



XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

IMPACTO DA APLICAÇÃO DA ABNT NBR 15575 PARA OS PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

LORENZI, Luciani Somensi (1); SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto (2)

(1) UFRGS, (51) 3308-3900, e-mail: luciani.lorenzi@gmail.com (2) UFRGS, e-mail: lcarlos@gmail.com

RESUMO

A construção civil brasileira encontra-se num período de grandes transformações. Um das razões está associada com a homologação da ABNT NBR 15575 (2013), destacando-se a avaliação de desempenho de edificações, fato novo para o Brasil. Esse cenário é propício para disseminar e aplicar o conceito de desempenho na concepção de edificações e, por consequência, melhorar a qualidade dos projetos. Diante desse contexto, este trabalho tem por objetivo mostrar as melhorias e modificações realizadas nos projetos e protótipos de edificações após a avaliação de desempenho de seus sistemas construtivos conforme a ABNT NBR 15575 (2013). O presente estudo de caso é constituído por edificações habitacionais de interesse social (HIS) térreas que, no momento atual, incorpora novas tecnologias aos sistemas construtivos. Foram selecionadas para o estudo de caso quatro edificações HIS térreas constituídas de sistemas de vedações verticais externas (SVVE) inovadores. Para a avaliação de desempenho dos SVVE utilizou-se o método de ensaio experimental para avaliar os requisitos de segurança estrutural e habitabilidade. Os resultados dos ensaios de impacto de corpo mole (estrutural) e de estanqueidade à água da chuva (habitabilidade) indicaram a necessidade de intervenção nos protótipos de forma a atender aos requisitos de desempenho da ABNT NBR 15575 (2013). As intervenções propostas foram implementadas com resultado satisfatório e, por consequência, os projetos foram alterados. Com o estudo foi possível concluir que a avaliação de desempenho por meio de ensaios experimentais proporciona conhecimento prévio do comportamento em uso de SVVE e contribui significativamente para a melhoria da qualidade do projeto. Outra conclusão percebida neste trabalho diz respeito ao início de um novo processo de concepção de edificações habitacionais: a concepção “por desempenho”.

Palavras-chave: avaliação de desempenho, melhoria da qualidade de projeto, edificações habitacionais.

ABSTRACT

The Brazilian construction industry is in a period of great change. One of the reasons is associated with the approval of ABNT NBR 15575 standard (2013), highlighting the performance evaluation of buildings, something new in Brazil. This scenario is conducive to disseminate and apply the concept of performance in the design of buildings and consequently improve the quality of projects. Given this context, this work aims to show the improvements and modifications in the designs and prototypes of buildings after the performance evaluation of its systems according to ABNT NBR 15575. This case study consists of social housing (HIS) that incorporate new building technologies for its systems. We've selected for the case study four ground floor buildings constructed with innovative vertical external sealing systems (SVVE). For the performance evaluation of SVVE we've used the experimental testing method to assess the requirements of structural safety and habitability. The results of the soft body impact testing (structural) and water tightness testing (habitability) indicated the need for intervention in the prototypes in order to meet the performance requirements of ABNT NBR 15575(2013). The proposed interventions were implemented with satisfactory results and therefore there was an improvement in projects. The studied SVVE were considered adequate for the parameters adopted by ABNT NBR 15575. In this study it was concluded that the performance evaluation through experimental testing provides prior knowledge of the behavior of SVVE in use and contributes significantly to improve the quality of design. Another conclusion implicates in a new process of designing residential buildings: a design "by performance".

Keywords: performance evaluation, quality improvement project, residential buildings.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, até recentemente, não dispunha de uma sistemática de avaliação de desempenho para caracterizar o comportamento em uso das edificações. Esse cenário começou a mudar com a criação e homologação da ABNT NBR 15575 (2013) que tem na sua concepção a filosofia de avaliar o desempenho de sistemas construtivos de edificações habitacionais. A avaliação de desempenho tem por objetivo conhecer previamente o comportamento em uso de componentes, elementos e sistemas construtivos que compõem as edificações.

