

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Larissa de Lurdes Almeida

**ESTUDO DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO SELADAS EM FACHADAS COM
REVESTIMENTO CERÂMICO**

Santa Cruz do Sul

2019

Larissa de Lurdes Almeida

**ESTUDO DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO SELADAS EM FACHADAS COM
REVESTIMENTO CERÂMICO**

Trabalho de conclusão
apresentado ao Curso de
Engenharia Civil, da Universidade
de Santa Cruz do Sul, para
avaliação da disciplina de
Trabalho de Curso II.

Orientador: Prof. Me. Marcus
Daniel Friederich dos Santos.

Santa Cruz do Sul

2019

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à minha família, que sempre foi meu alicerce, em todos os momentos. Principalmente, ao meu pai, Gilson, que não mediu esforços para que eu fosse atrás de meus objetivos, e à minha mãe, Terezinha (*in memoriam*), que sempre foi minha base e me incentivou a seguir buscando conhecimento. Às minhas irmãs, que sempre foram minhas maiores incentivadoras.

Eu já seria privilegiada se tivesse um amigo para agradecer. Porém, tenho de agradecer às minhas amigas e colegas, Ângela Raffler, Julia Weber, Lilyana Dalbosco, Maira Krann e Milka Ricalde, por toda a ajuda, durante a execução deste trabalho, e, principalmente, por terem sido minha família, durante a graduação.

Agradeço à Pietra Hatsek, por ter me dado todo o suporte do qual necessitei, por vezes, abdicando de seu descanso, para poder ajudar-me a tornar este trabalho realidade.

Agradeço ao meu orientador, Marcus Daniel, por todo conhecimento passado e por todo o auxílio, durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço à laboratorista Lidiane Kist, pela ajuda na execução da parte prática do trabalho.

E, por fim, agradeço a Deus, por me permitir ser uma pessoa rodeada de amor e de amizade.

RESUMO

A opção por revestimento cerâmico em fachadas vem em ascensão, vistas as grandes opções de cores e formas além de conferirem maior durabilidade às fachadas. No entanto, é importante a produção de um projeto de revestimento para cada situação onde constem todas as especificações do revestimento além dos outros materiais como argamassa colante, que possui tipos diferentes para diferentes utilizações, principalmente se tratando de fachadas. Porém, ainda é pequena a busca por projetos de revestimento e este acaba não recebendo a devida atenção. As juntas de movimentação também devem ser devidamente especificadas bem como seus materiais e métodos de aplicação, levando em consideração que estas são um ponto importante na prevenção de patologias. Visto isso, foram ensaiados três selantes para utilização em juntas de movimentação de diferentes marcas à base de poliuretano onde foi testado se a dureza *Shore A* dos produtos coincidia com os valores mencionados pelos fabricantes nas embalagens e fichas técnicas. Também foi feito um estudo comparativo sobre a influência da aplicação de *primer* na aderência dos selantes aos substratos. Para isso, foram simuladas juntas de movimentação em fachadas com revestimento cerâmico e, em seguida, as mesmas foram submetidas a esforços de tração até o selante desprender da face aderida à junta. Com isso, foi calculada a resistência potencial de aderência à tração. Os resultados obtidos, em sua maioria, não foram satisfatórios para os dois ensaios, visto que, contradizendo o exposto pelos fabricantes, na maioria dos casos os valores atingidos para as amostras com *primer* foram inferiores aos valores obtidos para as amostras sem *primer*. Possibilitando concluir a importância de optar por materiais de maior confiabilidade para a execução de juntas de movimentação.

Palavras-chave: Selante. *Primer*. Aderência. Fachadas com revestimento cerâmico. Dureza *Shore A*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema do revestimento cerâmico	12
Figura 2 - Juntas do sistema de revestimento cerâmico de fachadas	26
Figura 3 - Exemplo de junta estrutural com mata-junta	27
Figura 4 - Junta de movimentação típica com corte total do emboço	28
Figura 5 - Configuração típica das juntas seladas	28
Figura 6 - Junta com limitador de profundidade e selante com acabamento	33
Figura 7 - Junta de movimentação com corte parcial do emboço	34
Figura 8 - Durômetro <i>Shore</i>	39
Figura 9 - Ensaio de Dureza <i>Shore A</i>	39
Figura 10 - Índice de consistência	40
Figura 11 - Detalhamento dos corpos de prova	41
Figura 12 - Vista de junta de corpo de prova	41
Figura 13 - Corpos de prova	42
Figura 14 - Tracionamento do corpo de prova visto de frente	43
Figura 15 - Tracionamento do corpo de prova visto lateralmente	44
Figura 16 - Ruptura do selante	44
Gráfico 1 - Dureza <i>Shore A</i> , selante A	46
Gráfico 2 - Dureza <i>Shore A</i> , selante B	47
Gráfico 3 - Dureza <i>Shore A</i> , selante C	48
Gráfico 4 - Resistência potencial de aderência à tração, selante A	50
Gráfico 5 - Resistência potencial de aderência à tração, selante B	51
Gráfico 6 - Resistência potencial de aderência à tração, selante C	53
Gráfico 7 - Forma 1, sem <i>primer</i>	54
Gráfico 8 - Forma 2, sem <i>primer</i>	54
Gráfico 9 - Forma 1, com <i>primer</i>	55
Gráfico 10 - Forma 2 com <i>primer</i>	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Propriedades fundamentais para argamassas colantes	14
Tabela 02 - Propriedades opcionais para argamassas colantes	15
Tabela 03 - Grupos de absorção de água de placas cerâmicas	18
Tabela 04 - Estágios de abrasão	20
Tabela 05 - Classes de resistência ao manchamento	20
Tabela 06 - Codificação dos níveis de resistência química	20
Tabela 07 - Impacto de corpo duro para vedações verticais externas (fachadas)	22
Tabela 08 - Tipos de A. R. e requisitos mínimos	24
Tabela 09 - Guia de uso típico das juntas de movimentação	46
Tabela 10 - Dureza Shore A, selante A	46
Tabela 11 - Dureza Shore A, selante B	47
Tabela 12 - Dureza Shore A, selante C	47
Tabela 13 - Carga máxima suportada pelas juntas sem <i>primer</i>	49
Tabela 14 - Carga máxima suportada pelas juntas com <i>primer</i>	49
Tabela 15 - Resistência potencial de aderência à tração, selante A, sem <i>primer</i>	50
Tabela 16 - Resistência potencial de aderência à tração, selante A, com <i>primer</i>	50
Tabela 17 - Resistência potencial de aderência à tração, selante B, sem <i>primer</i>	51
Tabela 18 - Resistência potencial de aderência à tração, selante B, com <i>primer</i>	51
Tabela 19 - Resistência potencial de aderência à tração, selante C, sem <i>primer</i>	52
Tabela 20 - Resistência potencial de aderência à tração, selante C, com <i>primer</i>	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Objetivos	8
1.1.1	Objetivo geral.....	8
1.1.2	Objetivos específicos.....	8
1.2	Justificativa.....	8
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1	Sistema de Revestimento de Fachadas.....	10
2.2	Sistema De Revestimento Argamassado de Fachadas.....	10
2.3	Sistema De Revestimento Cerâmico de Fachadas	11
2.3.1	Argamassa Colante	13
2.3.2	Placa cerâmica.....	16
2.3.3	Argamassa de rejuntamento.....	23
2.3.4	Juntas	25
2.3.4.1	Juntas de assentamento	26
2.3.4.2	Juntas estruturais.....	27
2.3.4.3	Juntas de movimentação	27
3	METODOLOGIA.....	38
3.1	Dureza <i>Shore</i>.....	38
3.2	Resistência potencial de aderência à tração	40
3.2.1	Profundidade x Largura das juntas.....	45
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A cerâmica, no Brasil, tem sua utilização iniciada na Ilha de Marajó. Entretanto, há estudos arqueológicos que afirmam a existência de cerâmica mais antiga, localizada na região amazônica e apresentando sinais de ter sido criada por volta de cinco mil anos atrás (ANFACER, 2019). Com a chegada dos portugueses ao território brasileiro, a produção de cerâmica ganhou mais força, visto que eles estruturaram e concentraram a mão de obra, com a criação das primeiras olarias.

Devido ao clima, a utilização de azulejos como revestimento ganhou força no Brasil, havendo indícios de que tenha se dado no século XIX (ANFACER, 2019). Porém, nos últimos 15 anos, a produção de placas cerâmicas cresceu, levando o Brasil ao segundo lugar no *ranking* de fabricantes mundiais do produto (ANFACER, 2016).

Na construção civil, os revestimentos cerâmicos têm sido bastante aplicados, pois podem contar com uma variada gama de cores e formas, além de garantirem alta durabilidade (BAUER *et al.*, 2015). Para a aplicação correta desses revestimentos, é de grande importância o projeto de revestimento, no qual devem constar as especificações de aplicação, visto que existe o tipo de revestimento cerâmico adequado para cada ambiente. Além do mais, também é importante especificar o sistema de revestimento como um todo, uma vez que as argamassas colantes, por exemplo, também possuem utilização restrita a cada local de aplicação.

No entanto, as especificações dos revestimentos ainda não recebem a devida significância, sendo levadas em consideração apenas na fase de orçamento. Ademais, acabam não executadas com a mesma precisão, no canteiro (SABBATINI, 2001).

Atualmente, o projeto de revestimento de fachadas é muito questionado e as técnicas de execução são, erroneamente, passadas informalmente. Em contrapartida, as empresas de seguro vêm buscando uma maior garantia de durabilidade da edificação segurada. Visto isso, um projeto bem definido e detalhado traz uma maior garantia de vida útil do objeto (HORSTH *et al.*, 2018).

Dentro do presente trabalho, é possível reconhecer a importância de um projeto bem especificado, para a execução do revestimento cerâmico de fachadas, tendo-se em vista o foco de reduzir a probabilidade da aparição de patologias. No

projeto de revestimento, são de suma importância as especificações de materiais, para execução correta das juntas de movimentação, visto que estas têm papel importante na prevenção de patologias, no revestimento cerâmico.

1.1 Área e delimitação do tema

O presente trabalho foi desenvolvido na área de materiais de construção visando analisar as propriedades de selantes à base de poliuretano comumente utilizados na construção civil em juntas de movimentação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é estudar a contribuição do uso de *primers*, na aderência de selantes à base de poliuretano, em juntas de movimentação seladas em fachadas de revestimento cerâmico.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Aprofundar-se no estudo de fachadas com revestimento cerâmico.
- b) Analisar a propriedade de Dureza *Shore A*, em selantes à base de poliuretano.
- c) Estudar a eficiência do *primer* na aderência do material elástico da junta de movimentação.
- d) Contribuir para a redução de patologias oriundas de má especificação ou execução de juntas de movimentação em fachadas com revestimento cerâmico.

1.3 Justificativa

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), as manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico demandam grande custo para serem tratadas,

além de serem difíceis de recuperar. Isso porque, geralmente, quando se tornam visíveis, já afetaram a integridade do revestimento.

Partindo-se desse princípio, atentar-se para a prevenção das patologias, em revestimentos cerâmicos de fachadas, é de grande valia. Com isso, pode-se reduzir custos desnecessários, em reparos posteriores à execução da obra.

Cotidianamente, encontram-se diversas patologias, em construções. Elas podem ser originadas pelos mais diversos motivos – desde obras recentes às obras antigas, todas, em algum momento, irão apresentar patologias. Assim, faz-se necessária uma maior atenção para se buscar erradicar a recorrência desses problemas.

Para fachadas, existem diversos revestimentos. No entanto, há uma grande busca por revestimentos cerâmicos, de modo a proporcionar uma maior vida útil à construção e, também, garantir um acabamento mais requintado. Todavia, esse tipo de revestimento tem se tornado “vilão”, quanto à aparição de patologias. Os causadores vão desde a utilização de material inadequado, até mão de obra pouco capacitada para execução desse tipo de revestimento. Portanto, partir da origem do problema torna-se um meio mais eficaz de prevenir futuros problemas, visto que, empregando-se os materiais e as técnicas corretas, o risco de patologias ocorrerem diminui.

Para revestimentos cerâmicos, deve-se dar grande atenção à utilização da argamassa colante correta, sendo que existem tipos específicos delas, para cada ambiente e/ou situação. Garantindo-se uma boa aderência do revestimento ao substrato, já se tem um grande ganho, quanto à qualidade do acabamento. Porém, também deve-se atentar para o rejuntamento adequado, visando-se garantir uma maior vedação do revestimento. Além disso, projetar e executar corretamente as juntas, para que as tensões sofridas pelo revestimento sejam devidamente dissipadas.

Neste trabalho, o foco serão as especificações de juntas de movimentação, de modo a ressaltar a importância da utilização de materiais e técnicas corretas, na prevenção do surgimento de patologias, em fachadas com revestimentos cerâmicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema de Revestimento de Fachadas

A NBR 13529:2013 (ABNT, 2013a) define Sistema de Revestimento como o conjunto de revestimento de argamassa e acabamento, visando-se compatibilidade com a base, estética e desempenho, de acordo com o projeto. Portanto, o Sistema de Revestimento de fachadas refere-se ao acabamento, seja ele cerâmico ou argamassado, dado às faces externas de uma edificação.

