

Avaliação de desempenho de sistema de vedação vertical de blocos de concreto de RCD

Performance evaluation of vertical sealing system of RCD concrete blocks

Gabriel Schaan Chiele

FGV | Porto Alegre | Brasil | gabrielchiele@gmail.com

Luciani Somensi Lorenzi

UFRGS | Porto Alegre | Brasil | luciani.lorenzi@gmail.com

Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

UFRGS | Porto Alegre | Brasil | lcarlos66@gmail.com

Resumo

A incorporação de novos sistemas construtivos no mercado brasileiro é realizada para assegurar a qualidade e desempenho dos mesmos, sendo fundamental que seja avaliado o atendimento aos requisitos dos usuários das edificações. No presente trabalho se apresentou a avaliação da qualidade dos componentes e da avaliação do desempenho do sistema de vedação vertical externo (SVVE), composto por blocos de concreto fabricados com Resíduos de Construção e Demolição. Elaborou-se um planejamento experimental incorporando as áreas temáticas de segurança estrutural e durabilidade, com a realização de ensaios de impacto de corpo mole e corpo duro, solicitação quanto a resistência de peças suspensas e ação de calor e choque térmico. Os resultados encontrados indicam que o sistema ensaiado apresenta potencial desempenho para a área de segurança estrutural e durabilidade frente as exigências estabelecidas na ABNT NBR 15575-4.

Palavras-chave: Desempenho, Ensaios, Sistema de vedação, RCD

Abstract

The incorporation of new construction systems in the Brazilian market is carried out to ensure their quality and performance, and it is fundamental that the fulfillment of the requirements of the users of the buildings be evaluated. This work presents the evaluation of the quality of the components and the evaluation of the performance of the external vertical sealing system (SVVE) composed of concrete blocks manufactured with Construction and Demolition Waste. An experimental plan was prepared incorporating the thematic areas of structural safety and



Como citar:

CHIELE, G. S.; LORENZI, L. S.; SILVA FILHO, L. C. P. Avaliação de desempenho de sistema de vedação vertical de blocos de concreto de RCD. TECSIC 2023. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS, 23 e 24 AGO 2023, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 52-58.

durability with the performance of soft-body and hard-body impact tests, requests regarding the resistance of suspended parts and heat and thermal shock action. The results found indicate that the tested system presents a potential performance in the area of structural safety and durability in view of the requirements established in ABNT NBR 15575-4.

Keywords: Performance, Rehearsal, Sealing System, RCD.

INTRODUÇÃO

O aumento da incorporação de novas tecnologias na construção civil exige a execução de ensaios de desempenho para validação das soluções construtivas. Afirma a doutora Luciani que “estão promovendo mudanças significativas na concepção de edificações e na quebra de paradigmas em relação à avaliação de desempenho de sistemas construtivos” (LORENZI, 2013, p. 1). É necessário avaliar aspectos em relação à habitabilidade e sustentabilidade, tais como estanqueidade à água, conforto térmico e acústico, durabilidade e manutenibilidade a fim de avaliar o comportamento em uso da edificação e seus sistemas, atendendo a requisitos da ABNT NBR 15575-1 (2021).

O mercado da construção civil gera Resíduos de Construção e Demolição (RCD) causando impactos ambientais negativos, sendo uma das alternativas a reciclagem destes resíduos e reutilização na fabricação de blocos de concreto. Os estudos de MESQUITA (2015) e GOMES (2018) asseguram a utilização dos resíduos da construção civil nos blocos de concreto, que são utilizados em substituição aos agregados naturais. Além disso, a reutilização de RCD reduz o consumo de areia natural e torna a produção de novos produtos com menor custo, uma vez que o agregado reciclado substitui o agregado natural.

Dessa forma, a presente pesquisa avalia o desempenho de Sistema de Vedação Vertical (SVVIE) composto por blocos de concreto fabricados a partir do reaproveitamento de RCD, com foco nas exigências quanto à segurança estrutural e sustentabilidade, estabelecidas na ABNT NBR 15575 – Desempenho de Edificações (2021). Os blocos utilizados na pesquisa foram produzidos na Cooperativa de Transformação Sócio Ambiental (CTSA), entidade assessorada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que certificou o produto em acordo com a ABNT NBR 6136 (2016).