No intuito de padronizar à avaliação de desempenho a ABNT NBR 15575 (2013) contém uma síntese de métodos de avaliação, subdivididos em grandes grupos: análise de projeto, simulações, ensaios e inspeções técnicas. Para Lorenzi (2013) a definição de qual ou quais métodos utilizar está ligada ao tipo de resultado que se quer obter, sendo, por vezes, necessário combiná-los para se obter um melhor resultado.

Desta forma, o Brasil encontra-se num momento de consolidação da avaliação de desempenho, recomenda pela ABNT NBR 15575 (2013), com especial atenção ao método de ensaios de desempenho, que visa o conhecimento prévio do comportamento em uso dos sistemas construtivos que compõem as edificações. Lorenzi (2013) relata que, dentre os métodos de avaliação, o método de ensaios tem papel de destaque, visto que avalia o produto (componente, elemento e sistema construtivo) em sua utilização ao simular condições de exposição em protótipos (escala reduzida ou real), podendo ser realizado em laboratório ou e campo.

Diante destes aspectos, este trabalho explora a hipótese de que a realização da avaliação de desempenho de sistemas construtivos, por meio de ensaios, aprimora e impulsiona a melhoria da qualidade do projeto de edificações habitacionais. Isso ocorre em função de que as informações obtidas nos resultados dos ensaios podem indicar a necessidade ou não de modificações nos projetos, para que os mesmos atendam às exigências de desempenho, adotadas na ABNT NBR 15575 (2013).

Tendo como base o exposto acima, o objetivo deste trabalho é identificar e apresentar as melhorias realizadas nos projetos de edificações habitacionais que ocorrem após a avaliação de desempenho, por meio dos ensaios recomendados na ABNT NBR 15575 (2013). Algumas limitações se fazem necessárias para viabilizar a realização deste trabalho:

- a amostra é composta por edificações habitacionais de interesse social (HIS) térreas, que, por possuir um elevado peso no mercado imobiliário, é aquela que, no atual momento, está a incorporar novas tecnologias aos sistemas construtivos;
- o estudo de caso é formado por quatro edificações HIS térreas compostas por sistemas de vedações verticais externas (SVVE) inovadores;
- os ensaios selecionados para serem aplicados nos SVVE inovadores estão adequados a capacidade do Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2 DESEMPENHOS DE EDIFICAÇÕES

O conceito de desempenho associado a edificações habitacionais começou a ser formulado em meados do século XX, mais precisamente na década de 60, na França,

onde Blachere (1969) associou o comportamento do edifício quando da utilização ao desempenho.

A concepção da norma ISO 6241(1984) foi um marco para a cultura de aplicação do conceito de desempenho no que se refere a concepção de edificações habitacionais e foi incorporada em muitos países, principalmente no continente Europeu.

O *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* – CIB (1995) sistematizou e difundiu o conceito de desempenho como sendo o comportamento de um produto em utilização. O *Performance Based Building* – PeBBu (2005) acrescentou nesse conceito o termo “durante o ciclo de vida”. Alguns autores brasileiros, estudiosos do assunto, Mitidieri Filho (2007), Borges (2008), Covelo Silva (2010), Thomaz (2012) e ABNT NBR 15575 (2013) comungam o conceito de desempenho como sendo o comportamento em uso de um edifício e seus sistemas, desde que cumpra com a função para a qual foi projetado nas condições de exposição.

De acordo com Lorenzi (2013) o desempenho de uma edificação será alcançado quando existir equilíbrio entre três fatores, ao longo da vida útil: o meio ao qual a edificação está inserida, a função a qual a edificação se destina e a composição dos sistemas construtivos que a constituem. Para atingir esse equilíbrio é fundamental conhecer o comportamento dos sistemas construtivos antes de serem aplicados na concepção da edificação e, para isso, é de extrema relevância que seja realizada a avaliação de desempenho de edificações.

3 MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se como descritiva experimental por descrever fatos, referindo-se a análises quantitativas e qualitativas, e por registrar a maneira que ocorrem os acontecimentos, as interpretações e a avaliação dos resultados.