Por tratar-se de um revestimento que fica exposto às intempéries, o revestimento de fachadas deve contar com materiais superiores com os utilizados em revestimentos internos. É necessário, inclusive, atentar-se para as argamassas utilizadas no emboço e aos materiais empregados nas demais camadas do sistema de revestimento utilizado (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

2.2 Sistema De Revestimento Argamassado de Fachadas

De acordo com a NBR 13529:2013 (ABNT, 2013a), revestimento de argamassa é o cobrimento da base com camadas de argamassa, de forma a garantir-se o acabamento da superfície. Até mesmo, preparando-se a superfície para o recebimento de algum tipo de acabamento.

Para Ceotto *et al.* (2005), o desempenho de um sistema de revestimento depende da base, da argamassa, do revestimento final e do processo. A partir dessa premissa, o projeto de revestimento deve conter as especificações necessárias para a correta interação, entre esses agentes. Ademais, os fabricantes devem indicar ou, então, produzir chapisco compatível com a argamassa utilizada.

O projeto de revestimento argamassado de fachadas deve considerar as condições ambientais, a arquitetura da edificação, a estrutura, instalações, vedações, processos construtivos e os prazos. Deve estar em concordância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), recomendações dos fabricantes, processos de execução e controles utilizados pela construtora (CEOTTO *et al.*, 2005).

2.3 Sistema De Revestimento Cerâmico de Fachadas

Quanto à utilização de cerâmica para revestimentos de fachadas, Borges, Montefusco e Leite (1996) afirmam a ocorrência de uma grande evolução, no que se refere aos materiais utilizados para revestimento cerâmico de fachadas. Isso visto que a aplicação inicial dos materiais cerâmicos era feita nos pisos.

Medeiros e Sabbatini (1999) classificam os revestimentos cerâmicos de fachadas em aderidos e não aderidos. Levando em consideração a ênfase no sistema de revestimento aderido, conceitua-o como:

[...] conjunto monolítico de camadas (inclusive emboço de substrato) aderidas à base suportante da fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo (MEDEIROS; SABBATINI, 1999, p. 4).

Para revestimentos cerâmicos que apresentem camadas de isolamento fixadas com a utilização de equipamentos especiais, de modo que não se permita a aderência entre as camadas, Medeiros e Sabbatini (1999) os denominam como revestimentos cerâmicos não aderidos.

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento (ANFACER, 2019), o Brasil encontra-se na 3ª posição do *ranking* dos maiores produtores mundiais de cerâmica, ficando atrás apenas da China e da Índia. Enquanto, no Manual Setorial de Desempenho (ANFACER, 2016), a própria ANFACER menciona o Brasil como 2º colocado, na produção e consumo de cerâmica para revestimentos, a Associação ainda afirma que o Brasil foi pioneiro no desenvolvimento de uma norma técnica específica para porcelanato: a NBR 15463:2013 (ABNT, 2013b).

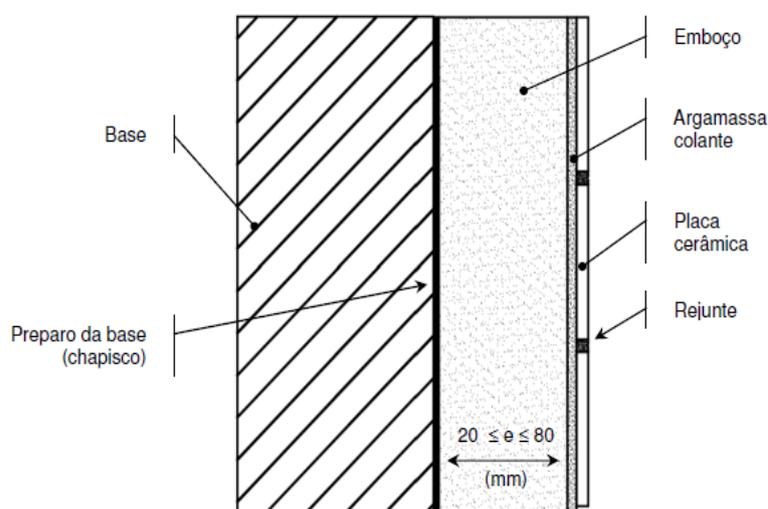
O sistema de revestimentos possui muitas condicionantes quanto às técnicas e materiais a serem utilizados para cada projeto. Por esse motivo, a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) sugere que sejam previamente executados painéis de teste, a fim de, após o ensaio de tração, optar-se pela melhor solução para atender ao desempenho desejado do sistema.

É de suma importância a execução correta de cada uma das camadas do revestimento, para que se atinjam as propriedades desejadas. Isso porque a associação de mão de obra qualificada com materiais e técnicas corretas tende a resultar em um produto final adequado, com os padrões necessários.

Apesar de ser considerado acabamento, o revestimento cerâmico em fachadas tem grandes responsabilidades. Dentre elas, está a responsabilidade de garantir maior vida útil à fachada. Além disso, o Manual Setorial de Desempenho (ANFACER, 2016) afirma que as placas cerâmicas podem influenciar, também, o desempenho térmico das paredes externas.

Pode-se observar, na Figura 1, as camadas que devem ser executadas em um sistema de revestimento cerâmico:

Figura 1 - Esquema do revestimento cerâmico



Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) define base como a superfície que irá receber o revestimento. Posteriormente à execução da base, seja ela de concreto ou alvenaria, tem-se a camada de chapisco, que é definida pela NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) como a camada de preparo da base, contínua ou descontínua, que tem a finalidade de melhorar a aderência do revestimento na base. Prontas as duas camadas iniciais, parte-se para a camada de emboço, que tem como objetivo regularizar a superfície, de modo a prepará-la para o recebimento do revestimento. Após a conclusão das camadas de preparação, parte-se para a camada de revestimento.

Costa (2013) enfatiza a relevância da existência de um projeto de assentamento para a execução do revestimento cerâmico, partindo do pressuposto de que o projeto leve em consideração a posição solar, o tipo de cerâmica e as interfaces com outros revestimentos de modo a respeitar o modo como cada

material trabalha. Outro fator importante para a concepção de um revestimento cerâmico em fachadas é a predefinição e detalhamento das juntas estruturais, devendo-se atentar que estas são obrigatórias e devem ficar aparentes, garantindo a movimentação do revestimento.

Para a execução de um revestimento cerâmico viável econômica e tecnicamente, é importante levar-se em consideração os fatores estéticos, o custo que o cliente está disposto a pagar e, principalmente, o desempenho que a cerâmica confere ao local que será revestido (COSTA, 2013). A fim de se garantir o desempenho necessário para o revestimento, é de suma importância a execução correta de cada uma das camadas, as quais passam a ser descritas.

2.3.1 Argamassa Colante

As argamassas colantes podem ser feitas na obra ou industrializadas. As argamassas colantes preparadas na obra são originadas a partir da mistura de cimento cal e areia e, atualmente, estão passando a ser substituídas pelas argamassas colantes industrializadas (ROSCOE, 2008).

A NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012, s.p.) é específica para argamassa colante industrializada, e define a mesma como:

Produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

Para Roscoe (2008), as argamassas colantes industrializadas apresentam algumas vantagens, quando comparadas às argamassas produzidas em obra. Além da racionalização na execução do revestimento, tem-se maior produtividade, possibilitam que os materiais mantenham suas características, uniformização, controle, adequação ao projeto e elevado potencial de aderência.

A argamassa colante pode ser utilizada para assentamento de pisos e revestimentos verticais. A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) afirma que, além das definições que constam na NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012), argamassa colante também se refere a produtos cimentícios bicomponentes e, até mesmo, produtos não cimentícios. Para esses casos, as propriedades desejadas para a argamassa colante devem estar devidamente expostas em projeto.

Argamassa colante industrializada é denominada como AC, seguida de algarismos romanos. De acordo com suas propriedades fundamentais, ela divide-se, basicamente, em três categorias.

Em síntese, segundo a NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012), AC I é a argamassa colante com propriedades típicas para revestimentos internos, não englobando revestimento de saunas, churrasqueiras, estufas e demais revestimentos especiais. Ainda na NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012), tem-se o conceito de AC II, que é a argamassa colante passível de ser utilizada em revestimentos de pisos e paredes internos e externos, sujeitos a variações de temperatura e à ação do vento. Por fim, a argamassa colante tipo AC III é a argamassa colante que apresenta níveis de aderência superiores aos tipos I e II. A seguir, a Tabela 01 apresenta as propriedades fundamentais para argamassas colantes.

Tabela 01 - Propriedades fundamentais para argamassas colantes

Requisito		Método de ensaio	Unidade	Critério		
				AC I	AC II	AC III
Tempo em aberto		ABNT NBR 14081-3	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Cura normal	ABNT NBR 14081-4	Mpa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura em estufa			-	≥ 0,5	≥ 1,0

Fonte: NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012).

Além das propriedades fundamentais, existem propriedades opcionais, que contam com aplicações especiais, conforme exposto na Tabela 02.

Tabela 02 - Propriedades opcionais para argamassas colantes

Requisito	Método de ensaio	Critério
Tempo em aberto estendido (E)	ABNT NBR 14081-3	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido no mínimo 10 min além do especificado como propriedade fundamental.
Deslizamento reduzido (D)	ABNT NBR 14081-5	Argamassa do tipo I, II ou III, com deslizamento menor ou igual a 2mm.

Fonte: NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012).

A designação normalizada pela NBR 14081-1:2012 (ABNT, 2012) é dada da seguinte forma:

- AC I;
- AC II;
- AC III;
- AC I - E e/ou D;
- AC II - E e/ou D;
- AC III - E e/ou D.

Quanto à aderência, esta pode se dar de duas maneiras: mecânica e/ou química. Na ancoragem mecânica, a aderência se dá pela penetração da argamassa colante nos poros da cerâmica e do emboço, sendo recomendada para placas porosas. Enquanto na ancoragem química, a aderência se dá através da presença dos aditivos na argamassa colante. Para tanto, indica-se para placas e substratos de baixa porosidade, lisos e polidos (ROSCOE, 2008).

Segundo a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017), o assentamento de placas cerâmicas e pastilhas em fachadas deve ser feito com argamassa colante do tipo AC III. Para casos nos quais se opte por argamassa colante do tipo AC II, a informação precisa constar em projeto, não devendo sua utilização ultrapassar alturas maiores que 15 metros.

Atualmente, em fachadas, aconselha-se a utilização de argamassa colante do tipo AC III, definida por Roscoe (2008) como argamassa de alta resistência, destacando-se sobre as argamassas colantes dos tipos AC I e II por possuir maior resistência de aderência. Este fato se deve à grande concentração de resinas

adicionadas na argamassa, conferindo-lhe forte ancoragem química. Uma derivada da AC III é a AC III – E, com as mesmas propriedades da AC III, acrescida de aditivo, que estende seu tempo em aberto.

As resinas acrescentadas à composição da argamassa colante possuem papel fundamental, no desempenho dela. Suas principais funções são a retenção de água, garantia de melhor plasticidade e aumento da extensão da aderência (SABBATINI; BARROS, 1990). Posto isto, ressalta-se a importância da utilização da AC III, para a aplicação de revestimentos cerâmicos em fachadas.

Alguns ensaios devem ser feitos com argamassas colantes industrializadas. Esses estão descritos na NBR 14081:2012 (ABNT, 2012), na qual se descreve o ensaio de tempo em aberto, ensaio da resistência de aderência à tração e ensaio do deslizamento.

2.3.2 Placa cerâmica

A NBR 13816:1997 (ABNT, 1997a) e a NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c), específicas de placas cerâmicas para revestimento, baseiam-se nas normas ISO 13006 e ISO 10545. Isso faz com que as placas cerâmicas atendam aos padrões internacionais de qualidade.

O Manual Setorial de Desempenho (ANFACER, 2016) configura placa cerâmica como sendo material incombustível, esmaltado ou não, composto de argila e outros materiais inorgânicos originados a partir de processos como extrusão, prensagem ou outros processos nos quais são secos e queimados, em temperaturas superiores a 1100°C, até atingirem as propriedades necessárias. Esta definição pode ser confirmada pelo exposto na NBR 13816:1997 (ABNT, 1997a).

Estão inseridas, na NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c), as características físicas e químicas que as placas cerâmicas devem apresentar. As características físicas são:

- a) absorção de água;
- b) carga de ruptura e módulo de resistência à flexão;
- c) classe de abrasão superficial;
- d) resistência à abrasão profunda;
- e) coeficiente de atrito;
- f) expansão por umidade;

g) resistência ao impacto.

Destas, apenas a expansão por umidade é aplicável para fachadas. Quanto às características químicas, tem-se resistência a manchas e resistência a agentes químicos. Ambas necessitam ser avaliadas para uso em fachadas.

Vale enfatizar que os aspectos geométricos das placas cerâmicas devem atender a alguns limites mencionados na NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c). Na fabricação, é importante verificar-se as dimensões das placas. Para isso, existe um limite de variação entre a dimensão nominal (N) e a dimensão de fabricação (W). Para formatos modulares, a dimensão W nunca é maior que N, enquanto para formatos não modulares, a dimensão W pode ser maior que N.

