, como discutido na pesquisa de Nečasová e Novotný [5].

### MATERIAIS E MÉTODOS DE ENSAIO

A ABNT NBR ISO 11600 [3] aborda sobre os requisitos mínimos dos selantes através de normas que especificam as condições do ensaio para avaliar as propriedades de recuperação elástica, tração, adesão/coesão, perda de volume e resistência ao fluxo. E para a execução desses ensaios é necessário moldar corpos de prova com diferentes substratos como argamassa, alumínio anodizado e vidro. Na Figura 1 é apresentado o esquema e as dimensões dos corpos de prova de selantes com o substrato de argamassa.

**Figura 1: Corpos de prova com substrato de argamassa.**




Legenda: 1) dois apoios de argamassa 2) selante 3) dois espaçadores; dimensões em milímetros. Fonte: ABNT NBR ISO 9047 [6].

Já a ABNT NBR ISO 13640 [7], indica a composição do substrato de argamassa, seu proporcionamento de cimento e areia e água, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1: Composição da Argamassa**

| Componentes | Cimento (C) | Areia (A) | Água (Ag) |
|---|---|---|---|
| Natureza dos componentes | Cimento - CEM 1-42,5 | Areia ISO 679 | Água destilada |
| Relação por massa | 1 | 3 | Ag/C=0,3 ~ 0,5 |

Fonte: ABNT NBR ISO 13640 [7].

Como o cimento e a areia referenciados não são usuais no Brasil, foi realizado uma análise de materiais disponíveis que possuíssem características similares aos indicados. Dessa forma, no presente estudo, realizou-se dois testes:

- o Teste A utilizando o cimento CP V e composição granulométrica de areia normal brasileira (IPT), conforme procedimento indicado na ABNT NBR 7215 [8];
- o Teste B com cimento CPII Z 40 e composição granulométrica preconizada na ISO 679 [9]. Para esse ensaio foi necessário adaptar as aberturas das malhas das peneiras recomendadas em função da disponibilidade no laboratório, conforme indicado na Tabela 2. A preparação do substrato segundo método M1 da ABNT NBR ISO 13640 [7].

O proporcionamento de ambos testes foi de 1:3 (cimento: areia), em massa, com relação água cimento de 0,5.

**Tabela 2: Composição Granulométrica da Areia do Substrato de Argamassa do Teste B**

| Abertura Malha (mm) conforme ISO 679 | % Resíduo Acumulado conforme ISO 679 | Abertura Malha (mm) Utilizada | % Retida Acumulada em massa utilizada |
|---|---|---|---|
| 2,00 | 0 | 2,00 | 0 |
| 1,60 | 7+5 | 1,70 | 7 |
| 1,00 | 33+5 | 1,18 | 33 |
| 0,50 | 67+5 | 0,60 | 67 |
| 0,16 | 87+5 | 0,15 | 87 |
| 0,08 | 99+1 | 0,075 | 100 |

Fonte: adaptado ISO 679 [9].

## PROTÓTIPOS E TESTES DE MONTAGEM

Para a moldagem dos substratos de argamassa com dimensões de 75x12x25mm, foram utilizadas no Teste A formas moldadas em silicone e no Teste B formas de madeira compensada plastificada, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2: Protótipos de formas para moldagem dos substratos de argamassa. Forma moldada em silicone Teste A (primeira, à esquerda); forma com mistura de argamassa Teste A (segunda, ao centro); Forma de madeira compensada do Teste B (terceira, ao centro); forma com mistura de argamassa Teste B (quarta, à direita).**



Fonte: os autores.

A montagem dos corpos de prova constituídos de selante, argamassa e espaçadores estão apresentados na Figura 3. Sendo que no Teste A foi utilizado espaçadores metálicos em forma de cruz e no Teste B foram adotados espaçadores em forma de paralelepípedo de MDF embalados em fita adesiva, com dimensões de 12x12x12,5mm.

**Figura 3: Montagem dos corpos de prova com selante. Aplicação selante Teste A (primeira, à esquerda); corpo de prova moldado Teste A (segunda, ao centro); Aplicação do selante do Teste B (terceira, ao centro); corpo de prova moldado Teste B (quarta, à direita).**



Fonte: os autores.