A pesquisa também é caracterizada como exploratória em função do estudo científico possuir poucas informações a respeito do desempenho de sistemas construtivos inovadores.

O estudo de caso é constituído por quatro edificações habitações de interesse social (HIS) terreas que são compostas por sistemas de vedações verticais externas (SVVE) inovadores. Cada edificação ficou denominada por um modelo (A, B, C ou D) e foi classificada por suas características quanto à composição de seus SVVE, conforme estabelecido na ABNT NBR 15575– Parte 2 (2013): um componente/elemento estrutural é considerado LEVE quando a massa específica for menor ou igual a 1.200 kg/m³ ou o peso próprio menor ou igual a 60 kg/m². As características básicas dos modelos selecionados para o estudo de caso estão apresentadas no Quadro 1.

A partir da definição da amostra foram selecionados e aplicados os ensaios experimentais de desempenho quanto a segurança estrutural e estanqueidade a água da chuva.

Quadro 1 - Resumo dos modelos das edificações HIS térreas estudadas

Modelo	Descrição Sucinta dos Sistemas Construtivos		Tipo de Inovação	Imagem
A	Sistema Construtivo: PESADO		Paredes de concreto moldado no local.	
	Estrutural e Vedação Vertical (Parede):	Paredes em concreto armado, externa, espessura 120 mm, e internas, espessura de 100 mm.		
	Vedação Horizontal (Piso):	Contrapiso de concreto.		
	Cobertura:	Estrutura metálica, telha cerâmica e forro de PVC.		
	Aberturas:	Portas de madeira e janelas de PVC		
B	Sistema Construtivo: PESADO		Paredes de concreto pré-moldado.	
	Estrutural:	Pilares e vigas em concreto armado.		
	Vedação Vertical (Parede):	Placas pré-moldadas de concreto armado (350x2600x 50) mm, largura, altura e espessura, respectivamente.		
	Vedação Horizontal 1 (Piso):	Placas pré-moldadas de concreto armado para laje, piso com espessura de 100 mm.		
	Cobertura:	Estrutura em madeira, telha cerâmica e forro de madeira.		
	Aberturas:	Portas e janelas em madeira.		
C	Sistema Construtivo: PESADO		Paredes de concreto moldado no local com forma permanente de PVC.	
	Estrutural e Vedação Vertical (Parede):	Paredes tipo sanduíche constituída de perfis de PVC com o preenchimento em concreto, espessura de 750 mm.		
	Vedação Horizontal (Piso):	Contrapiso de concreto.		
	Cobertura:	Estrutura metálica e telha cerâmica e forro de PVC.		
	Aberturas:	Portas de madeira e janelas de PVC.		
D	Sistema Construtivo: LEVE		Paredes sanduíche de chapas de aço galvalume com núcleo de poliuretano expandido (PU).	
	Estrutural e Vedação Vertical (Parede):	Paredes em painéis sanduíche de placas de aço galvalume com núcleo de poliuretano expandido (PU), (Lx2500x60) mm, largura variável, altura e espessura, respectivamente.		
	Vedação Horizontal (Piso):	Contrapiso de concreto.		
	Cobertura:	Telha sanduíche autoportante de placa de aço galvalume e núcleo de EPS.		
	Aberturas:	Portas compostas painéis sanduíche de placas de aço galvalume com núcleo de poliuretano expandido (PU) e janelas de alumínio.		

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item são apresentados e discutidos os resultados dos ensaios experimentais de desempenho aplicados aos SVVE dos modelos A, B, C e D e, também, as melhorias necessárias aos projetos e protótipos para o atendimento a ABNT NBR 15575 (2013). As melhorias estão focadas no requisito de segurança estrutural e habitabilidade, visto que os resultados dos ensaios de impacto de corpo mole e estanqueidade à água da chuva.

O Quadro 2 apresenta os ensaios realizados e o atendimento aos requisitos de desempenho da parte 4 da ABNT NBR 15575 (2013). O resultado do conjunto de ensaios evidenciou a necessidade de mudanças no projeto do modelo A, C e D. As modificações foram realizadas e os protótipos para os ensaios foram alterados, a fim de possibilitar novos ensaios para avaliar as alterações.