Quanto à classificação das placas cerâmicas, a NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b) as divide de acordo com os seguintes critérios: esmaltadas ou não; pelo método de fabricação; segundo os grupos de absorção; quanto à resistência à abrasão superficial; resistência ao manchamento; resistência ao ataque de agentes químicos; e segundo análise visual.

a) Esmaltadas ou não

A NBR 13816:1997 (ABNT, 1997a) denomina cobertura vitrificada impermeável como esmalte. Segundo a NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c), nas embalagens, deve constar a nomenclatura GL ou UGL, no qual GL se refere a placas cerâmicas esmaltadas (*glazed*) e UGL a placas cerâmicas não esmaltadas (*unglazed*).

A presença do esmalte na placa cerâmica tem a função de proteger o desenho e garantir brilho à superfície. Quando exposto à temperatura superior a 1000°C, o material vítreo funde-se à argila que compõe a cerâmica, formando uma camada vitrificada, sobre a peça (ROSCOE, 2008).

b) Métodos de fabricação

Quanto à fabricação, as placas cerâmicas se dividem em extrudadas (A), prensadas (B) e originadas a partir de outros processos (C) (NBR 13817:1997) (ABNT, 1997b).

c) Absorção de água

A absorção de água das placas cerâmicas tem relação com o método de fabricação. Isso pode ser visualizado na Tabela 03.

Tabela 03 - Grupos de absorção de água de placas cerâmicas

Grupos	Absorção de água (%)
I a	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$
I b	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$
II a	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$
II b	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$
III	Abs acima de 10,0

Fonte: NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b).

A codificação fornecida pela NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b) é feita conforme o método de fabricação: extrudado (A), prensado (B) ou outros (C). O método de fabricação é seguido do grupo de absorção de água, formando a codificação dos grupos de absorção de água.

A absorção de água influencia diretamente na aderência do revestimento, visto que, quanto menor a absorção, menor é a ancoragem física. Esse fato faz com que placas cerâmicas com baixa absorção necessitem ser assentadas com argamassa colante que confira ancoragem química da placa ao substrato (ROSCOE, 2008).

Para ambientes externos, a máxima absorção de água permitida é de 6%. Em climas que exponham o revestimento a temperaturas muito baixas, o valor máximo cai para 3% (GOLDBERG, 1998 *apud* ROSCOE, 2008). A NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b) não menciona um limite de absorção específico para fachadas, porém, a norma britânica BS 5385:1991 (1991), citada por Medeiros e Sabbatini (1999) limita a 3% a absorção de água em fachadas com placas extrudadas e prensadas.

d) Resistência à abrasão superficial

Para a determinação da resistência à abrasão, as placas cerâmicas devem ser submetidas ao ensaio presente no Anexo D, da NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c). O ensaio consiste em expor a superfície esmaltada da placa a ciclos de atrito de esferas de aço. O resultado se dá devido ao número de ciclos necessários para que a placa cerâmica apresente alterações em seu esmalte. Segundo a NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c), são 5 as classes de abrasão que a placa cerâmica pode atingir, conforme mostra a Tabela 04.

Tabela 04 - Estágios de abrasão

Estágio de abrasão Número de ciclos para visualização	Classes de abrasão
100	0
150	1
600	2
750, 1500	3
2100, 6000, 12000	4
> 12000	5

Fonte: NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c).

A norma não apresenta claramente a necessidade da avaliação de resistência à abrasão para placas cerâmicas utilizadas em fachadas. Isso visto que o risco de a cerâmica sofrer alguma carga abrasiva é irrelevante, quando ela for assentada em superfície vertical.

e) Resistência ao manchamento

Essa característica é definida pela NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b) pela facilidade da remoção de manchas, classificando as placas cerâmicas de acordo com a Tabela 05. As placas são classificadas após serem expostas aos procedimentos de limpeza, de maneira progressiva.

Tabela 05 - Classes de resistência ao manchamento

CLASSE	REMOÇÃO DE MANCHA
1	Impossibilidade de remoção de mancha
2	Mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno
3	Mancha removível com produto de limpeza forte
4	Mancha removível com produto de limpeza fraco
5	Máxima facilidade de remoção de mancha

Fonte: NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c).

f) Resistência ao ataque de agentes químicos

A resistência ao ataque de agentes químicos, segundo Roscoe (2008), é a capacidade de a placa cerâmica entrar em contato com produtos químicos sem sofrer alterações em seu aspecto. Para essa propriedade, a NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b) apresenta a Tabela 06, com a classificação dos níveis de resistência química.

Tabela 06 - Codificação dos níveis de resistência química

Agentes químicos		Níveis de resistência química		
		Alta (A)	Média (B)	Baixa (C)
Ácidos e álcalis	Alta concentração (H)	H A	H B	H C
	Baixa concentração (L)	L A	L B	L C
Produtos domésticos e de piscinas		A	B	C

Fonte: NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b).

É importante ressaltar que todas as placas cerâmicas classificadas como nível 1 devem ser capazes de não apresentar manchas, quando expostas aos produtos de limpeza comuns (ROSCOE, 2008).

g) Análise visual

Para o critério da análise visual, a NBR 13817:1997 (ABNT, 1997b) classifica como produto de primeira qualidade as placas cerâmicas que, quando visíveis a olho nu ou com óculos (caso seja de uso cotidiano), não apresentem defeitos visíveis a uma distância de $1,00 \pm 0,05\text{m}$, conforme sugere a NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c). Todos os critérios mencionados podem ser aplicados para a classificação de placas cerâmicas destinadas ao revestimento de fachadas.

Outro conceito que deve ser abordado, para a execução de revestimentos cerâmicos de fachadas, é o de pastilhas. Estas têm sido muito utilizadas em fachadas, com a principal finalidade de conferirem uma estética mais refinada à edificação. A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) preconiza que as pastilhas devem atender aos mesmos fatores que as placas cerâmicas. Caso sejam providas de malhas, telas, pontos de cola, deve-se atentar para que isso não comprometa o desempenho da argamassa colante e do rejunte.

Quanto à garantia, o Manual Setorial de Desempenho (ANFACER, 2016) afirma que placas cerâmicas são consideradas produtos duráveis, havendo noventa dias para se reclamar sobre vícios visíveis ou de fácil constatação. Para casos em que se constate a presença de vícios ocultos, o prazo de noventa dias vale a partir da descoberta do defeito. É de responsabilidade do fabricante indicar a data de validade do seu produto.

A NBR 15575:2013 (ABNT, 2013c) tem a função de estabelecer requisitos de desempenho quanto à segurança, sustentabilidade e habitabilidade. Incluída na NBR citada, tem-se a NBR 15575-4:2013 (ABNT, 2013c), específica para vedações verticais, na qual é possível observar-se os desempenhos que as placas cerâmicas devem atender.

Segurança estrutural, para os revestimentos externos, o aplicável às placas cerâmicas é o ensaio de impacto de corpo duro. O ensaio visa representar o impacto gerado acidentalmente pelo uso da edificação ou, até mesmo, atos de vandalismo.

Segundo o Manual Setorial de Desempenho (ANFACER, 2016), para as placas cerâmicas, aplicam-se os impactos de menor energia e os critérios de desempenho mínimos. Também ressalta que as placas cerâmicas que venham a apresentar lascamentos não são consideradas falhas, visto que não comprometem o estado de utilização da placa.

A NBR 15575-4:2013 (ABNT, 2013c) estabelece que as fachadas não devem apresentar os seguintes defeitos quando submetidas ao impacto de corpo duro:

- Fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro dano passível de ocorrer perante impactos de utilização. Porém, são admitidas marcas localizadas, quando sujeitas aos impactos de corpo duro, citado na Tabela 7.
- Ruptura ou traspassamento sob a ação dos impactos de corpo duro, descritos na Tabela 07.

Tabela 07 - Impacto de corpo duro para vedações verticais externas (fachadas)

Sistema	Impacto	Energia de impacto de corpo duro (J)	Critério de desempenho
Vedação vertical com ou sem função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público)	3,75	Não ocorrência de falhas inclusive no revestimento (estado limite de serviço).
		20	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último).
	Impacto interno (todos os pavimentos)	2,5	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço).
		10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último).

Fonte: NBR 15575-4:2013 (ABNT, 2013c).

Segurança ao fogo é outro desempenho que se enquadra às placas cerâmicas. Como já citado, as placas cerâmicas são materiais incombustíveis, propriedade que garante variação de temperatura menor ou igual a 30°C, variação de massa menor ou igual a 50% e tempo de flamejamento menor ou igual a 10 segundos. Portanto, as placas cerâmicas atendem aos critérios mínimos de resistência ao fogo, independentemente do seu tipo ou classe de absorção de água (ANFACER, 2016).

Conforme já citado, expansão por umidade é uma característica que se aplica às placas cerâmicas para revestimento. O termo Expansão Por Umidade (EPU) pode ser definido como expansão de um material cerâmico decorrente do contato com água no estado líquido ou gasoso (MENEZES, 2001). De maneira geral, essa expansão ocorre de maneira lenta e gradativa, porém, pode gerar patologias como descolamento, visto que a EPU pode comprometer a aderência da placa (CHEW, 2000 *apud* MENEZES, 2001).

Esta definição pode ser confirmada pela NBR 13818:1997 (ABNT, 1997c). Esta denomina expansão por umidade como sendo a expansão das dimensões da placa cerâmica após a hidratação. Mesmo o termo expansão por umidade pode ser conhecido também como dilatação higroscópica.

A ocorrência da EPU pode ser considerada inevitável, portanto, é importante seu controle, a fim de evitar consequências indesejadas. Em materiais esmaltados a EPU pode gerar gretamento, porém, o principal problema decorrente da EPU é o descolamento de placas cerâmicas, sejam elas esmaltadas ou não (NASTRI *et al.*, 2015).

O descolamento ocorre quando a tensão entre a placa cerâmica e a argamassa se torna maior que a resistência mecânica da interface. Dito isto, é de demasiada importância que se preestabeleçam limites de EPU, especificando em projeto argamassas que resistam a esses limites. Para que os limites de EPU sejam estabelecidos, deve-se conhecer a expansão por umidade da placa cerâmica após o assentamento, denominada expansão potencial (NASTRI *et al.*, 2015).

2.3.3 Argamassa de rejuntamento

A definição de argamassa de rejuntamento pode ser encontrada na NBR 14992:2003 (ABNT, 2003), específica para argamassa à base de cimento Portland

para rejuntamento de placas cerâmicas. Trata-se da mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes, utilizada no fechamento de juntas de assentamento de placas cerâmicas.

A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) menciona que argamassa de rejuntamento não é impermeável, apesar de diminuir a penetração de água. Portanto, quando se fizerem necessárias juntas impermeáveis, deve-se optar por outros materiais que lhes confirmam impermeabilidade.

Quanto à sua classificação, a NBR 14992:2003 (ABNT, 2003) divide a argamassa de rejuntamento em dois tipos. O tipo I refere-se à argamassa de rejuntamento utilizada em ambientes internos e externos, devendo atender a algumas condições. As condicionantes para a utilização do rejuntamento do tipo I são: locais de trânsito de pedestres pouco intensos, em placas cerâmicas com absorção de água superior a 3% e em ambientes externos cuja área de piso seja menor que 20 m² e/ou área de parede seja inferior a 18 m². O rejuntamento do tipo II pode ser utilizado nas mesmas condições do rejuntamento tipo I e em quaisquer outros revestimentos cerâmicos, inclusive em áreas com água estancada. Devendo atentar-se apenas para ambientes que apresentem grande agressividade química ou mecânica e em ambientes com temperaturas extremas (acima de 70°C e abaixo de 0°C). Nestes casos, deve-se contatar o fabricante da argamassa de rejuntamento.

Os ensaios de argamassa de rejuntamento devem atingir os seguintes requisitos mínimos, apresentados na Tabela 08:

Tabela 08 - Tipos de A. R. e requisitos mínimos

Método/propriedade	Unidade	Idade de ensaio	Tipo I	Tipo II
Retenção de água	Milímetro (mm)	10 min	≤ 75	≤ 65
Variação dimensional	Milímetro por metro (mm/m)	7 dias	≤ 2,00 	≤ 2,00
Resistência à compressão	Megapascal (MPa)	14 dias	≥ 8,0	≥ 10,0
Resistência à tração na flexão	Megapascal (MPa)	7 dias	≥ 2,0	≥ 3,0

Absorção de água por capilaridade aos 300 min	Grama por centímetro quadrado (g/cm ²)	28 dias	≤ 0,60	≤ 0,30
Permeabilidade aos 240 min	Centímetros cúbicos (cm ³)	28 dias	≤ 2,0	≤ 1,0

Fonte: NBR 14992:2003 (ABNT, 2003).

2.3.4 Juntas

São muitos os fatores contribuintes para a deterioração dos revestimentos de fachadas. Dentre eles, têm-se os fatores passíveis de gerar movimentação nas camadas do revestimento. Estes, isolados ou de maneira conjunta, contribuem para a movimentação da edificação, sendo eles: variações por umidade, variações de temperatura e as ações do vento. A fim de concentrar as tensões geradas por esses movimentos, criam-se as juntas, de modo a separar o revestimento em painéis. Portanto, as juntas adquirem papel importante para reduzirem o nível de tensões (RIBEIRO; BARROS, 2010).