METODOLOGIA

Neste tópico apresenta-se a metodologia adotada para avaliar o SVVIE constituído por blocos de concreto de RCD em relação ao seu desempenho. A construção dos corpos de prova em escala real e os ensaios foram realizados no LEME da UFRGS, seguindo as exigências de segurança estrutural e sustentabilidade, que constam na ABNT NBR 15575-4 (2021). Adotou-se corpo de prova com medidas de 1,20 x 2,50m para a realização dos ensaios.

CARACTERIZAÇÃO DO SVVIE

O sistema de vedação vertical avaliado possuiu como componentes: bloco vazado de concreto, argamassa de assentamento, argamassa de reboco.

O bloco de concreto é caracterizado, segundo a ABNT NBR 6136 (2016), como Classe C – com ou sem função estrutural para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo. Possui dimensões de 14 cm x 19 cm x 39 cm com furos na vertical. A equipe adotou o traço 1:2,4:2,8 (cimento: agregado graúdo: areia) e relação água/cimento de 0,4. O agregado reciclado é constituído majoritariamente por materiais classificados como Classe A1, segundo a Resolução 307/2002 do CONAMA.

ENSAIOS SISTEMA - SVVIE

Os ensaios têm por objetivo atender aos requisitos de segurança estrutural, habitabilidade e durabilidade da ABNT NBR 15575-4 (2021). Em relação a segurança estrutural, realizou-se ensaios no SVVIE com o objetivo de verificar os seguintes requisitos: capacidade de suporte para peças suspensas, resistência a impactos de corpo mole e resistência a impactos de corpo duro. Por fim, para o requisito de sustentabilidade executou-se o ensaio de ação de calor e choque térmico.

RESULTADOS

Neste tópico, apresenta-se os resultados obtidos nos ensaios experimentais para os requisitos de segurança estrutural e sustentabilidade.

SEGURANÇA ESTRUTURAL

Para este estudo, realizaram-se os ensaios de impacto de corpo mole, impacto de corpo duro e solitação de peças suspensas. Abaixo apresenta-se a Tabela 03 que contém os resultados do ensaio de impacto de corpo mole.

Tabela 03: Resultado do ensaio de impacto de corpo mole

Energia (J)	Altura equivalente (cm)	dhi (m)	dhr (m)	Descrição de danos
60	15	1,45	0,00	Nenhuma ocorrência
120	30	1,90	0,00	Nenhuma ocorrência
180	45	3,40	1,90	Nenhuma ocorrência
240	60	4,25	2,20	Nenhuma ocorrência
360	90	-	-	Nenhuma ocorrência
480	120	-	-	Nenhuma ocorrência
720	180	-	-	Fissura horizontal
960	240	-	-	Ensaio foi interrompido pelo aparecimento de fissuras horizontais transversais no impacto com energia de 720 J.

Fonte: o autor

A energia máxima para SVVIE sem função estrutural é 480J, no qual o comportamento do corpo de prova ficou dentro do critério de não ocorrência de ruína, conforme estabelece a ABNT NBR 15575-4 (2021). O ensaio seguiu para verificar o comportamento do corpo de prova em energias mais elevadas, constatou-se que para energia de 720J correram duas fissuras transversais ao corpo de prova, bem como ocorreu uma falha localizada em uma pequena região, pois houve deslocamento do

revestimento na face interna do elemento. Assim, interrompeu-se o ensaio, devido às fissuras colocarem em risco o equipamento do ensaio e o entorno.

Ao analisar os resultados do ensaio, frente ao deslocamento horizontal instantâneo (dhi) e residual (dhr), observou-se que para energia de 240J o resultado foi de, respectivamente, 4,25 mm e 2,20 mm. Ambos os resultados ficaram abaixo do limite estabelecido na ABNT NBR 15575-4 (2021), onde $dhi \leq 20$ mm e $dhr \leq 4$ mm. Além disso, não se evidenciou nenhuma ocorrência de falha no corpo de prova representativo do SVVIE. Para as demais energias de 360J e 480 J não houve ocorrência de ruína.

