VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO À ESTANQUEIDADE DE SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS: APLICAÇÃO DO ENSAIO DE PERMEABILIDADE DO ANEXO "D" DA ABNT NBR 15575 – 4:2013

ORLANDIN, R. S.; PACHECO, F.; CONCEIÇÃO, L. C. S.; SILVA, G. C. S.. TUTIKIAN, B. F.;

Unisinos, mestrando em engenharia civil, engenheiro civil, e-mail: o_rna@hotmail.com
Unisinos, mestranda em engenharia civil, engenheiro civil, e-mail: fernandapacheco.fe@gmail.com
Unisinos, aluno, acadêmico de engenharia civil, e-mail: luisstaudt@hotmail.com
Unisinos, aluna, acadêmica de engenharia civil, e-mail: gisele.catrine@hotmail.com
Unisinos, professor doutor, engenharia civil, e-mail: btutikian@terra.com.br

RESUMO

A Norma brasileira de Desempenho das Construções, a ABNT NBR 15575:2013, estabelece níveis mínimos de desempenho que devem ser obtidos pelos diferentes elementos e sistemas de construção. A quarta parte desta Norma, intitulada Sistemas de Vedações Verticais Internos e Externos, trata do comportamento em uso dos elementos de vedação das habitações, trazendo como objetivo a definição de requisitos, critérios e métodos de avaliação que permitam a mensuração do seu cumprimento. Neste artigo são apresentados os aspectos determinantes para o desempenho quanto à estanqueidade das alvenarias. Para tanto, foram analisadas três vedações verticais com acabamentos distintos e, para verificação do desempenho, utilizado o ensaio referenciado no Anexo D, da norma supracitada. Partindo-se dos resultados obtidos, foi classificado o nível de desempenho das vedações verticais do critério avaliado. Entre as principais conclusões, constatou-se que a parede de alvenaria com volume de água infiltrado mais baixo foi a com acabamento composto por uma demão de textura acrílica e com duas demãos de tinta látex acrílica. Devido à carência de particularizações mais consistentes do ensaio à permeabilidade à água do Anexo D, não foi possível considerar estanques as vedações verticais ensaiadas. Como consequência, são assinaladas algumas sugestões para melhoria.
Palavras chave: Desempenho; Estanqueidade; Permeabilidade; Vedação Vertical.

ABSTRACT

The brazilian Performance of Buildings Standard establishes certain minimum levels of performance to be achieved by the different elements and building systems. The fourth part of this Standard, titled as Internal and External Vertical Sealing Systems and deals with the usage performance of housing sealing elements, bringing as objective, the definition of requirements, criteria and evaluation methods that allow the measurement of its conformity. In this article are presented determinant aspects for the masonry watertightness performance. To put it into practice, three vertical sealings containing different finishes were analyzed and, for performance verification, the referenced test used in Annex D was used, also from the fourth part of the Standard. From the obtained results, it was rated the performance level of the vertical sealings from the evaluated criteria. Among the main conclusions, it was evidenced that the masonry wall with lower volume of water infiltrated was the one composed by one coat of acrylic texture with two coats of acrylic latex paint. Due to the lack of more consistent particularizations about the water permeability test of Annex D, it wasn't possible to consider any of the tested vertical sealings watertight. As a consequence, are highlighted some suggestions for the improvement of the test.

Keywords: Performance; Watertightness; Permeability; Vertical Sealing.

1. INTRODUÇÃO

O consumidor brasileiro está voltando sua atenção à qualidade dos produtos de modo mais intenso ultimamente, e quanto às edificações isto não tem sido diferente. Apresentam-se como fatos que intensificaram essa atenção por parte dos usuários para a busca da qualidade, as falhas que chegaram a causar acidentes recorrentes, a existência de manifestações patológicas, e a falta de desempenho das edificações. A mudança e preocupação dos usuários quanto a estes aspectos, conduziram os construtores a uma maior conscientização relacionada à melhoria e desempenho das edificações.

Em virtude desses fatos, se faz necessário "avaliar uma solução, um componente, um material, em condições de emprego bem definidas" de maneira a se averiguar a satisfação dos requisitos exigidos ao longo da vida útil da edificação. "O que se pretende avaliar é o desempenho, ou seja, o comportamento em uso" (BAUER, 1987, p. 76).