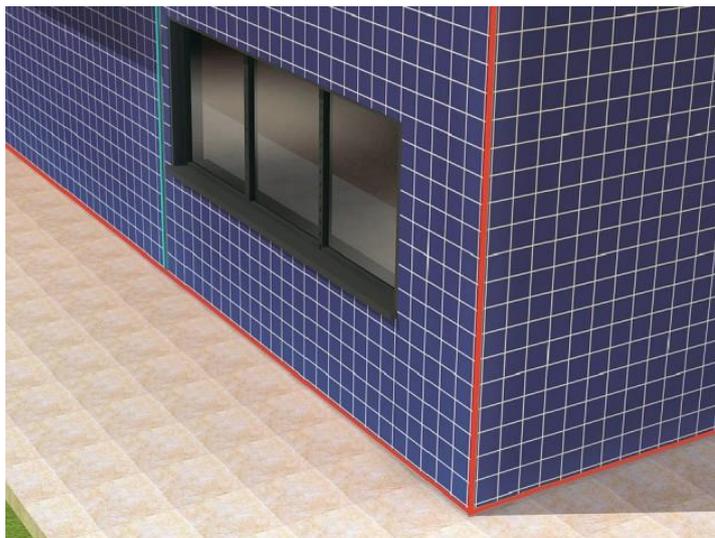
O caráter modular do revestimento cerâmico faz com que, obrigatoriamente, existam juntas entre as peças. Ademais, conforme as condições da base em que o revestimento é assentado, faz-se necessária a execução de juntas de trabalho ou movimentação, com a finalidade de aliviar as tensões sofridas pela base e, também, juntas de dilatação ou estruturais, que devem acompanhar as juntas estruturais do prédio (SABBATINI; BARROS, 2001).

Roscoe (2008) denomina junta como o espaço regular entre peças, sejam elas de mesmo material ou de materiais diferentes. Para o sistema de revestimento cerâmico, é de grande valia dar-se a devida atenção às juntas, levando-se em consideração sua função de absorver tensões e garantir a estabilidade do sistema.

A execução correta da junta tem grande influência no seu desempenho. Isso porque, mesmo que se tenha os melhores materiais e um projeto bem especificado, se a mão de obra for precária, o desempenho será afetado (SAKURADA; GONZALEZ, 2017).

De acordo com a Figura 2, as juntas representadas pela cor branca são as juntas denominadas de assentamento. Ademais, as linhas vermelhas representam as juntas de dessolidarização e a linha azul simula a junta de movimentação vertical.

Figura 2 - Juntas do sistema de revestimento cerâmico de fachadas



Fonte: Weber Saint-Gobain (2017).

2.3.4.1 Juntas de assentamento

Juntas de assentamento são as juntas entre componentes geradas pelo afastamento, em milímetros, das placas cerâmicas, quando assentadas (SABBATINI; BARROS, 2001). De acordo com a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017), as juntas de assentamento devem atender às seguintes funções:

- a) estética, conferindo harmonia entre as placas cerâmicas e o substrato a que será revestido;
- b) compensação, com a finalidade de padronizar as possíveis variações nas dimensões das placas cerâmicas;
- c) absorção de tensões, de modo a acomodar as movimentações da base e/ou das placas cerâmicas;
- d) estanqueidade, redução da penetração de água;
- e) transmissão de parte do vapor de água;
- f) possibilitar a troca individual de placas cerâmicas;

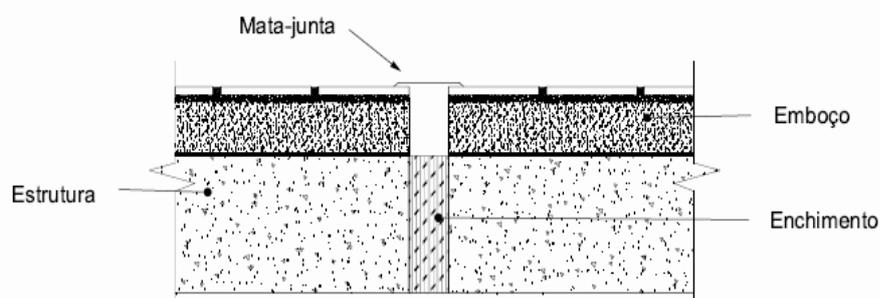
Quanto às dimensões das juntas de assentamento, a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) sugere, para revestimento com placas cerâmicas, juntas de, no mínimo, 5mm de largura. Enquanto, para pastilhas, a largura da junta deve ser informada pelo próprio fabricante.

2.3.4.2 Juntas estruturais

As juntas estruturais têm a finalidade de absorver as tensões oriundas da deformação sofrida por todo o edifício, devendo, desse modo, manter a integridade do revestimento (SABBATINI; BARROS, 2001). A definição do posicionamento das juntas estruturais é de responsabilidade do projetista estrutural, portanto, o projeto do revestimento deve ser compatibilizado com o projeto estrutural.

A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) enfatiza que, nas juntas estruturais, a movimentação pode ocorrer de forma cíclica, nos eixos x, y e z. Por esse motivo, o selante pode não ser o material mais recomendado para o preenchimento dessas juntas, podendo ser substituído por perfis pré-formados ou mata-juntas. A Figura 3 apresenta um exemplo de junta estrutural com mata-junta vista do topo.

Figura 3 - Exemplo de junta estrutural com mata-junta

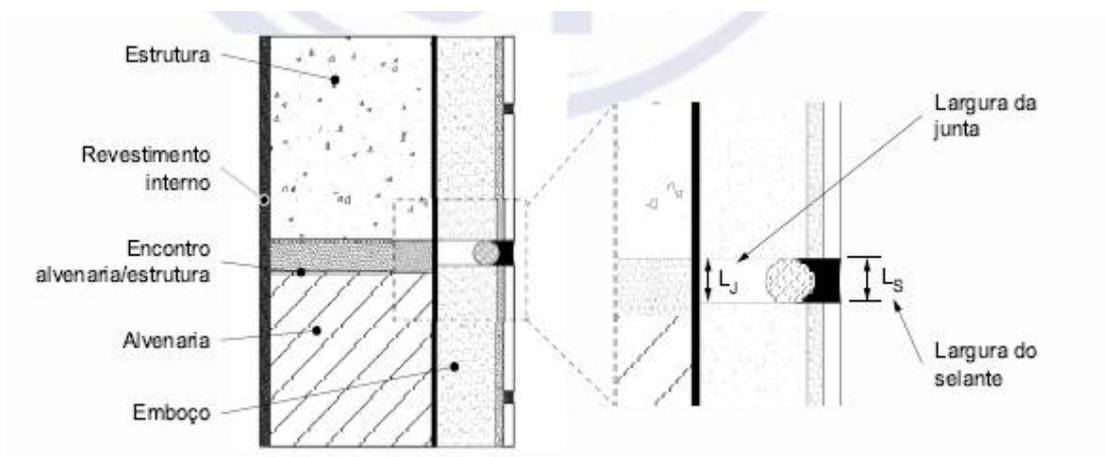


Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

2.3.4.3 Juntas de movimentação

Sabbatini e Barros (2001) denominam juntas de movimentação como sendo as juntas originadas a partir do seccionamento de parte do acabamento do revestimento cerâmico e de toda a camada de emboço, devendo ser sempre preenchida com material selante, como também salienta a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017). Isso pode ser visto na Figura 4.

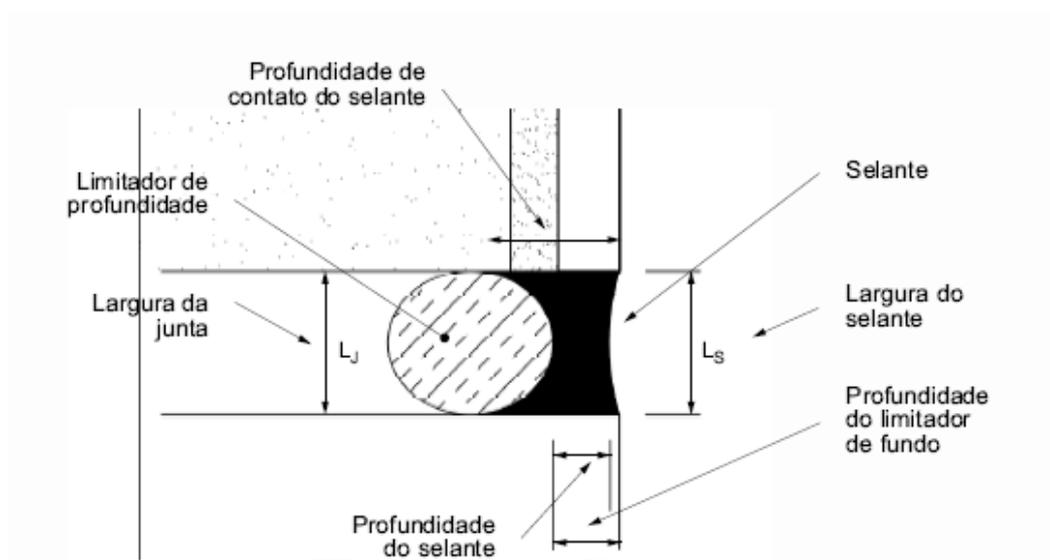
Figura 4 - Junta de movimentação típica com corte total do emboço



Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

Para Roscoe (2008), a função das juntas de movimentação é dividir o revestimento cerâmico em painéis, de modo a aliviar as tensões sofridas tanto pelo substrato como pelo próprio revestimento. Para a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017), a junta de movimentação também tem a função de evitar a fissuração, tendo-se em vista que o objetivo da criação da junta seja orientar as tensões para que as fissuras surjam no interior da junta, possibilitando o tratamento delas, posteriormente. A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) sugere a configuração exposta na Figura 5, para a juntas seladas.

Figura 5 - Configuração típica das juntas seladas



Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

As juntas de movimentação dividem o revestimento em painéis. Desse modo, procura-se conhecer a dimensão das tensões às quais o revestimento estará sujeito, para que os painéis possuam tamanho suficiente e evite-se que as tensões sejam transmitidas para além dos limites dos painéis. Não obstante, ainda não há recurso que possibilite dimensionar, com precisão, a magnitude das tensões. Portanto, o procedimento adotado atualmente é a estimativa do movimento que cada agente mecânico poderá causar, e a partir disto, as juntas passam a ser posicionadas em lugares críticos e passíveis de concentração de tensões e/ou fissuração (RIBEIRO; BARROS, 2010).

A espessura mínima do ponto mais crítico da junta deve ser, segundo a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017), no mínimo, de 6mm – podendo variar, desde que devidamente prescrita pelo fabricante. Paralelamente, que a largura mínima da junta não seja menor que 15mm, visando não afetar sua possibilidade de execução. Referindo-se ao espaçamento, entre juntas horizontais, ele deve ser menor ou igual a 3 metros, e, entre juntas verticais, espaçamento máximo de 6 metros.

Quanto à classificação das juntas de movimentação, estas podem ser subdivididas de acordo com sua função, material utilizado para seu preenchimento e geometria.

- **Quanto à função**

- a) Junta de trabalho**

A junta de trabalho corta todas as camadas do revestimento, devendo ficar localizada em regiões onde que há interrupção no substrato – normalmente, em pontos de encontro de alvenaria com concreto –, de modo a dispor os movimentos sofridos pela base (RIBEIRO; BARROS, 2010).

- b) Junta de transição**

Segundo a definição de Ribeiro e Barros (2010), a junta de transição tem a função de garantir a movimentação de elementos compostos de diferentes materiais no revestimento, ou seja, com desiguais características quando expostos às

variações de temperatura. Desse modo, suprimindo as camadas de acabamento e fixação.

c) Junta de contorno

Juntas de contorno são utilizadas no encontro entre o revestimento cerâmico com outros elementos construtivos e, da mesma maneira que as juntas de transição, podem interceptar as camadas de acabamento e fixação. Porém, também podem suprimir a camada de emboço, quando houver necessidade de se reduzir as tensões no mesmo (RIBEIRO; BARROS, 2010).

d) Junta de dessolidarização

A função das juntas de dessolidarização é separar a camada de acabamento da base, de modo a, como citado anteriormente, subdividir o revestimento em painéis (RIBEIRO e BARROS, 2010).

• Quanto ao preenchimento

O preenchimento das juntas pode ser feito com a utilização de material selante não curado ou pré-formadas – primeiro tipo é o mais comumente utilizado e, também, objeto do presente trabalho. Portanto, seus componentes passam a ser descritos a seguir. Vale ressaltar que a NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) recomenda que se deve iniciar o preenchimento das juntas de movimentação somente após sete dias da conclusão do rejuntamento.

Dentre os componentes das juntas de movimentação seladas, pode-se optar por uma membrana impermeabilizante, localizada abaixo do limitador de profundidade. Ela tem a função de garantir a estanqueidade da fachada, podendo ser feita a partir de uma nata de cimento acrescida de aditivo com polímeros, estruturada com tela de poliéster (RIBEIRO; BARROS, 2010).