Abaixo, apresenta-se a Tabela 04 que contém os resultados do ensaio de impacto de corpo duro.

Tabela 04: Resultado do ensaio de impacto de corpo duro

Identificação do corpo duro (g)	Altura equivalente (cm)	Impactos	Profundidade das mossas (mm)	Descrição de sinais de falhas
500	75	1	0,50	Sem danos
		2	0,90	Sem danos
		3	0,85	Sem danos
		4	1,10	Sem danos
		5	1,05	Sem danos
		6	1,05	Sem danos
		7	0,65	Sem danos
		8	0,65	Sem danos
		9	1,00	Sem danos
		10	0,75	Sem danos
1000	200	1	1,15	Sem danos
		2	2,15	Sem danos
		3	1,95	Sem danos
		4	1,55	Sem danos
		5	1,80	Sem danos
		6	2,50	Sem danos
		7	1,90	Sem danos
		8	1,50	Sem danos
		9	1,40	Sem danos
		10	1,50	Sem danos

Fonte: o autor

Realizou-se a medição das profundidades das mossas para as energias de 3,75 J e 20J. Para energia de 3,75 J não houve falhas e a maior profundidade de mocha foi de 1,10 mm, abaixo do limite $\leq 2,0$ mm. O sistema é aceitável quanto ao requisito de resistência a impactos de corpo duro, visto que apresentou desempenho superior quanto ao atendimento dos critérios da tabela 04 da ABNT NBR 15575-4 (2021).

SOLICITAÇÃO DE PEÇAS SUSPENSAS

Durante a execução do ensaio de solicitação de peças suspensas verificou-se deslocamentos horizontais instantâneos (dh) satisfatórios, uma vez que se obteve resultados menores que 5 mm. Conforme requisitos da ABNT NBR 15575-4 (2021), o dh precisa atender a condição descrita na Equação 01:

$$dh \leq h/500 \quad \text{Eq 01.}$$

Assim, observa-se na Tabela 05 os valores obtidos de dh para cada carregamento nos ensaios realizados nos corpos de prova. Apesar dos resultados satisfatórios de

deslocamento horizontal, observou-se o escorregamento do sistema bucha-parafuso antes permanência de 24h com o carregamento de 800N em ambos os casos. O CP nº01 não atendeu a 24 horas de carregamento com 800 N, já o CP nº02 atendeu ao carregamento de 24 horas com 800N. Entretanto, ambos tiveram o ensaio finalizado frente ao escorregamento e arrancamento do dispositivo de fixação. Os resultados que apresentam valores negativos representam deslocamentos do sistema no sentido inverso.

Tabela 05: Resultados do ensaio de solicitação de peças suspensas

Peso (N)	CP nº01	CP nº02
0	0,00	0,00
100	0,06	0,01
200	0,09	0,01
300	0,09	-0,01
400	0,08	0,99
500	0,08	-0,07
600	0,07	-0,05
700	0,03	-0,05
800	0,02	-0,05
800 (após 24h)	-	-

Fonte: o autor

A referência ou posição "0" é a posição do relógio analógico comparador instalado na parede antes do carregamento. Após o carregamento, os relógios avançam ou retornam de sua posição inicial, sendo o avanço registrado com o sinal negativo e o retorno com o sinal positivo.

O SVVIE teve desempenho insatisfatório para a carga de 800N, carga estabelecida na ABNT NBR 15575-4 (2021) para o nível de desempenho mínimo para um SVVIE, tanto para o CP nº01 e CP nº02. Entende-se que o SVVIE ensaiado tem desempenho satisfatório para carga total de 400N ou 200 N por ponto.