Reygaerts *et al.* (1978 *apud* MEDEIROS *et al*., 1998, p. 126) afirmam que a maioria dos problemas presentes nos edifícios provém da ação das águas. Afirmam ainda, que cerca da metade dos problemas de infiltração (60% do total) ocorre pelas paredes.

Em suma, percebe-se que o comportamento à estanqueidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas são fatores condicionantes e de extrema importância para o desempenho final da edificação como um todo, seja ela térrea ou de múltiplos pavimentos.

Neste contexto, o presente estudo foi conduzido avaliando diferentes sistemas de vedações internas e externas (SVVIE), quanto ao desempenho das alvenarias escolhidas para análise, partindo-se da ABNT NBR 15575-4:2013 - Requisito 10.2 – Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel. Critério 10.2.1 – Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – Áreas molhadas. Este requisito indica como singular método de avaliação, o descrito pelo Anexo D desta mesma parte da Norma. Após a realização dos ensaios, também foi possível analisar o método de verificação de permeabilidade à água, formulando algumas constatações, bem como sugestões ao procedimento.

2. DESEMPENHO À ESTANQUEIDADE DE VEDAÇÕES VERTICAIS

Medeiros *et al.* (1998) comentam que grande parte dos autores apontam a qualidade do projeto como fator principal a tornar uma parede estanque à água, e destacam a qualidade da mão-de-obra, como fator preponderante para uma boa aderência entre a interface bloco/tijolo e a junta de argamassa de assentamento, melhorando a capacidade e o comportamento das vedações verticais em restringir a passagem da água.

Sobre a ocorrência de manifestações patológicas em paredes de alvenaria cita-se a infiltração de água como principal agente causador. A umidade é causadora de diversos problemas que

podem ser verificados na própria alvenaria bem como no sistema de revestimento. Alguns efeitos como corrosão, apodrecimento biológico, lixiviação, eflorescências, entre outros, são causados pelo mecanismo de alternância de molhagem e secagem, que propiciam a diminuição da vida útil dos componentes das vedações verticais (KAZMIERCZAK, 1991).

Segundo Bauer (1987), podem ser reunidas informações através de um levantamento realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) em 36 conjuntos habitacionais e feito um comparativo da incidência de manifestações patológicas nessas edificações. Esta comparação pode ser verificada na Tabela 1.

Tabela 1 – Incidência de manifestações patológicas em edificações, segundo o IPT.

Tipo de edificação	**Idade (anos)**	**Percentual de Manifestações Patológicas**		
		umidade	**trincas**	**descolamento do revestimento**
Térrea	1 a 3	42	29	29
apartamentos	4 a 7	50	25	25
	> 8	37	35	28
apartamentos	1 a 3	52	35	7
	4 a 7	86	14	-
	> 8	82	12	6

Através da análise da Tabela 1, é possível dizer que as edificações mais altas, as quais possuem difícil acesso para manutenção, são mais agredidas por danos no sistema de revestimento, apresentando um percentual superior de manifestações patológicas devido à existência de maiores ações solicitantes das intempéries como o vento, chuva e insolação, aliadas a maior dificuldade de realização dos serviços de revestimento.

2.1 Propriedades gerais dos componentes

Kazmierczak (1991) aponta como uma das principais características das vedações verticais, a sua produção em grande escala. Apesar da sua evolução ao longo dos tempos, estes sistemas continuam apresentando níveis elevados de problemas patológicos, fazendo-se necessário o estudo aprofundado de cada um dos seus componentes. Bauer (1987) completa dizendo que ao que se relaciona aos aspectos fundamentais dos materiais e dos métodos executivos, o requisito estanqueidade é influenciado por inúmeros fatores.

Hattge (2004) alerta que a variação dimensional do tijolo/bloco deve ser levada em conta, pois se existem diferenças maiores, pode haver comprometimento das juntas, apresentando

espessuras irregulares e consequentemente, o revestimento poderá apresentar esta mesma deficiência. Outro fator é a resistência à compressão, visto que muitos construtores consideram como fator de análise da qualidade para a alvenaria. Ainda que a resistência à compressão possa relacionar-se de modo direto com diversas propriedades, quando se trata de estanqueidade, esta característica isolada não se relaciona a garantia de qualidade bons atributos, visto que, se a absorção e a variação volumétrica não forem atendentes às exigências de desempenho, a parede de alvenaria poderá apresentar deficiências.