Os demais componentes passam a ser descritos baseados na visão de Ribeiro e Barros (2010):

- Limitador de profundidade

O limitador de profundidade, como o próprio nome diz, tem a função de limitar a profundidade da junta. Comercialmente, é conhecido como Tarucel, e, geralmente, é feito de polietileno de baixa densidade. A superfície desse material não permite a aderência do selante, colaborando na economia e uso da quantidade suficiente do selante, pois este irá aderir somente às superfícies laterais e, também, permitindo a movimentação do selante, reduzindo a possibilidade de ruptura dele.

O limitador de profundidade deve possuir diâmetro superior ao do sulco, de modo que consiga manter-se no interior da junta, sem necessidade de fixações (NBR 13755:2017) (ABNT, 2017).

- Primer

Basicamente, a função do *primer* é melhorar a adesão entre selante e substrato. Segundo ASTM CT193 (2009 *apud* RIBEIRO; BARROS, 2010), o *primer* funciona de três formas: alterando as características químicas do substrato, preparando-a para o recebimento do selante; preenchendo os vazios do substrato conferindo-lhe maior estabilidade em sua superfície; e reduzindo a pressão sofrida por capilaridade no substrato.

A utilização prévia do *primer* deve ser feita de acordo com a recomendação do fabricante, pois, em alguns casos, o material do *primer* pode ser incompatível com o material do selante, prejudicando a aderência entre ambos. Ademais, alguns tipos de selante recomendam a aplicação de *primer* somente em casos excepcionais. Dessa forma, ensaios qualitativos de aderência ajudam a garantir correta definição do processo de aplicação do selante (BELTRAME; LOH, 2009).

O *primer* difere de acordo com a superfície do substrato, tendo-se disponível, no mercado, *primer* para substratos de superfície lisa e de superfície porosa. A escolha do *primer* correto deve ser orientada pelo fabricante do selante de modo a garantir a compatibilidade entre eles.

- Selante

A NBR 13755:2017 (ABNT, 2017) define como selante o material que possui propriedades elásticas que confirmam impermeabilidade às juntas. Todavia, mantendo a possibilidade de movimentação delas.

Visando garantir a estanqueidade da junta, o selante deve ser constituído de materiais à base de polímeros, precisando apresentar características como adesão, coesão e deformabilidade. Pode demonstrar duas formas de consistência, autonivelante o tixotrópico, sendo, o primeiro, fluído, e o segundo, viscoso. Para a aplicação em fachadas, recomenda-se o uso de selantes tixotrópicos.

Os selantes podem ser monocomponentes ou multicomponentes, ambos podendo ser utilizados em revestimentos cerâmicos de fachadas. O selante multicomponente possui tempo de cura inferior ao selante monocomponente. O segundo, cura na presença da umidade atmosférica (RIBEIRO; BARROS, 2010).

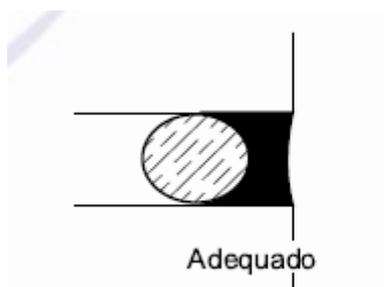
Os selantes são divididos de acordo com o componente que lhes serve de base, sendo eles: à base de poliuretano, objeto deste trabalho; à base de acrílico; ou silicone. Selantes à base de poliuretano são selantes que, segundo Panek e Cook (1991 *apud* RIBEIRO; BARROS, 2010), possuem, em sua composição, de 35% a 45% de polímeros e 30% de *filler*. Ainda na visão dos autores, selantes à base de poliuretano, em sua formulação correta, possuem grande resistência à radiação ultravioleta (UV) e ao Ozônio. Desse modo, não fissuram depois de longa exposição solar. Enquanto isso, os selantes acrílicos são produtos à base de resinas acrílicas que podem ser dispersas em solventes ou em água. Os primeiros apresentam características de adesão superiores aos segundos.

Em fachadas, a cura do selante acrílico deve ser assegurada previamente à chuva, visto que a sua cura é dada através da evaporação do solvente ou da água. Os autores Beltrame e Loh (2009) não recomendam a utilização de selantes acrílicos em fachadas de edifícios. Os silicones, por sua vez, tratam-se, geralmente, de selantes elásticos cuja cura é feita em contato com a umidade atmosférica, e distinguem-se, entre si, pelo seu sistema químico de cura – acética ou neutra.

Os selantes à base de poliuretano e de silicone possuem consideráveis vantagens em relação aos selantes acrílicos para utilização em revestimento cerâmicos em fachadas. Isso porque são mais resistentes às intempéries e possuem maior capacidade de deformação (RIBEIRO; BARROS, 2010).

A região central do selante, no interior da junta, deve ser menos espessa do que as laterais, de modo a evitar o acúmulo de tração nas laterais, enquanto a junta estiver sofrendo movimentações. Na Figura 6, é possível visualizar-se a forma correta que o selante deve apresentar, após sua aplicação.

Figura 6 - Junta com limitador de profundidade e selante com acabamento



Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

O fator de forma é a proporção entre profundidade (P), a qual é medida no centro do perfil do selante, e largura (L) da seção formada pelo selante. Caso não haja especificação excepcional do fabricante, esta relação deve ser de 1:1 a 1:2 (NBR 13755:2017) (ABNT, 2017).

Para o dimensionamento da largura da junta, devem-se prever os movimentos que esta irá sofrer, seja de tração ou compressão. Desse modo, a largura inicial pode ser obtida a partir da relação do movimento máximo da junta, em milímetros, e o fator de acomodação do selante (RIBEIRO; BARROS, 2010). Enquanto isso, a profundidade do selante pode ser definida após a especificação da largura, visando não ultrapassar a proporção recomendada por norma.

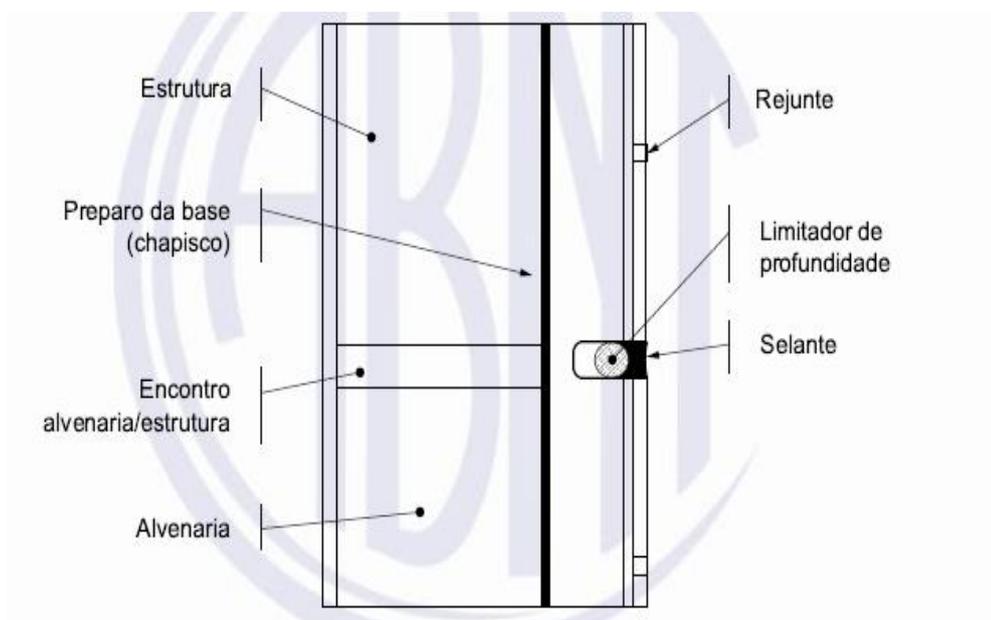
Com relação ao material selante utilizado no preenchimento de juntas de movimentação, deve-se levar em consideração propriedades como a dureza “*Shore A*”. Esta é, basicamente, a capacidade do selante de resistir à penetração de partículas e/ou objetos. Também é conveniente atentar-se para o módulo de elasticidade do produto, que determina a resistência do selante à deformação elástica, ou seja, quanto maior o módulo de elasticidade, mais rígido o material e menor será a deformação deste. É importante observar-se que o módulo de elasticidade do selante deve ser sempre inferior ao do substrato, de modo que o selante não rompa na interface selante-substrato (BELTRAME; LOH, 2009).

- **Quanto à geometria**

Geometricamente, as juntas podem ser classificadas em: côncava, nivelada ou recuada. Entretanto, por norma, estabelece-se junta côncava como o modelo correto e recomendado para juntas de movimentação.

Para situações em que as juntas estejam passíveis a regimes de movimentação baixos, pode-se optar pelo corte parcial do emboço ou, até mesmo, manter o emboço íntegro. A Figura 7 apresenta junta de movimentação com corte parcial da camada de emboço.

Figura 7 - Junta de movimentação com corte parcial do emboço



Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

Enquanto isso, para juntas sujeitas a movimentações mais expressivas, recomenda-se o corte total da camada de emboço. A Tabela 09 apresenta casos comuns da utilização de juntas com corte parcial e corte total da camada de emboço.

Tabela 09 - Guia de uso típico das juntas de movimentação

Corte total do emboço	Emboço íntegro ou com corte parcial
sobre juntas estruturais;	fachadas em torres de alvenaria estrutural;
união da alvenaria de vedação com lajes/vigas de cobertura, principalmente quando as lajes não possuem isolamento térmico;	união da alvenaria de vedação com as vigas de borda dos pavimentos-tipo de estruturas convencionais reticuladas de concreto moldadas <i>in loco</i> . Caso sejam esperadas movimentações expressivas nestes locais ou nos pavimentos extremos, como térreo e região da cobertura, juntas com corte total do emboço podem ser especificadas;
união da alvenaria de vedação com elementos estruturais de concreto em estrutura pré-moldada;	diedros verticais internos e externos sobre base homogênea quando qualquer um dos planos tiver extensão superior a 6m;
união da alvenaria de vedação com rampas de garagem, lajes/vigas dos térreos e dos sobressolos;	juntas sobre base homogênea com o objetivo de limitar a extensão dos panos de placas;
união da alvenaria de vedação com quaisquer elementos estruturais de concreto onde é esperado movimento diferencial expressivo, como, por exemplo, em platibandas, fundos de viga de lajes de cobertura;	interface entre as placas cerâmicas e elementos construtivos diferentes, como esquadrias e elementos arquitetônicos (cornijas, molduras, sancas, etc.);

sobre interfaces entre dois materiais distintos na base onde é esperada movimentação diferencial significativa, como, por exemplo, união da alvenaria de vedação com estruturas de aço;	interface entre panos de placas cerâmicas de tamanhos e cores distintos, como, por exemplo, a união de pastilhas com placas de porcelanato.
sacadas em balanço quando é esperado movimento significativo na quina do diedro definido pelos panos de revestimento da sacada e da fachada principal.	

Fonte: NBR 13755:2017 (ABNT, 2017).

Como todo sistema aplicado na construção civil, o sistema de revestimento cerâmico também está sujeito à ocorrência de patologias. Tratando-se de juntas seladas, especificamente, são várias as patologias que podem surgir em decorrência de diversas falhas, que vão do projeto à execução das juntas. As mais comuns passam a ser descritas a seguir.

O selante pode vir a apresentar falhas na aderência com o substrato, sua principal função, prejudicando diretamente a estanqueidade do revestimento. Ledbetter, Hurley e Sheehan (1998) citados por Ribeiro e Barros (2010), mencionam os fatores críticos que devem ser observados para se garantir a adesão do selante, sendo eles: superfície de aplicação, devendo estar livre de sujeira e/ou umidade; aplicação correta do *primer* (caso este seja especificado); preenchimento adequado da junta, com aplicação de limitador de profundidade ou fita isoladora; temperatura inicial da junta, recomendando-se que o selante seja aplicado em temperaturas medianas; acabamento final, devendo-se garantir a inexistência de bolhas que possam diminuir a superfície de contato do selante com o substrato.

Pode-se perceber, também, falha coesiva do selante em fachadas. Este fato ocorre quando o selante apresenta capacidade de resistência à movimentação inferior do que o especificado pelo fabricante e para a junta em questão (RIBEIRO; BARROS, 2010).

As autoras ainda salientam que as intempéries às quais as fachadas e, conseqüentemente, os selantes ficam expostos podem levar à oxidação do material. Conseqüentemente, são capazes de gerar casos de patologias como enrijecimento e craquelamento do selante.

O manchamento, embora não prejudique o desempenho do selante na junta, é uma patologia que deve ser evitada, visto que prejudica a estética da edificação. Este fenômeno ocorre em função da formulação e da qualidade do material utilizado no selamento da junta, logo, tem-se a importância do estudo e especificação dos materiais corretos para cada caso, a fim de evitar a ocorrência de imprevistos.

Ribeiros e Barros (2010), após realizarem a correlação das falhas com suas possíveis causas, constataram que a especificação inadequada do selante é a principal causa de falhas em juntas seladas.

3 METODOLOGIA

A fim de atingir os objetivos propostos no início do presente trabalho, a metodologia passa a ser descrita, neste tópico.

Para o estudo da influência do *primer*, na aderência dos selantes, em juntas de movimentação de fachadas cerâmicas, foram moldados corpos de prova com selantes de três fabricantes diferentes. Para fins de ensaio, os selantes foram denominados como selante A, B e C.