Quadro 2 – Ensaios de desempenho realizados nos SVVE dos modelos A, B C e D.

Modelo	Local	Tipo de Ensaio	Atende a ABNT NBR 15575 (2013)
A	Protótipo (escala real)	Estanqueidade à água da chuva	NÃO
		Corpo Mole Porta	SIM
		Fechamento brusco porta	SIM
B	Protótipo (escala real)	Corpo Mole	SIM
		Corpo Duro	SIM
		Estanqueidade à água	SIM
C	Protótipo (escala real)	Corpo Mole	SIM
		Corpo Duro	SIM
		Estanqueidade à água	NÃO
D	Protótipo (escala real)	Corpo Mole	NÃO
		Corpo Duro	SIM
		Peças Suspensas	SIM
		Corpo Mole Portas	SIM
		Fechamento brusco de porta	SIM
		Estanqueidade à água	NÃO

4.1 Ensaio de impacto de corpo mole

O ensaio de impacto externo de corpo mole recomendado na ABNT NBR 15575 (2013) tem como objetivo analisar o comportamento do SVVE, com e sem função estrutural, quanto à resistência mecânica ao ser submetido a impactos sucessivos de energias distintas. O procedimento de ensaio consiste em abandonar um corpo mole de 40 kg em pêndulo livre, de alturas distintas, para produzir impactos com energias diferentes e avaliar o deslocamento horizontal instantâneo (d_h) e residual (d_{hr}) e degradações que possam comprometer a função do SVVE.

O ensaio foi aplicado no SVVE dos modelos B, C e D. O SVVE do modelo A tem este ensaio dispensado, pela diretriz SINAT nº001 revisão 02. Os resultados dos ensaios de impacto de corpo mole quanto aos deslocamentos horizontais instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}) para cada modelo estão apresentados no Quadro 3, bem como o limite dos deslocamentos para a energia de 240J.

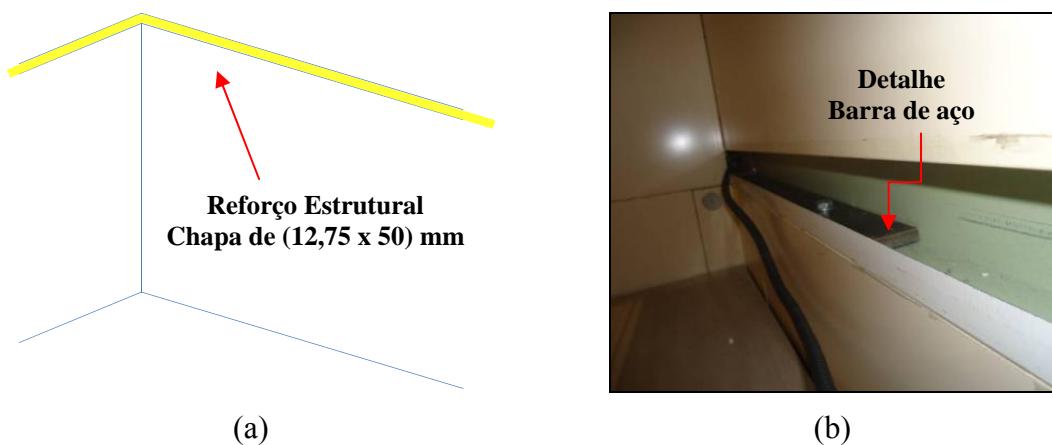
Quadro 3 – Resumo dos resultados dos ensaios de impacto de corpo mole nos SVVE dos modelos B, C e D