Todavia, conforme Bauer (1987), as vedações verticais que utilizam tijolos com maior resistência à compressão apresentam resultados melhores no que se refere à estanqueidade. O que realmente ocorre é que, o fato desses substratos cerâmicos possuírem um processo de produção mais controlado e com matéria prima selecionada, acabam por, automaticamente, apresentar níveis de absorção bem menores. Por essas características, a estanqueidade se mostra mais eficiente, mesmo pelo substrato como pela interface argamassa de assentamento/alvenaria, devido às maiores chances de uma boa e extensa ligação.

Em relação a pastas aglomerantes mistas (cimento, cal e areia), Kazmierczak (1991) afirma que sua utilização acarreta em uma maior resistência à fissuração por parte do material, promovendo maior desempenho a estanqueidade. Isto se deve a maior trabalhabilidade do material. A cal nas argamassas de cimento faz com que a pasta apresente uma tensão superficial menor devido à alta capacidade de absorção, podendo inclusive gerar uma camada superficial com índices de até 100% de água.

As alvenarias em contato direto com as águas das chuvas são muito propensas à infiltração. A penetração da chuva acontece na maioria dos casos, por meio de pequenas fissuras no sistema de revestimento, podendo, de acordo com suas características alcançar o substrato. Para que se tenha uma boa resistência a este problema, se faz necessário o correto enchimento das juntas, pois esta é uma das zonas frágeis, e um revestimento realizado corretamente. (BAUER, 1987).

A capacidade de retenção de uma argamassa, bem como sua trabalhabilidade, têm grande influência sobre a estanqueidade das alvenarias. A retenção de água "é inversamente proporcional ao módulo de finura do agregado" estando diretamente relacionada com a tensão superficial da argamassa (KAZMIERCZAK, 1991).

O traço contendo as proporções ideais de componentes para uma argamassa deve ficar em torno de 1:3 (aglomerante: agregados), em medidas volumétricas. Este traço garante um preenchimento completo dos vazios entre os grãos dos agregados. (BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, 1977 *apud* KAZMIERCZAK, 1991).

2.2 Revestimento argamassado

Segundo Bauer (1987), determina-se se o revestimento possui ou não função responsável quanto à infiltração da água em vedações verticais de fachadas de acordo com o entendimento

do tipo de alvenaria utilizada. Ele é considerado como um componente assistencial no quesito estanqueidade da alvenaria. O revestimento argamassado é considerado, pelo mesmo autor, como sendo somente "uma barreira a mais no sentido de se aumentar a resistência à penetração da chuva", desde que não haja problemas como fissurações, descolamentos, ou outros que facilitem a desagregação do mesmo, possibilitando a penetração da água.

De acordo com Cincotto *et al*. (1995 *apud* HATTGE p. 72, 2004), diversos fatores influenciam na permeabilidade do sistema: as características da base, a composição do revestimento argamassado (agregados, teores de aglomerante, relação água/aglomerante).

Perez (1986 *apud* SILVA, p. 71, 2004) afirma que os revestimentos argamassados possuem características limitadas que impossibilitam assegurar a capacidade estanque ao longo da vida útil da alvenaria, pois "[...] a ocorrência de fissuras nas paredes quase sempre implica em fissuras nos revestimentos e mesmo nas pinturas, através das quais haverá a penetração da água".

Desta forma, é necessário que o revestimento argamassado seja capaz de atuar como elemento auxiliar no cumprimento deste requisito, deve ter a habilidade de acomodar pequenas movimentações da base sem apresentar fissuras comprometedoras. Revestimentos de menor espessura conseguem absorver menos deformações, sendo que revestimentos com maiores espessuras podem, da mesma maneira, apresentar fissurações devido aos problemas de retração e aderência elevados (SABBATINI *et al*., 1998).

2.3 Manifestações patológicas

Bauer (1987) alerta que a própria infiltração ou penetração da água em si é considerada uma manifestação patológica, mas também pode dar origem a outros fenômenos de mesma índole. Para não haver desfoque de objetivos do presente trabalho, serão citados rapidamente alguns dos principais mecanismos de possível geração da infiltração da água nas alvenarias:

- Retração da argamassa no estado fresco;
- Movimentações devido à variação de umidade;
- Movimentações térmicas;
- Movimentações estruturais;
- Degradação pela ação de sais solúveis;
- Fissuração devido à dilatação da argamassa.