O fabricante do selante A indica referências das suas principais propriedades. Para dureza *Shore A*, valor de 40 ± 5 , módulo de elasticidade de 0,80 MPa e tempo de cura para 3mm de 24 horas, entre outros.

O selante B trata-se de um selante tixotrópico à base de poliuretano monocomponente. A referência de dureza *Shore A* é de Ca. 40, cura total para 3mm de 24 horas e módulo de elasticidade de 1MPa.

Por fim, o selante C é recomendado para utilização em juntas internas e externas. Assim como os anteriores, também é um produto à base de poliuretano monocomponente. Segundo o fabricante, deve apresentar dureza *Shore A* igual a 28, módulo de elasticidade de 0,45 MPa e tempo de cura para 3mm igual a 24 horas.

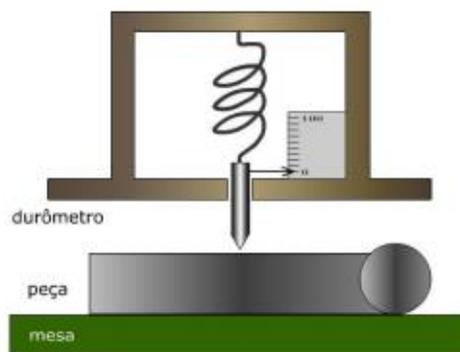
3.1 Dureza *Shore*

A dureza *Shore* é uma propriedade que deve ser observada antes do preenchimento das juntas de movimentação. Os diversos fabricantes de materiais selantes à base de poliuretano especificam, em sua ficha técnica, o valor de dureza *shore* do seu produto. A fim de verificar-se a conformidade com o valor exposto pelo fabricante, foi realizado ensaio de dureza *Shore*. O ensaio foi feito com o auxílio de um durômetro *Shore* digital de escala A, utilizado para medir a dureza relativa de borrachas e plásticos moles.

Os ensaios de dureza podem ser de três tipos: por risco, por choque ou ressalto e por penetração. A dureza *Shore A* enquadra-se no ensaio por choque ou ressalto, no qual o ensaio ocorre através da aplicação de pressão gerada por uma mola calibrada sobre um endentador esférico ou cônico. O resultado da medição é

dados pela profundidade da penetração. A Figura 8 exemplifica um modelo de durômetro.

Figura 8 - Durômetro Shore



Fonte: Rodrigues (2014).

Para a realização do ensaio, foram desenvolvidos quatro corpos de prova, para cada um dos três selantes escolhidos, e, após a cura completa do selante, foi executado o experimento. Para tanto, foi necessário moldar-se uma amostra de selante com, aproximadamente, 6mm de espessura, para que o durômetro pudesse penetrar inteiramente no material. Também foi importante garantir a planeza da superfície que entraria em contato com o aparelho, de modo a atingir resultados mais exatos possíveis. A Fotografia 1 demonstra a execução do ensaio de dureza Shore A.

Figura 9 - Ensaio de Dureza Shore A



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Embora os fabricantes sugiram um tempo de 24 horas, para a cura total de cada 3mm dos selantes, os ensaios foram realizados cerca de 28 dias após a aplicação de cada selante.

3.2 Resistência potencial de aderência à tração

A execução do preenchimento das juntas de movimentação deve ser feita de acordo com a indicação do fabricante. Em alguns casos, é sugerida a aplicação de *primer*. Neste trabalho, é feito um comparativo entre juntas preenchidas com e sem a aplicação de *primer*, a fim de visualizar a real influência deste, na aderência do selante à junta.

Para este ensaio, foram analisados quatro corpos de prova com aplicação e quatro corpos de prova sem aplicação de *primer*, para cada um dos três selantes. Inicialmente, foram moldadas placas de argamassa com dimensões de 15cm x 20cm com 3cm de espessura, revestidas por cerâmica aplicada com argamassa colante do tipo AC III, a fim de simular a situação de uma fachada com revestimento cerâmico. Para a moldagem das placas, foi testado o índice de consistência, de acordo com a NBR 13276:2016 (ABNT, 2016), conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Índice de consistência

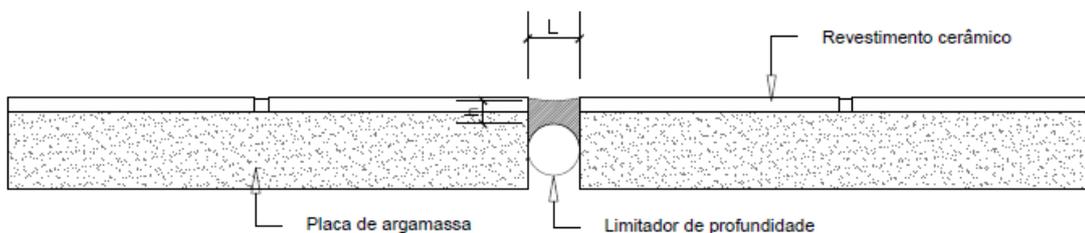


Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Para a execução das juntas de movimentação, foram utilizadas duas placas, para possibilitar a representação de uma junta, entre elas. Para tanto, colocou-se um

limitador de profundidade e, na sequência, as juntas foram preenchidas, conforme Figuras 11, 12 e 13.

Figura 11 - Detalhamento dos corpos de prova



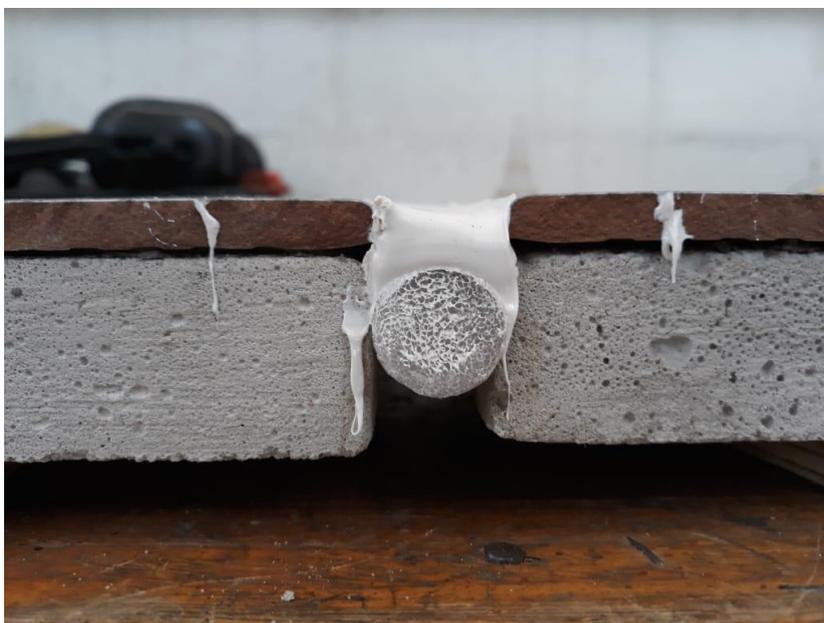
Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Na qual:

L: largura da junta (milímetros);

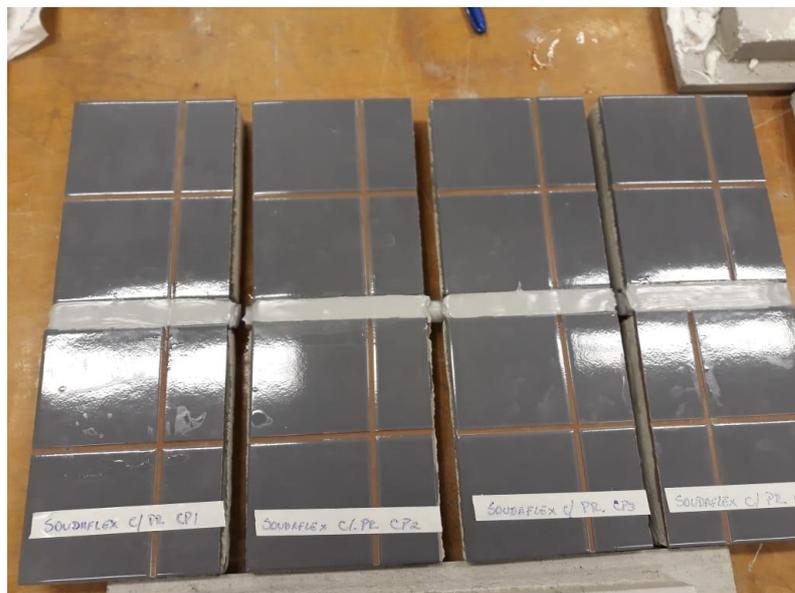
h: profundidade da junta (milímetros).

Figura 12 - Vista de junta de corpo de prova



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 13 - Corpos de prova



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Para a realização do ensaio, as extremidades das placas de argamassa foram coladas a dispositivos metálicos com cola epóxi, para possibilitar o tracionamento das peças. Durante o ensaio, os corpos de prova foram submetidos a esforços perpendiculares, com taxa de carregamento constante até a ruptura da amostra. Por fim, a resistência potencial de aderência à tração em MPa é dada pela Equação 1.

$$Ri = \frac{Pi}{Ai} \quad \text{(Equação 1)}$$

Na qual:

Ri é a resistência potencial de aderência à tração, em Megapascal;

Pi : é a carga de ruptura, em Newton;

Ai : é a área do corpo de prova, em milímetros quadrados.

A partir dos ensaios, obteve-se a força máxima (em quilograma-força) aplicada até a ruptura do selante. Portanto, multiplicando-se os valores de força em quilograma-força por 9,80655, converteram-se os valores de força para Newton. Assim, foi possível dividi-los pelas áreas em que o selante foi aderido e, posteriormente, encontrar sua resistência potencial de aderência à tração. Como os valores são baixos, multiplicou-se o valor da resistência por 1000, para obter-se os resultados em Quilopascal (kPa).

Inicialmente, foram calculadas as áreas (em mm²) em que os selantes foram aderidos, através da Equação 2.

$$A_i = h * C \quad (\text{Equação 2})$$

Na qual:

h: é a profundidade da junta;

C: é o comprimento da junta.

Porém, como o selante foi aderido em duas placas distintas, foi necessário multiplicar-se a área por dois, para encontrar-se a área total.

Na sequência, tendo-se os valores de força, em Newtons, e os valores de área, em milímetros quadrados, calcularam-se os valores de resistência potencial de aderência à tração. Para a comprovação da eficiência da aplicação de *primer*, na melhora da aderência do selante ao substrato, seria necessário que os valores obtidos nas juntas com *primer* fossem maiores que os valores encontrados nas juntas sem *primer*.

Os ensaios de aderência potencial à tração foram feitos para juntas seladas com aplicação de *primer* e sem aplicação de *primer*. Os corpos de prova foram submetidos a tracionamento, conforme apresentado nas Figuras 14 e 15.

Figura 14 - Tracionamento do corpo de prova visto de frente



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 15 - Tracionamento do corpo de prova visto lateralmente



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

A Figura 16 mostra como as amostras ficaram, após a ruptura do selante.

Figura 16 - Ruptura do selante



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

3.2.1 Dimensões das juntas

Ainda no ensaio de resistência potencial de aderência à tração, as amostras foram moldadas com profundidades e larguras diferentes, a fim de verificar-se a influência da forma na aderência do selante. Os corpos de prova foram moldados de duas formas diferentes: quatro amostras de cada selante com 20mm de largura e 10mm de profundidade atendendo-se às especificações mínimas da NBR 13755:2017 (ABNT, 2017), e quatro amostras de cada selante com 10mm de largura e 5mm de profundidade, contrariando-se o mínimo recomendado pela mesma norma, a fim de verificar a se há alguma diferença considerável, nesta forma.

Sendo assim, a área aderida das juntas com 5mm de profundidade é igual a 1.500 mm². A área das juntas, por sua vez, com 10mm de profundidade, é de 3.000 mm².

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos para dureza *Shore A*, a partir da leitura do durômetro digital, estão dispostos a seguir.

Para o selante A, aos 28 dias, a dureza medida para cada uma das amostras está apresentada na Tabela 10.

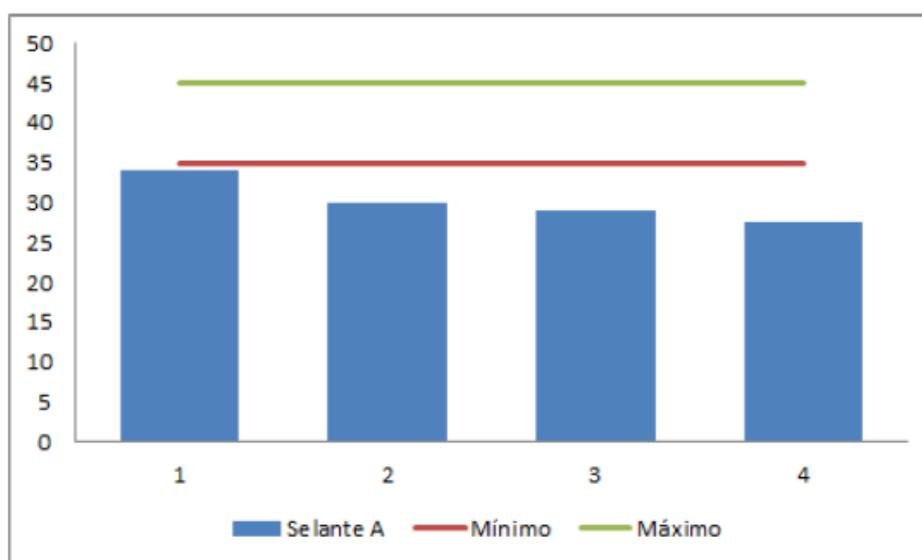
Tabela 10 - Dureza Shore A, selante A

Amostra	Dureza <i>Shore A</i>
1	34
2	30
3	29
4	27,5
Média	30,13

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Segundo o fabricante, a dureza esperada do produto é de 40 ± 5 . Com isso, pode-se verificar que as amostras testadas apresentaram incoerência com o valor encontrado na embalagem do selante, conforme gráfico 1.