Descrição dos SVVE	Deslocamentos	Resultados dos deslocamentos (mm) para cada Energia (Joules)						Imagen Ensaio	Resultado e limite de d_h e d_{hr} para Energia de 240 J	
		120 J	180 J	240 J	360 J	480 J	720 J		Limite	Resultado
Modelo B SVVE sem função estrutural Altura (h) = 2600 mm Espessura (e) = 50mm	d_h	2,80	3,10	6,10	9,70	12,80	-		$d_h \leq h/125$ $d_h \leq 20,8 \text{ mm}$	APROVADO
	d_{hr}	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	-		$d_{hr} \leq h/625$ $d_{hr} \leq 4,16 \text{ mm}$	APROVADO
Modelo C SVVE com função estrutural Altura (h) = 2500 mm Espessura (e) = 75 mm	d_h	3,80	5,00	6,70	8,80	10,00	12,80		$d_h \leq h/250$ $d_h \leq 10,0 \text{ mm}$	APROVADO
	d_{hr}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,30		$d_{hr} \leq h/1250$ $d_{hr} \leq 2,0 \text{ mm}$	APROVADO
1º Ensaio Modelo D SVVE com função estrutural Altura (h) = 2500 mm Espessura (e) = 60 mm	d_h	13,6	16,9	23,5	-	-	-		$d_h \leq h/250^a \text{ (dobro)}$ $d_h \leq 20,0 \text{ mm}$	REPROVADO
	d_{hr}	0,00	0,00	0,00	-	-	-		$d_{hr} \leq h/1250$ $d_{hr} \leq 2,0 \text{ mm}$	APROVADO
2º Ensaio com modificações no protótipo do Modelo D SVVE com função estrutural Altura (h) = 2500 mm Espessura (e) = 60 mm	d_h	11,5	16,0	19,0	25,7	27,4	38,4		$d_h \leq h/250^a \text{ (dobro)}$ $d_h \leq 20,0 \text{ mm}$	APROVADO
	d_{hr}	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,30		$d_{hr} \leq h/1250$ $d_{hr} \leq 2,0 \text{ mm}$	APROVADO

^aPara sistemas LEVES, podem ser permitidos d_h iguais ao dobro de sistemas PESADOS, desde que o d_{hr} atenda ao valor máximo adotado na ANBT NBR 15575 (2013)

A uma energia de 240J os SVVE dos modelos B e C têm comportamentos praticamente iguais e estão adequados aos parâmetros estabelecidos na norma. O SVVE do modelo D apresenta deslocamento horizontal instantâneo (d_h) superior ao limite estabelecido na norma. O modelo D sofreu modificações para atender ao limite adotado na Parte 4 da ABNT NBR 15575 (2013). A solução adotada foi um reforço estrutural na parte superior do SVVE, denominado “Reforço na parte superior do SVVE”, conforme mostra Figura 1.

Figura 1 – Solução adotada: (a) desenho esquemático do reforço estrutural na parte superior do SVVE e (b) vista da chapa de aço



Após a instalação do reforço estrutural o SVVE do modelo D foi submetido novamente ao ensaio de impacto de corpo mole. O resultado indicou que a solução adotada foi adequada, levando-se em questão o deslocamentos horizontal instantâneo (d_h) e residual (d_{hr}) (Quadro 3). Não foram observadas degradações estruturais no SVVE, nem problemas no sistema como um todo.

4.2 Ensaio de estanqueidade à água da chuva

O ensaio de estanqueidade à água objetiva analisar o comportamento quanto à dificuldade de penetração de água das chuvas através do SVVE (elemento) e interface entre sistemas construtivos adjacentes ao SVVE. O ensaio consiste em submeter o SVVE a exposição à chuva com vento, durante 7 (sete) horas consecutivas, levando em consideração as condições de exposição expressas pela ABNT NBR 6123 (1988).

O ensaio foi aplicado no SVVE dos modelos A, B, C e D. O resultado indicou que três dos quatro sistemas inovadores não atendem aos parâmetros mínimos adotados pela ABNT NBR 15575 (2013). O quadro 4 apresenta os resultados dos sistemas que foram reprovados quanto a estanqueidade à água da chuva a luz da ABNT NBR 15575–Parte 4 (2013) e as soluções adotadas para melhoria da qualidade do projeto de cada um dos referidos sistemas.