2.4 Infiltração de água nas alvenarias

Bauer (1987, p.19), alerta que a penetração da água da chuva em alvenarias está relacionada com diversos fenômenos físicos, os quais determinam a incidência de chuvas sobre as paredes, com fenômenos que regem o comportamento dos materiais porosos quando solicitados pela chuva e com aspectos construtivos pertinentes à concepção e construção das paredes (detalhes de projeto, defeitos, componentes, tratamento superficial, etc.).

A infiltração da água é diretamente influenciada pela característica de porosidade e composição das camadas do sistema de revestimento. Superfícies com maior presença de vazios possibilitam a infiltração de água, diferentemente de superfícies com os vazios preenchidos, mais densas. Além disso, Bauer (1987, p. 20) afirma que a incidência de chuva sobre a parede é maior ou menor em função das condições de exposição da parede com relação à chuva, ao vento e a sua orientação.

Sobre esta temática, Kazmierczak (1989 *apud* HATTGES p. 40, 2004) comenta que se faz necessário o acontecimento de três condições para que a água se infiltre nas paredes:

A. Existência de um filme de água;
B. Aberturas que permitam sua passagem;
C. Forças que direcionem sua penetração.

A superfície das vedações verticais externas apresentam: poros, fissuras, rachaduras, interfaces e juntas mal ligadas entre materiais ou elementos. Salienta-se que os materiais de construção civil são em sua maior parte porosos e as aberturas ainda são agravados por defeitos inevitáveis como os das fissuras. Outras aberturas, de origem construtiva, como as juntas de dilatação, quando apresentarem problemas de vedação, também são passíveis da infiltração da água. (BAUER, 1987).

2.5 Pinturas

"O chamado sistema de pintura não deve ser entendido apenas como a tinta de acabamento. O sistema de pintura é composto por fundos e líquidos agressores ao sistema de vedação, massas e, por fim, a tinta de acabamento" (RODRIGUES, 2010 *apud* UEMOTO, 2002, p. 9).

Rodrigues (2010 *apud* Bauer, 1992, p. 643) destaca que, atualmente, existem diversos tipos de tinta para diferentes fins, tintas resistentes ao calor, ao fogo, entre outros. Uma classificação utilizada na construção civil, com finalidade unicamente didática pode ser dividida em:

a) tintas látex;
b) tintas à óleo;
c) esmaltes;
d) tintas a base de cal ou cimento;
e) vernizes;
f) tintas epóxi.

As aplicações de cada tinta variam na indústria da construção civil. Por exemplo, "a tinta látex PVA (formulação em acetato de polivinila) é indicada para as áreas internas da edificação, enquanto a tinta látex acrílica (formulação em acrilonitrila) é indicada para as áreas externas por possuir uma maior resistência á água [...]" (YAZIGI, 2008, *apud* RODRIGUES, 2010, p. 46).

Rodrigues (2010) afirma, então, que o objetivo principal do sistema de pintura, além do efeito estético, é de proteger a superfície, incluindo a proteção contra infiltrações de água, garantindo melhor desempenho à estanqueidade para a alvenaria de vedação.

2.6 Requisito – umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel

De acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013, p. 19), este requisito implica em "não permitir infiltração de água, através de suas faces, quando em contato com áreas molháveis ou molhadas".

De acordo com o CBIC (2013), para o bom entendimento das exigências, é importante entender a diferença entre áreas molháveis e áreas molhadas da edificação, conforme definições da ABNT NBR 15575-3:2013, transcritas a seguir:

✓ Áreas molhadas: áreas da edificação cuja condição de uso e exposição pode resultar na formação de lâmina d'água pelo uso normal a que o ambiente se destina (por exemplo, banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas) (ABNT NBR 15575-3, p. 3);
✓ Áreas molháveis: áreas da edificação que recebem respingos de água decorrentes da sua condição de uso e exposição e que não resulte na formação de lâmina d'água pelo uso normal a que o ambiente se destina (por exemplo, banheiro sem chuveiro, lavabo, cozinha e sacada coberta) (ABNT NBR 15575-3, p. 3).

Dentro deste requisito, o critério a ser analisado é o de **10.2.1** que é explicitado a seguir.