Gráfico 1 - Dureza Shore A, selante A



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

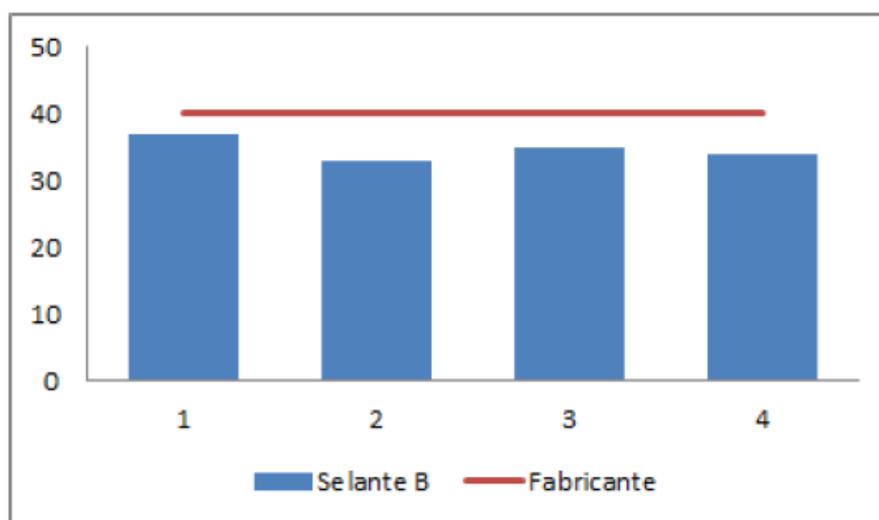
Por sua vez, o selante B, também aos 28 dias, apresentou os resultados listados na Tabela 11.

Tabela 11 - Dureza Shore A, selante B

Amostra	Dureza Shore A
1	37
2	33
3	35
4	34
Média	34,75

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na embalagem do selante, a dureza *Shore A* informada era de 40. Neste caso, os resultados dos ensaios também não estão de acordo com o esperado de acordo com o gráfico 2.

Gráfico 2 - Dureza Shore A, selante B

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Enquanto isso, no selante C, observaram-se os valores contidos na Tabela 12.

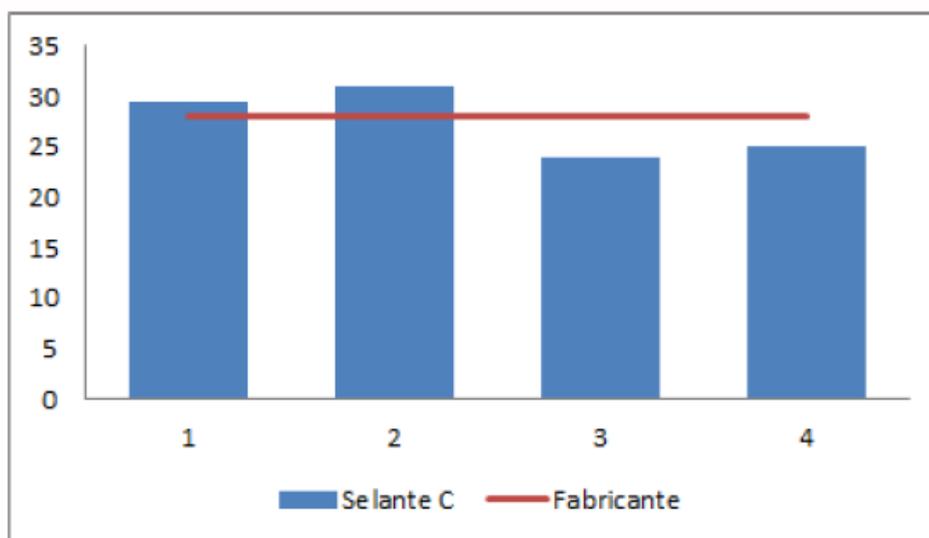
Tabela 12 - Dureza Shore A, selante C

Amostra	Dureza Shore A
1	29,5
2	31
3	24
4	25
Média	27,38

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Portanto, pode-se afirmar que o valor exposto pelo fabricante de 28 é, de fato, o valor atingido pelo material, devido à proximidade dos resultados, o gráfico 3 possibilita o comparativo dos resultados.

Gráfico 3 - Dureza Shore A, selante C



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Levando-se em consideração os resultados obtidos para cada um dos três selantes, é possível observar-se que apenas uma das marcas está de acordo com os valores mencionados em suas embalagens e/ou fichas técnicas.

Após o tracionamento dos corpos de prova, partiu-se para a análise dos valores encontrados para resistência potencial de aderência à tração. Para facilitação do entendimento, as juntas com 5mm de profundidade e 10mm de largura serão denominadas “forma 1”, e as juntas com 10mm de profundidade e 20mm de largura, serão chamadas de “forma 2”. Os valores da carga máxima suportada pelas juntas sem *primer* estão dispostos na Tabela 13.

Tabela 13 - Carga máxima suportada pelas juntas sem *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	P _{média} (Kgf)
A	1	30,58	7,38	27,41	40,06	32,68
	2	31,63	33,74	23,19	35,85	31,10
B	1	20,03	22,14	18,98	25,30	21,61
	2	44,28	42,17	33,74	22,14	35,58
C	1	35,85	36,90	42,17	39,01	38,48
	2	31,63	29,52	22,14	-	27,76

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

É importante salientar que, para a média do selante A, o valor obtido pelo corpo de prova 2 foi desconsiderado, visto seu grande desvio, em relação aos outros resultados. Já no selante C, o corpo de prova 4 rompeu antes mesmo de ser ensaiado. Por este motivo, ele foi desconsiderado, no cálculo da média.

Para as juntas com aplicação de *primer*, a Tabela 14 apresenta os valores de carga máxima suportada por elas.

Tabela 14 - Carga máxima suportada pelas juntas com *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	P _{média} (Kgf)
A	1	31,63	29,52	24,25	33,74	29,79
	2	30,58	28,47	34,79	32,68	31,63
B	1	1,05	3,16	2,24	1,19	1,91
	2	7,38	14,76	3,16	1,05	6,59
C	1	26,36	24,25	30,58	32,68	28,47
	2	44,28	39,01	36,90	31,63	37,96

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Depois de ensaiadas todas as amostras e obtidos todos os valores de carga suportada pelas juntas, os resultados foram multiplicados por 9,80655, para que se convertesse a unidade de quilograma-força para Newton. Na sequência, dividiu-se os resultados pela área aderida – como já mencionado, foi necessário multiplicar o valor de resistência potencial de aderência à tração por 1000, para converter os resultados encontrados, de megapascal para quilopascal.

De modo a facilitar o entendimento, os resultados foram analisados separadamente para cada selante. Finalmente, a Tabela 15 apresenta os resultados

obtidos para a resistência potencial de aderência à tração, para as juntas sem *primer*, do selante A.

Tabela 15 - Resistência potencial de aderência à tração, selante A, sem *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	R _{média} (kPa)
A	1	199,92	48,25	179,20	261,90	213,68
	2	103,39	110,29	75,81	117,19	101,67

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A Tabela 16 dispõe os valores obtidos para as juntas seladas, com selante A e com a aplicação de *primer*.

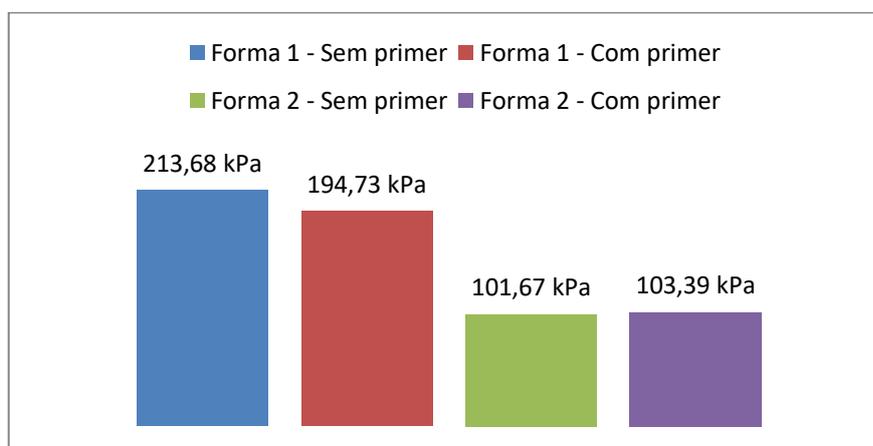
Tabela 16 - Resistência potencial de aderência à tração, selante A, com *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	R _{média} (kPa)
A	1	206,79	192,99	158,54	220,58	194,73
	2	99,96	93,07	113,72	106,83	103,39

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Gráfico 4 apresenta uma relação entre as juntas com e sem *primer*, para o selante A.

Gráfico 4 - Resistência potencial de aderência à tração, selante A



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Através dos resultados atingidos, para o selante A, foi possível perceber-se que, para as juntas com forma de 5mm de profundidade e 10mm de largura, com

primer, a média de resistência foi menor do que para as juntas sem *primer*. No entanto, para a segunda forma, houve um pequeno ganho de resistência potencial de aderência à tração nas juntas, com *primer*.

Para o selante B, os resultados obtidos para as juntas sem *primer* estão exibidos na Tabela 17.

Tabela 17 - Resistência potencial de aderência à tração, selante B, sem *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	R _{média} (kPa)
B	1	130,95	144,75	124,09	165,41	141,30
	2	144,75	137,85	110,29	72,37	116,32

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Já para as juntas seladas com o selante B e com a aplicação de *primer*, os valores estão descritos na Tabela 18.

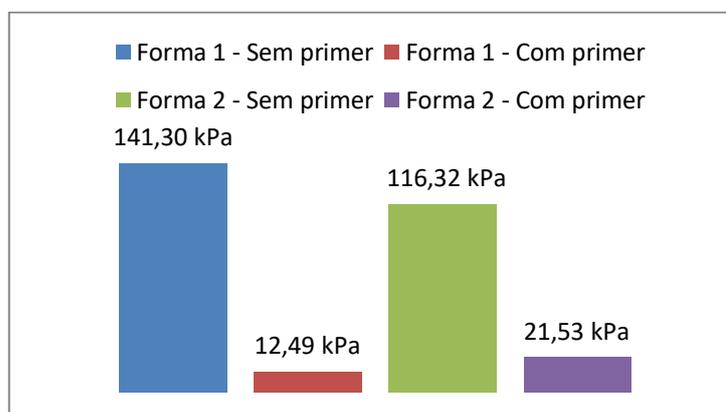
Tabela 18 - Resistência potencial de aderência à tração, selante B, com *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	R _{média} (kPa)
B	1	6,86	20,66	14,64	7,78	12,49
	2	24,12	48,25	10,33	3,43	21,53

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Gráfico 5 correlaciona todos os valores obtidos para resistência potencial de aderência à tração, para o selante B.

Gráfico 5 - Resistência potencial de aderência à tração, selante B



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Após a análise das tabelas e do gráfico acima, foi possível constatar-se uma queda considerável da resistência potencial de aderência à tração, depois da aplicação do *primer*. Isso apesar de o fabricante indicar a utilização dele para melhorar a aderência do selante ao substrato e de o selante ter sido aplicado exatamente conforme recomendado.

Para o terceiro selante analisado, os valores encontrados, após os ensaios para juntas sem *primer*, estão expostos na Tabela 19.

Tabela 19 - Resistência potencial de aderência à tração, selante C, sem *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	R _{média} (kPa)
C	1	35,85	36,90	42,17	39,01	38,48
	2	31,63	29,52	22,14	-	27,76

Elaborada pela autora (2019).

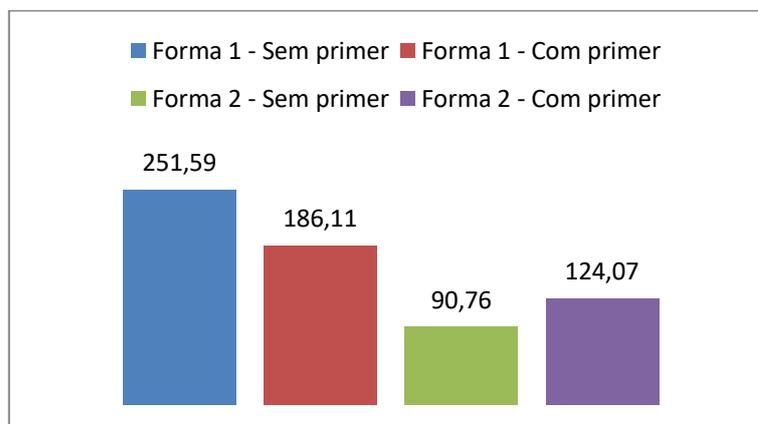
Por fim, os resultados das juntas seladas com o selante C e com o emprego de *primer* são apresentados pela Tabela 20.