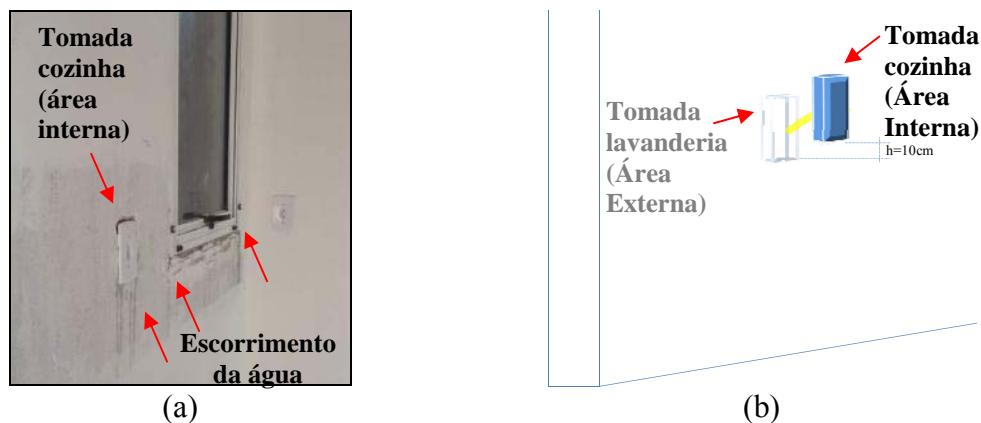
Quadro 4 – Resumo das condições de exposição e resultado do ensaio de estanqueidade à água da chuva nos SVVE dos modelos A, B C e D.

Descrição dos SVVE	Condições de Exposição para o Ensaio de Estanqueidade à água da Chuva				Local de Aplicação do Ensaio (Interface entre sistemas)	Resultado	
	Região	Tempo duração (h)	Pressão estática (Pa)	Vazão (L/m ² . min)		Limite	Resultado
Modelo A SVVE com função estrutural Altura (h) = 2600 mm Espessura (e) = 120mm	Região	Tempo duração (h)	Pressão estática (Pa)	Vazão (L/m ² . min)	(SVVE x Sistema de Aberturas)		REPROVADO
	V	7	50	3			
Modelo B SVVE sem função estrutural Altura (h) = 2600 mm Espessura (e) = 50mm	Região	Tempo duração (h)	Pressão estática (Pa)	Vazão (L/m ² . min)	(SVVE x Sistema de Piso)		APROVADO
	V	7	50	3			
Modelo C SVVE com função estrutural Altura (h) = 2500 mm Espessura (e) = 75 mm	Região	Tempo duração (h)	Pressão estática (Pa)	Vazão (L/m ² . min)	(SVVE x Sistema de Piso)		REPROVADO
	V	7	50	3			
1º Modelo D SVVE com função estrutural Altura (h) = 2500 mm Espessura (e) = 60 mm	Região	Tempo duração (h)	Pressão estática (Pa)	Vazão (L/m ² . min)	(SVVE x Sistema de Piso)		REPROVADO
	V	7	50	3			

4.2.1 Modelo A

O resultado do ensaio constatou que houve penetração de água na interface dos sistemas (SVVE x Janela) e através das tomadas da lavanderia (área externa) e cozinha (área interna), conforme se observa na Figura 2a. A solução adotada foi acrescentar mais uma camada de selante na interface entre SVVE e janela e alterar a altura da tomada da cozinha, conforme Figura 2b.