2.6.1 Critério 10.2.1 – estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – áreas molhadas

Para as denominadas áreas molhadas da edificação, a Norma fala que, "a quantidade de água que penetra não deve ser superior a 3 cm³, por um período de 24 h, numa área exposta com dimensões de 34 cm x 16 cm" (ABNT NBR 15575-4:2013, p. 25).

Assim, a Norma oferece como particular método de avaliação o descrito no Anexo D, que foi o ensaio aplicado no presente trabalho.

As Figuras 1 e 2 mostram reproduções esquemáticas da aparelhagem a ser utilizada na realização do experimento.

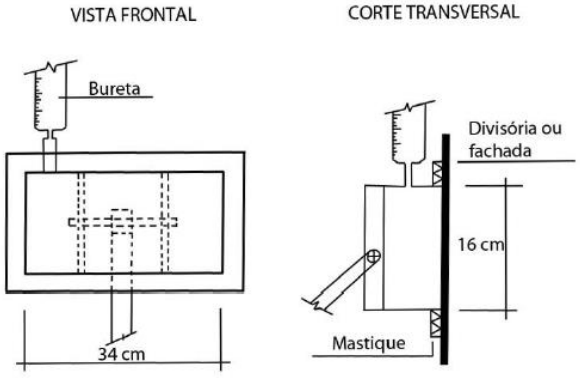

Figura 1 – Vista e corte da câmara para ensaio de permeabilidade de paredes.
Fonte: ABNT NBR 15575-4:2013

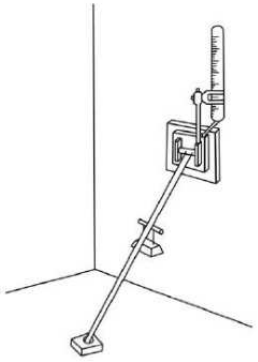

Figura 2 – Ilustração do aparato para ensaio de permeabilidade de SVVIE.
Fonte: ABNT NBR 15575-4:2013

3. PAREDES DE ALVENARIA EXAMINADAS PELO ENSAIO DE VERIFICAÇÃO À PERMEABILIDADE

Foram escolhidas três vedações verticais para análise no ensaio pertinente ao **desempenho à estanqueidade**, todas contendo revestimento argamassado e três tipos de acabamentos diferentes observados na Figura 3:

a) Alvenaria de bloco cerâmico 9 furos com revestimento argamassado e sem acabamento (pintura);

b) Alvenaria de tijolos cerâmicos 21 furos com revestimento argamassado e acabamento com pintura de tinta látex acrílica;

c) Alvenaria de tijolos cerâmicos 21 furos com revestimento argamassado e acabamento com textura acrílica e pintura com tinta látex acrílica.

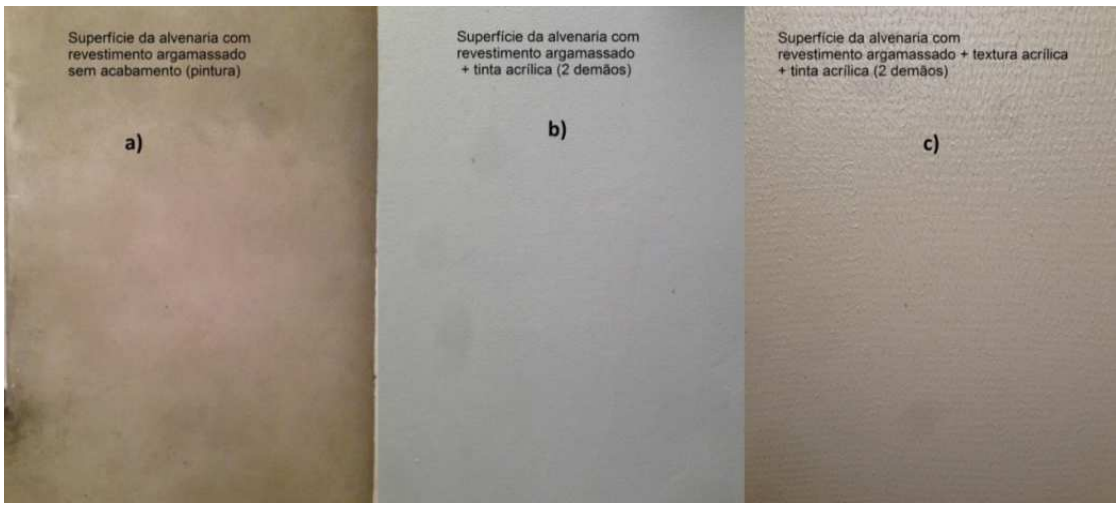

Figura 3 – Vedações verticais analisadas com seus respectivos acabamentos (a), (b) e (c).
Fonte: autores.