## ANÁLISE CRÍTICA COM SUGESTÕES DE ADEQUAÇÕES

Após a separação dos materiais, montagem das formas, mistura, moldagem, desforma e cura da argamassa foi realizada a montagem e cura dos corpos de prova com selante. Assim foi possível listar e identificar alguns aspectos em cada teste:

- Teste A: a composição granulométrica da areia não foi a mais adequada pois deixou o substrato muito frágil e poroso (Figura 4) o que acarretou em perda de adesão com o selante; e os espaçadores em forma de cruz não possibilitaram que fossem mantidos durante o processo de condicionamento do Método A e B ABNT NBR ISO 9047 [6];
- Teste B: o processo de composição granulométrica foi bem demorado e dificultoso, devido à grande quantidade de finos necessária, porém resultou em um substrato resistente para poder suportar as tensões induzidas durante os ensaios no selante; e os espaçadores de MDF embalados em fita adesiva, na sua grande maioria suportaram o ciclo de armazenagem em água destilada e estufa do Método B, porém percebe-se que outro material que não modifique seu tamanho com água, seria o mais adequado.

**Figura 4: Substrato Argamassa e corpos de prova com selante. Substratos Teste A (primeira, à esquerda); Perda de adesão Substrato Teste A (segunda, ao centro); Substratos do Teste B (terceira, ao centro); Corpo de prova sem perda de adesão Teste B (quarta, à direita).**



Fonte: os autores.

Portanto, de acordo com essas análises, percebe-se que o Teste B foi o mais adequado para moldagem dos substratos de argamassa por apresentarem resistência e características apropriadas para a realização dos ensaios. Porém, como a composição granulométrica de Teste B foi bem dificultosa, sugere-se adotar substratos padrões, para facilitar esse processo, como por exemplo o adotado para ensaiar argamassas colantes conforme a ABNT NBR 14081 [10] ou que existisse disponibilizado no mercado nacional areia comercializada no padrão ISO 679 [9], como ocorre com a areia normal brasileira fornecida pelo IPT. Além disso, para um melhor comportamento dos espaçadores durante o processo de condicionamento, indica-se a utilização de espaçadores prismáticos com material rígido que não altere suas características quando imerso em água e em contato com temperatura de 70°C.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego adequado de selantes na construção civil é um caminho para a implementação de projetos mais sustentáveis, tanto no projeto, com especificações adequadas, quanto nas fases execução, de uso e operação, manutenção e na qualidade de vida dos seus usuários. Dessa forma, com esse estudo, percebe-se a importância de haver normativas que avaliem as propriedades dos selantes e regulamente o mercado, propiciando ferramentas de ensaio que certifiquem a qualidade técnica dos produtos. Além disso, foi possível iniciar os debates sobre as propriedades dos selantes, proporcionando ideias e discussões entre pesquisadores, empresas, fabricantes, construtoras, governo e demais envolvidos.

## REFERÊNCIAS


[1] KLOSOWSKI, J.; WOLF, A. T. **Sealants in Construction.** 2. ed, Taylor & Francis Group, Nova York, 2016.

[2] RIBEIRO, F. A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: levantamento do estado da arte**. São Paulo: [s. n.], 2006.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 11600**: Construção civil - Produto para juntas - Classificação e requisitos para selantes. Rio de Janeiro, 2021

[4] MACHALICKÁ, K. V. et al. **Effect of various artificial aging procedures on adhesive joints for civil engineering applications.** Elsevier - International Journal of Adhesion and Adhesives, [s. l.], p. 15, 2020.

[5] NEČASOVÁ, B.; LIŠKA, P.; NOVOTNÝ, M. **Ageing of Adhesive Joints for Façade Applications – Comparison of Artificial and Real Weathering Conditions.** MATEC Web of Conferences, 2019.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9047**: Construção civil - Produto para juntas - Determinação das propriedades de adesão/coesão dos selantes em temperaturas variáveis. Rio de Janeiro, 2021.

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 13640**: Construção civil - Selantes - Especificações para substrato de ensaio. Rio de Janeiro, 2021.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2019.

[9] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 679**: Cement — Test methods — Determination of strength. European, 2009.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios. Rio de Janeiro, 2015.