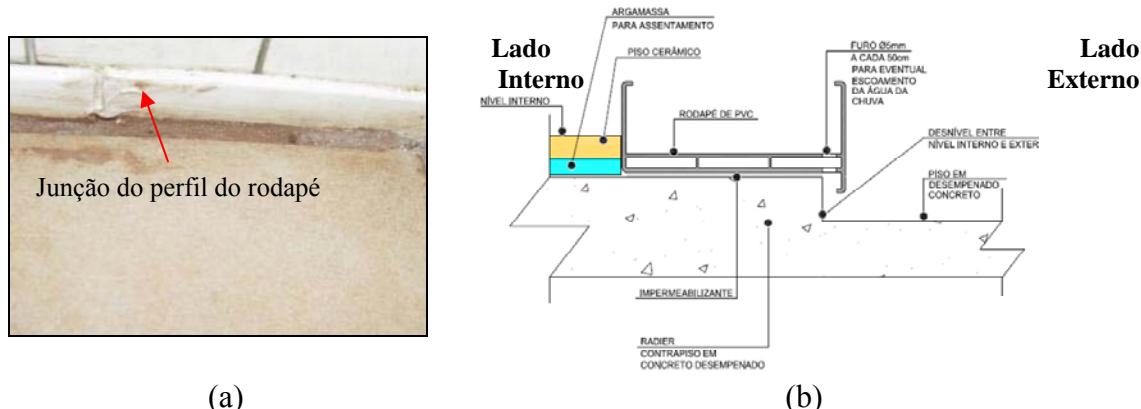
Figura 2 – (a) vista interna com detalhe do escorrimento da água que penetrou através da interface e da tomada e (b) solução adotada para evitar penetração de água pela tomada (alteração de projeto)



4.2.2 Modelo C

No ensaio foi avaliado o SVVE e a interface com o sistema de piso. O resultado indicou que houve penetração de água na interface dos sistemas evidenciada por manchas de umidade no piso interno, conforme pode ser observado na Figura 3a. A solução adotada foi a concepção de um rodapé especial, com furos na parte externa/inferior para eliminar a água que, por ventura, venha a escorrer pela parede e penetrar no rodapé, o radier foi recuado do alinhamento do SVVE, permitindo o escoamento livre da água que penetre no rodapé (Figura 3b) e foi aumentada a camada de impermeabilizante entre o SVVE e o radier.

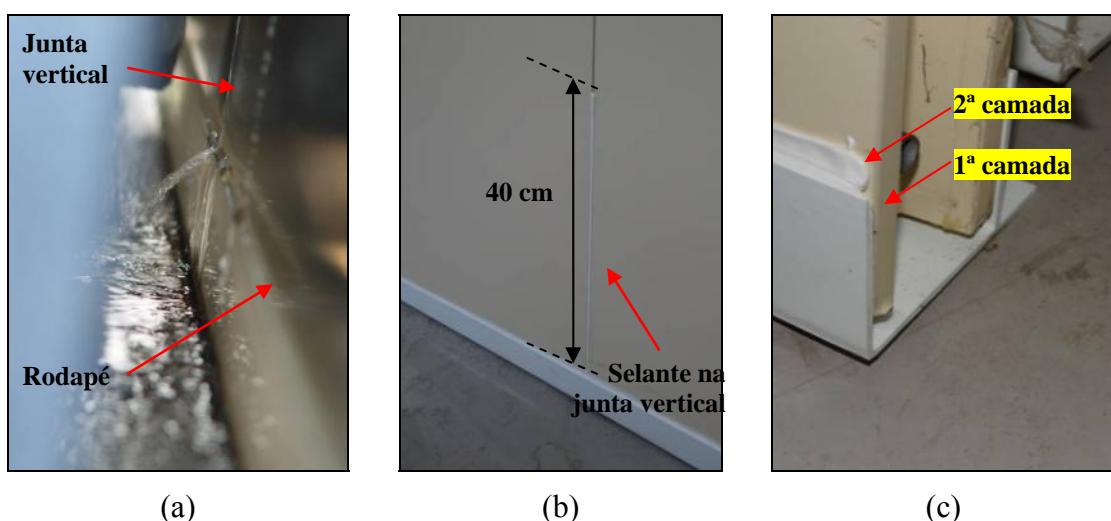
Figura 3 – Manchas de umidade no piso (interior do protótipo) e (b) solução adotada (projeto do rodapé na interface SVVE e sistema de piso)



4.2.3 Modelo D

O resultado do ensaio evidenciou que não houve penetração de água através do SVVE e nem através das juntas verticais dos painéis. A água escoou pelas juntas verticais entre os painéis e penetrou através do rodapé, causando a presença de água em toda extensão do rodapé pela parte externa, com manchas de umidade na face externa do radier, conforme a Figuras 8a. A solução adotada foi acrescentar selante até uma altura de 40 cm nas juntas verticais entre os painéis (Figura 8b) e colocar duas camadas de selante em toda a extensão do rodapé, (Figura 8c).