3.1 Execução do ensaio de verificação da permeabilidade à água de SVVIE

De acordo com as especificações do anexo D da NBR 15575/2013 – Parte 4, foi construído, através do ITT Performance de São Leopoldo/RS, o aparato para a realização do ensaio. A câmara foi confeccionada em acrílico para melhor visualização do preenchimento com água e monitoramento durante o experimento. A haste metálica de sustentação da câmara possui um gancho no centro, para a suspensão de um contrapeso, visando impedir que a pressão interna da caixa a afaste da parede. Deixa-se claro que a NBR 15575/2013 não faz menção a este contrapeso, unicamente na ilustração, não salientando a massa do mesmo, então, arbitrou-se uma massa de 30 kg a ser aplicada através de anilhas de ferro.

A bureta utilizada, de formato cilíndrico, é graduada em mililitros totalizando um volume de 100 graduações (100 ml), sendo que cada mililitro corresponde a um centímetro cúbico. Como a Norma não indica o nível da coluna d'água para início do ensaio adotou-se a graduação máxima da bureta na marcação equivalente de 100 ml.

Na Figura 4, pode-se visualizar o equipamento antes da selagem e do preenchimento da câmara com água.

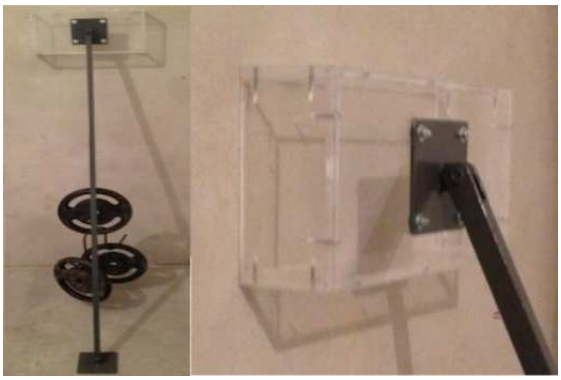

Figura 4 – Equipamento posicionado para a execução do ensaio.
Fonte: autores.

Iniciando-se o experimento, é necessária a fixação do aparato à parede a ser ensaiada, desta forma selam-se as bordas da face aberta da câmara com a parede para impedir o vazamento de água pela interface. O selante utilizado foi à base de poliuretano (PU), comumente utilizado na construção civil em juntas de movimentação. A caixa após a aplicação do selante pode ser visualizada na Figura 5. O mesmo apresentou excelente aderência entre a câmara de acrílico e a parede.

Após passar o tempo de secagem do selante, pode-se começar o ensaio.



Figura 5 – Câmara vedada com selante à base de poliuretano (PU).
Fonte: autores.

Na primeira tentativa de enchimento do aparato com água foi detectado alguns pontos de vazamento nas juntas de acrílico da câmara. A solução para o problema foi o esvaziamento completo da caixa, seguido da selagem adequada dos pontos de saída de água. Feito isso, a câmara foi fixada em novo ponto da parede e selada novamente.

Ao reiniciar o experimento, foi verificada a completa vedação do equipamento, então acoplou-se a bureta ao furo feito sob a câmara. Para o perfeito encaixe e selagem entre os dois foi utilizado um adaptador de borracha, conforme apresentado na Figura 6, garantindo que a bureta tangenciasse o nível d'água dentro da câmara, então a mesma foi preenchida com água dando-se início às medições nos devidos intervalos de tempo prescritos no Anexo D da Norma.



Figura 6 – Detalhe da bureta acoplada sob a caixa e selagem de ponto onde havia vazamento.
Fonte: autores.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir estão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do ensaio de desempenho à estanqueidade sob as alvenarias analisadas. Também são sugeridas algumas melhorias para a NBR 15575/2013 parte 4, no que diz respeito ao ensaio de verificação de permeabilidade à água de SVVIE que é proposto pelo Anexo D.