SUSTENTABILIDADE

A Tabela 08 apresenta os resultados do ensaio de choque térmico. Em cada ciclo, para fins de nomenclatura, Dhi é o deslocamento horizontal instantâneo medido após 45 minutos da estabilização da temperatura em 80 ± 3 °C; Dhr é o deslocamento horizontal residual medido após o resfriamento da parede a temperatura de 20 ± 5 °C; e, Dh é o deslocamento horizontal total sofrido pela parede a cada ciclo.

Tabela 08: Resultados do ensaio de choque térmico

Ciclos	Dhi (m)	Dhr (m)	Dh (m)
01	1,35	1,00	0,35
02	1,48	1,06	0,42
03	1,14	1,25	-0,11
04	1,54	1,25	0,29
05	1,53	1,33	0,20
06	1,71	2,55	-0,84
07	1,40	1,67	-0,27
08	1,17	0,79	0,38
09	1,56	0,11	1,45
10	1,51	1,03	0,48

Ao observar a Tabela 08, nota-se que o deslocamento instantâneo máximo foi de 1,71mm no ciclo nº 06. Conforme recomendações da ABNT NBR 15575-4 (2021), a qual especifica que o deslocamento máximo instantâneo permitido é de 8,0 mm, conclui-se que os deslocamentos estão dentro do limite.

Observou-se a ocorrência de uma fissura com espessura de 0,2 mm após a realização do ciclo nº 10, o que não é permitido conforme a norma técnica. No entanto, a fissura não gerou deslocamento do reboco e consequências visuais mais graves no corpo de prova. Não se identificou infiltração de água no corpo de prova ao repetir o ensaio de estanqueidade à água após a execução dos 10 ciclos do ensaio de choque térmico, mesmo com a ocorrência da fissura.

CONCLUSÃO

Com o trabalho demonstrou-se uma solução construtiva alternativa para o mercado da construção civil, sendo o uso de blocos de concreto produzidos com RCD.

No ensaio de impacto de corpo mole, verificou-se desempenho superior do SVVIE pela não ocorrência de ruína na energia de impacto igual a 480J. Na energia de impacto igual a 240J, os resultados de deslocamento instantâneo (dhi) e deslocamento residual (dhr) foram, respectivamente, de 4,25 mm e de 2,20 mm. No ensaio de impacto de corpo duro observou-se desempenho superior do SVVIE para as energias de impacto de 3,75J e 20J. Por último, o ensaio de solicitação de peças suspensas apresentou resultados insatisfatórios para a carga de 800N com a utilização das buchas do tipo FU e UX 8mm. Em ambos os casos houve escorregamento e arrancamento do dispositivo de fixação, pois não ocorreu engastamento da solução no bloco de concreto.

Em relação ao requisito de sustentabilidade, verificou-se o deslocamento máximo instantâneo de 1,71 mm, sendo menor ao máximo permitido, neste caso equivalente a 8mm. Após o ensaio de choque térmico, realizou-se novamente o ensaio de estanqueidade à água e não ocorreram infiltrações acima da taxa permitida.

Em suma, com a presente pesquisa se o desempenho do SVVIE, obtendo alguns resultados que atendem aos requisitos mínimos da norma técnica. Com estes resultados, forneceu-se as informações técnicas para orientação a construtores e usuários da edificação para o seu melhor desempenho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: blocos vazados de concreto simples para alvenaria - requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

_____. **NBR 15575-1**: edificações Habitacionais – desempenho - parte 1 - requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

_____. **NBR 15575-4**: edificações Habitacionais – desempenho - parte 4 - requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

GOMES, Camila Lacerda. et al. Concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição e adições minerais: uma análise bibliográfica. **Revista Matéria** [online], v. 24, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rm/article/view/28998>>. Acesso em: 5 out. 2022.

LORENZI, Luciani Somensi. **Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABNT NBR 15575 (2013) para edificações habitacionais de interesse sociais térreas**. Porto Alegre, 2013. 245 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MESQUITA, L. C.; AZEVEDO I. C. A. D.; CNDIDO, E. S.; CATHOUD, G. A. **Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação**. v.10, no.3, p. 30-40, [recurso eletrônico], Goiânia: Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec>>. Acesso em: 24 set. 2018.