Figura 4 – (a) Infiltração de água na junta vertical, entre os painéis e na extensão do rodapé do lado externo, (b) solução adotada entre painéis e (c) solução adotada entre painéis e rodapé.



5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi abordado que a avaliação de desempenho de sistemas construtivos pode contribuir para a melhoria da qualidade dos projetos de edificações. Concluiu-se que através da utilização dos resultados de ensaios de desempenho, recomendados pela ABNT NBR 15575 (2013), foi viabilizada a qualificação e aprimoramento dos projetos. Cumpriu-se o objetivo proposto uma vez que foi identificado e apresentado as melhorias realizadas nos projetos de edificações habitacionais de interesse social (HIS) térreas, quando identificada a necessidade de alterações para o atendimento mínimo da ABNT NBR 15575 (2013), em relação a segurança estrutural quanto a impactos e a estanqueidade à água da chuva em SVVE.

A partir dos resultados da avaliação de desempenho preconizados pela ABNT NBR 15575 (2013) obtém-se melhorias no processo de projeto, em virtude de que vários dos problemas encontrados nos sistemas construtivos analisados foram solucionados mediante a aplicação de medidas corretivas na fase de projeto. A partir da melhoria da qualidade e do detalhamento dos projetos permitiu-se aumentar a qualidade do produto final. Ou seja, quanto melhor forem os projetos e melhor treinada for a equipe executora, menor será o risco agregado a execução do projeto e, consequentemente, melhor será a qualidade do produto final.

Desta forma, conclui-se que este trabalho foi importante para evidenciar que o conhecimento prévio do comportamento em uso de edificações é eficiente para aprimoramento dos projetos, bem como constatou-se que os ensaios, utilizados neste estudo, constituem-se em um meio rápido, preciso e confiável no auxílio a melhoria da qualidade dos projetos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-6123:** Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- _____. **NBR 15575:** Edifícios Habitacionais – Desempenho – Parte 1. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15575:** Edifícios Habitacionais – Desempenho – Parte 2. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15575:** Edifícios Habitacionais – Desempenho – Parte 4. Rio de Janeiro, 2013.
- BLACHÈRE, G. **Savoir bâtir : habitabilité, durabilité, économie des bâtiments.** 1969. Disponível em: <<http://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.b4321525>>. Acesso em: 27 abr 2011.
- BORGES, C. A. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** 2008. 263f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo
- BRASIL. **Diretriz SINAT nº001 – Revisão nº 002.** Diretriz para Avaliação Técnica de Sistemas Construtivos em Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php>. Acesso em: 10 out. 2011.
- CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. Prediction of service life of building materials and components. **CIB Report Publication 96**, 1995
- COVELO SILVA, M. A. Dilemas da Construção. **Notícias da Construção**, nº 92, ano 7, p.20, Ago. 2010. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2010/ed92.pdf>. Acesso em: 12 ago 2011.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISSO 6241: Performance standards in building -- Principles for their preparation and factors to be considered. (1984).
- LORENZI, L. S. **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 Social Térreas.** 2013. 222f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MITIDIERI, C. V. Qualidade e desempenho na Construção Civil. **Materiais de Construção Civil e os Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais**, v1, n.1, p. 37 – 74, Set. 2007.
- PeBBU. **Performance Based Building: Conceptual Framework.** 2005. Disponível em: <http://www.pebbu.nl/resources/allreports/downloads/04_framework_final.pdf>. Acessado em: 17 jul 2011.
- THOMAZ, E. (2012). Tendências de Materiais, Tecnologias e Processos de Construção de Edifícios. Seminário: **Tecnologia, Desempenho e Sustentabilidade na Construção Civil.** Disponível em: <http://pinieventos.pini.com.br/seminarios/seminario-manaus/o-evento-244443-1.asp>. Acesso em: 02 abr 2013.