Tabela 20 - Resistência potencial de aderência à tração, selante C, com *primer*

Selante	Forma	CP1	CP2	CP3	CP4	R _{média} (kPa)
C	1	26,36	24,25	30,58	32,68	28,47
	2	44,28	39,01	36,90	31,63	37,96

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Gráfico 6 apresenta os resultados obtidos pelo selante C.

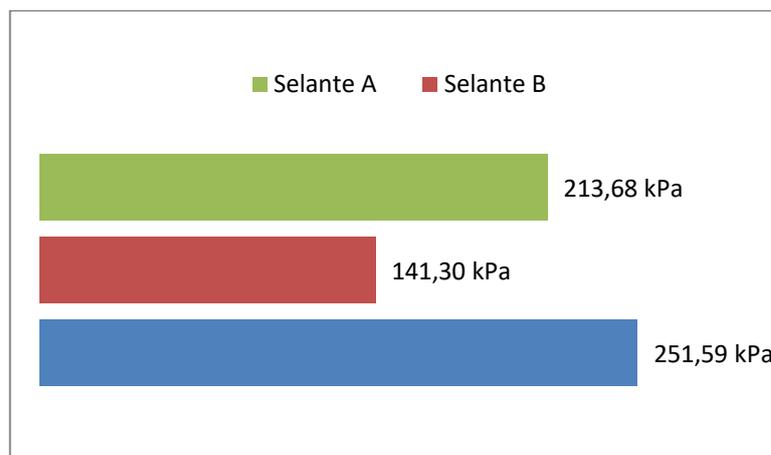
Gráfico 6 - Resistência potencial de aderência à tração, selante C

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A partir dos resultados alcançados pelo selante C, é possível verificar-se um bom aumento na resistência potencial de aderência à tração, nas amostras com *primer*, para as juntas com 10mm de profundidade e 20mm de largura. Isso possibilita afirmar-se que, dentre os 3 selantes testados, o único que realmente atingiu um resultado realmente positivo com a aplicação prévia de *primer* foi o selante C – a apesar de esse valor reduzir para a forma 1.

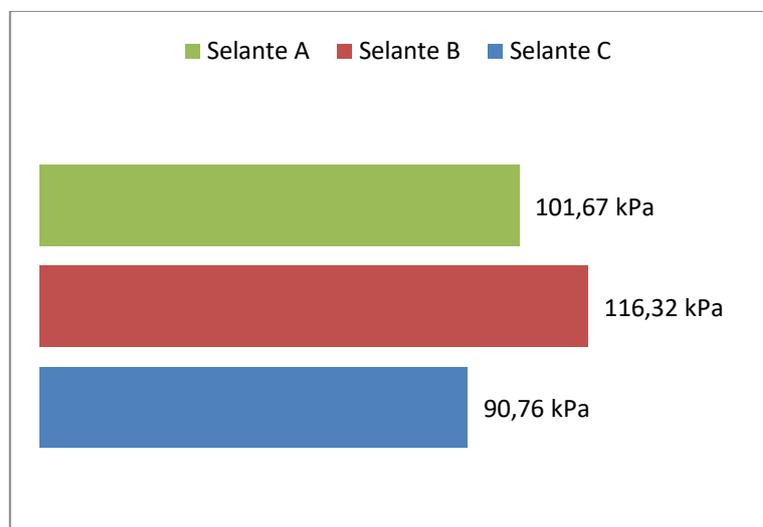
Outro fato a ser observado é que a forma com dimensões reduzidas sofreu queda de resistência potencial de aderência à tração, nas juntas com *primer*, em todos os casos testados.

Para analisar-se a influência da forma na aderência do selante, foram verificados os valores encontrados para a forma 1 e para a forma 2, separadamente. O Gráfico 7 mostra os resultados obtidos para os três selantes, com a forma 1 e sem *primer*.

Gráfico 7 - Forma 1, sem *primer*

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

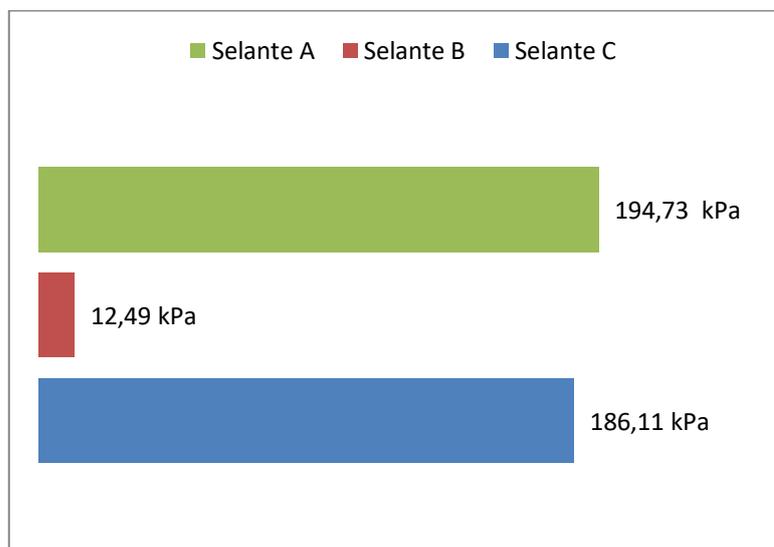
Também para as juntas sem *primer*, os valores de resistência potencial de aderência à tração estão no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Forma 2, sem *primer*

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

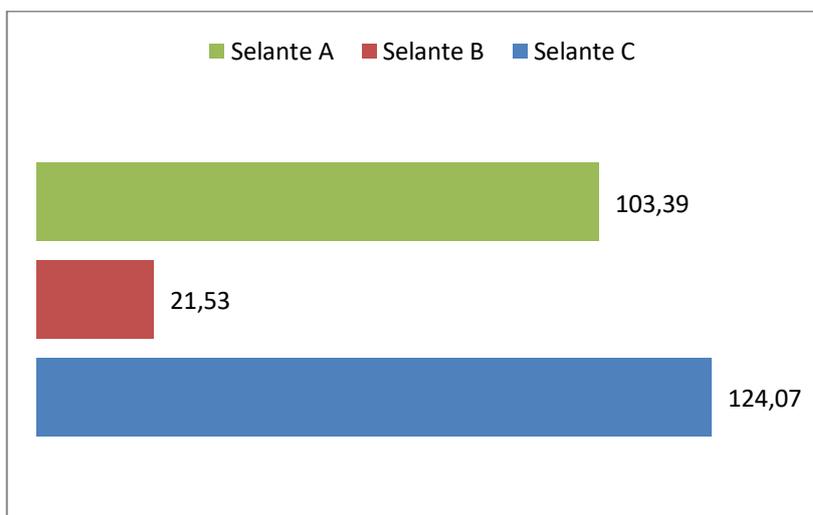
Após analisarem-se os Gráficos 4 e 5, pode-se perceber que, para as juntas com menor profundidade e largura, os valores de resistência potencial de aderência à tração foram superiores, para os três selantes.

Para as juntas com *primer*, os valores encontrados para a forma 1 estão no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Forma 1, com *primer*

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Finalmente, os resultados para a forma 2 nas juntas com *primer* estão apresentados no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Forma 2 com *primer*

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Assim como nas juntas sem *primer*, nas juntas com *primer*, os valores de resistência potencial de aderência à tração foram superiores, para a forma com menores dimensões. Isso com exceção do selante B.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a propriedade da Dureza *Shore A*, os resultados obtidos contrariaram os valores definidos pelos fabricantes, em dois dos três selantes testados. Isso acaba gerando dúvidas quanto à veracidade das outras propriedades expostas nas embalagens e fichas técnicas dos produtos. Outro ponto a ser considerado é que, nos selantes em que o valor de dureza divergiu do especificado pelo fabricante, os resultados foram inferiores ao esperado – nesse caso, o selante seria menos resistente à deformação do que o informado pelo fabricante. No entanto, se tratam de pequenas diferenças, que não viriam a comprometer a qualidade do material, ainda que seja necessário atentar-se para possíveis diferenças consideráveis que possam alterar a qualidade do selante.

Esse fato pode ser observado, também, quanto à melhora da aderência com a utilização de *primer*, para o preenchimento das juntas, visto que a maioria dos resultados não foi satisfatória. Inclusive, é possível verificar-se uma grande redução na resistência potencial de aderência à tração, em um dos selantes, mesmo utilizando-se *primers* de mesmo fabricante de cada selante, julgados compatíveis, e fazendo-se a execução conforme orientação de cada fabricante.

Após a análise de cada selante individualmente, coloca-se em dúvida a qualidade dos materiais encontrados no mercado da construção civil. Isso permite que se perceba o quanto é importante optar-se pelo uso de materiais que possuam certo grau de confiabilidade.

O estudo possibilitou ampliar o conhecimento dentro da área de juntas de movimentação em fachadas com revestimento cerâmico, visto que os ensaios realizados para resistência potencial de aderência à tração para selantes não são normatizados.

Todos os fabricantes indicam a utilização de *primer*, em juntas expostas a situações críticas – como juntas submersas, por exemplo –, garantindo que a aplicação do produto promove melhor aderência do selante no substrato. No entanto, cabe o questionamento acerca de quanto vale a pena o investimento em um produto que pode não proporcionar melhora, na aderência.

Portanto, para os selantes A e B, é possível concluir-se que o *primer* não conferiu melhor aderência, além de, no caso do selante B, reduzi-la significativamente, e, também, não apresentaram valores de dureza *Shore A*

compatíveis com os expostos pelos fabricantes. Já para o selante C, conclui-se que o *primer* pode proporcionar melhor aderência, desde que respeitadas as dimensões mínimas das juntas definidas por norma e que o valor de dureza *Shore A* esteja em concordância com o esperado.

Quanto às dimensões das formas das juntas, os resultados obtidos demonstraram que foi possível atingir melhores valores de resistência potencial de aderência à tração nas juntas com menores dimensões, com exceção apenas de um valor. Portanto, pode-se dizer que a redução da profundidade e largura da junta contribuiu com a aderência do selante, no substrato.

Para posteriores trabalhos, deixo a sugestão de procurar realizar os ensaios de resistência potencial de aderência à tração com corpos de prova que apresentem falhas na execução das juntas. Podem-se testar juntas com superfícies que possam prejudicar a aderência do selante assim, contribuindo ainda mais para um comparativo entre os resultados obtidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13755**: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

_____. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

_____. **NBR 13529**: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

_____. **NBR 15463**: Placas cerâmicas para revestimento — Porcelanato. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2013c.

_____. **NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR 14992**: A.R. - Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1997a.

_____. **NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997b.

_____. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 1997c.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES (ANFACER). **Principais produtores mundiais**. 2019. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/mundial>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

_____. **Manual Setorial de Desempenho**. São Paulo: ANFACER, 2016. 81p.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA N. M. B. **Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico**: estudo de caso de edifícios de Brasília. Brasília: UnB, 2015.

BELTRAME, F. R.; LOH, K. **Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas**. 5. ed. Porto Alegre: ANTAC, 2009.

BORGES, A. C.; MONTEFUSCO, E.; LEITE, J. L. **Prática das pequenas construções**. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1996. 323 p.

CEOTTO, L. H.; BANKUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de argamassas: boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005.

COSTA, Pedro Laranja d'Araújo. **Patologias do processo executivo de revestimentos de fachada de edifícios**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

HORSTH, A. A. *et al.* Patologias nos revestimentos cerâmicos em fachada. **Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde**, Minas Gerais, v. 8, n. 1, p. 27-38, jan./mar. 2018. Disponível em: <<http://www.faculadadedofuturo.edu.br/revista1/index.php/remas/article/download/166/273>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. 28 p.

MENEZES, Romualdo Rodrigues. **Estudo da expansão por umidade e de características cerâmicas correlatadas de placas cerâmicas para revestimento**. 2001. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

NASTRI, S. *et al.* **A Expansão por Umidade (EPU) Revisitada, 20 Anos Depois: Convivendo com a Inevitabilidade da EP**. São Paulo: UFSCar, 2015.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas**. São Paulo: Editora Pini, 2010.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda J. **Ensaio mecânicos de materiais: ensaio de dureza**. São Paulo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2014.

ROSCOE, Márcia Taveira. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. 2008. 81 f. Monografia (Faculdade de Engenharia - Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SABBATINI F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: Diretrizes básicas**. São Paulo: EPUSP-PCC, 2001.

SAKURADA, V. M.; GONZALES, E. F. Análise de projeto executivo de revestimento cerâmico em fachada: estudo de caso em uma edificação em Maringá. **Revista Uningá**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 47-53, jan./mar. 2017. Disponível em: <<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1937>>. Acesso em: 06 nov. 2019.

WEBER SAINT-GOBAIN. **Tudo sobre juntas**. Dezembro, 2017. Disponível em: <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/tudo-sobre-juntas#>>. Acesso em: 14 maio 2019.