4.1 Verificação da permeabilidade à água

Os resultados referentes aos ensaios de permeabilidade à água sob os três tipos de acabamentos das vedações verticais analisadas encontram-se expostos na Tabela 2. Na sequência são apresentadas as ocorrências individuais para cada tipo de acabamento.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de estanqueidade das três superfícies analisadas.

Verificação à permeabilidade das vedações verticais ensaiadas				
Superfície	**Intervalo de Leituras (horas)**	**Volume Infiltrado (ml)**	**Ocorrências**	**Critério Mínimo de Desempenho (M)**
Revestimento argamassado (sem pintura)	0,50	92	manchas de umidade	3 ml (= 3 cm³) em 24 horas
	1,00	170	manchas de umidade	
	2,00	300	manchas de umidade	
	4,00	-	manchas de umidade	
	6,00	-	manchas de umidade	
	24,00	-	manchas de umidade	
Revestimento argamassado + tinta látex acrílica (2 demãos)	0,50	3	sem ocorrências	
	1,00	5	sem ocorrências	
	2,00	12	sem ocorrências	
	4,00	32	sem ocorrências	
	6,00	35,5	sem ocorrências	
	24,00	45	sem ocorrências	
Revestimento argamassado + textura acrílica + tinta látex acrílica (2 demãos)	0,50	2	sem ocorrências	
	1,00	4	sem ocorrências	
	2,00	5,5	sem ocorrências	
	4,00	6	sem ocorrências	
	6,00	8	sem ocorrências	
	24,00	16,5	sem ocorrências	

4.1.1 Alvenaria com revestimento argamassado sem acabamento (pintura)

A alvenaria analisada é composta por blocos cerâmicos 9 furos com revestimento argamassado de traço e espessura desconhecidos. Porém, não havia acabamento em tinta ou base seladora.

Conforme a tabela acima é possível notar que o volume de água infiltrada logo no enchimento da câmara já deveria ter ultrapassado os 3 ml máximos admitidos pela norma para obtenção de desempenho mínimo (M).

Os intervalos de leitura foram dispostos e respeitados conforme prescreve a Norma.

Como a bureta utilizada possuía graduação de 100 ml, logo após a primeira leitura (0,5 h), a mesma teve que ser preenchida novamente até a marcação de início das medições (100 ml, topo da bureta) para dar continuidade ao ensaio. O mesmo aconteceu no intervalo de uma e duas horas, então decidiu-se parar as leituras devido à grande quantidade de água absorvida pela alvenaria, estando muito além do aceito pelo critério de desempenho da NBR 15575/2013 - parte 4. Porém, deu-se continuidade à observação de ocorrências (manchas de umidade) até o prazo final do ensaio (24 horas), como mostra a montagem fotográfica na Figura 7.



Figura 7 – Aparição e evolução de manchas de umidade no decorrer do ensaio.
Fonte: autores

Pode-se perceber, que após 0,5 horas do início do ensaio, a ocorrência de uma mancha de umidade acima da câmara devido à grande infiltração de água, aumentando e expandindo-se para todas as direções com o passar do tempo, até o término do experimento, após 24 horas.

A seta vermelha na última imagem índica o nível d'água depois de transcorrido o tempo total do ensaio.

4.1.2 Alvenaria com revestimento argamassado e pintura de tinta látex acrílica (2 demãos)

Diferentemente da vedação vertical externa anterior, esta é confeccionada em tijolos cerâmicos de 21 furos, com espessura de revestimento argamassado e traço dos mesmos desconhecidos. Entretanto, seu acabamento foi feito com 2 demãos de tinta látex acrílica, o que certamente assegurou seu melhor desempenho ao teste de verificação à permeabilidade

d'água (ver Tabela 2), ainda que insuficiente para garantir a classificação de nível (M) mínimo de desempenho pelo critério da NBR 15575/2013 - Parte 4. A figura 8 a seguir apresenta imagens alusivas a realização do ensaio.



Figura 8 – Detalhe da câmara 24 horas depois do início do ensaio (esq.) e superfície depois da retirada do equipamento (dir.) sem ocorrências de umidade.
Fonte: autores

4.1.3 Alvenaria com revestimento argamassado e textura acrílica (1 demão) e pintura de tinta látex acrílica (2 demãos)

Por sua vez, a última vedação vertical experimentada também possui como substrato tijolos cerâmicos de 21 furos com revestimento argamassado de espessura e traço desconhecidos.

O acabamento desta alvenaria foi realizado com uma demão de textura acrílica acompanhada de duas demãos de tinta látex acrílica.

Conforme Tabela 2, é possível dizer que esta vedação vertical externa foi a que mais se aproximou do máximo admitido pela Norma para enquadramento no nível mínimo (M) de desempenho. A seguir, a Figura 9 aponta a realização do ensaio.



Figura 9 – Detalhe da câmara 24 horas depois do início do ensaio (esq.) e superfície após retirada do equipamento (dir.) sem ocorrências de manchas de umidade.
Fonte: autores

5. CONCLUSÕES

Considerando o referencial bibliográfico disponível na literatura, pode-se dizer que foi possível desenvolver de forma sucinta, porém adequada, os requisitos referentes a desempenho à estanqueidade dos sistemas de vedações verticais.

Posteriormente a realização dos ensaios, pode-se fazer algumas constatações e sugerir melhorias para a NBR 15575-4:2013. As sugestões são:

a) *especificar claramente o critério de desempenho para avaliação,* pois o Anexo D não apresenta critério particular, fazendo com que os resultados ultrapassassem facilmente logo nos primeiros intervalos de leitura, o nível máximo de volume infiltrado admissível referido pela Norma para estanqueidade de "áreas molhadas".

b) *assegurar o método de fixação da bureta à câmara,* onde a Norma se contradiz quando especifica que a bureta deve tangenciar o nível d'água dentro da câmara, mas diferentemente demonstra na ilustração do Anexo D;

c) *especificar o contrapeso e a fixação ao solo da haste;*

d) *indicar o nível da coluna d'água para o início do ensaio.*

No que diz respeito à realização do ensaio de verificação à permeabilidade à água sob a superfície das alvenarias examinadas, não foi plausível afirmar que as mesmas são estanques, pois quando utilizado o ensaio proposto pelo Anexo D da NBR 15575-4: 2013, o mesmo ainda não possui seus equipamentos e parâmetros iniciais padronizados, tampouco transparece de forma clara, o critério para verificação do nível de desempenho para os SVVIE. De qualquer maneira, fica evidente através dos resultados obtidos, a importância dos acabamentos com tintas e/ou texturas acrílicas para conferir aos sistemas de vedações verticais um melhor desempenho à infiltração de água. Entretanto, a utilização única de revestimento argamassado como acabamento final, não é satisfatória e suficiente para melhorar a capacidade estanque das alvenarias.

6. AGRADECIMENTOS

Ao professor doutor Bernardo Fonseca Tutikian por ter contribuído na orientação e desenvolvimento deste artigo. E ao Instituto Tecnológico de Desempenho e Construção Civil (ITT Performance), por ter disponibilizado a sua infraestrutura e equipamentos para a realização dos ensaios desenvolvidos neste trabalho acadêmico.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 15575: desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – parte 1: requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

___NBR 15575: desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – parte 4: sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BAUER, Elton. **Resistência à penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos: uma análise de desempenho**. 188 f. 1987. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 1987.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** 302 f. 2013. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Fortaleza: Gadiolli Cipolla Comunicação, 2013.

HATTGE, Alex Fabiano. **Estudo Comparativo Sobre a Permeabilidade das Alvenarias em Blocos Cerâmicos e Alvenarias em Blocos de Concreto**. 138 f. 2004. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2004

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza; GREVEN, Hélio Adão. **Desempenho de alvenarias de materiais cerâmicos: análise de fatores condicionantes**. Estudos Tecnológicos: Engenharia, São Leopoldo , v. 14, n. 9/10 , p. 17-60, 1991.

RODRIGUES, Alex Hespanhol. **Estanqueidade de alvenaria revestida com diferentes argamassas e acabamentos: aplicação da NBR 15575/2008**. 2010. 72 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2010.

SABBATINI, Fernando Henrique; DE BARROS, Mercia Maria Bottura; MEDEIROS, Jonas Silvestre; FRANCO, Luis Sérgio. Vedações Verticais. **In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1**., 1998, São Paulo. Anais... São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, EPUSP/PPC, 1998. 308 f.

SILVA, Margarete Maria de Araújo. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.– Sistematização da Incidência de Casos.** 2010. 178 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Publicação E.DM-001A/10, Departamento de Engenharia Civil de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 2003.