ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Sistema construtivo em solo-cimento autoadensável: desempenho térmico e patologias

Self-compacting soil-cement construction system: thermal performance and pathologies

Marcelo Martins da Cruz Neto
Universidade Federal de Mato Grosso | Cuiabá | Brasil |marcelomartinsnt@gmail.com
Luciane Cleonice Durante
Universidade Federal de Mato Grosso | Cuiabá | Brasil |luciane.durante@ufmt.br
Ivan Julio Apolônio Callejas
Universidade Federal de Mato Grosso | Cuiabá | Brasil |ivan.callejas@ufmt.br

Resumo

O sistema construtivo em solo-cimento autoadensável (SCAA) utiliza solo como insumo principal, sendo de baixo impacto ambiental. Esta pesquisa objetiva avaliar o comportamento térmico e as patologias imediatas originadas em um protótipo construtivo de SCAA. Para a avaliação de conforto térmico utilizou-se o modelo de conforto adaptativo e para a de desempenho térmico, os requisitos normativos brasileiros, ambos obtidos a partir de dados de instrumentação. As patologias foram monitoradas por 28 dias após a construção, por meio de inspeção visual e mapeamento. Constatou-se o cumprimento dos requisitos mínimos de desempenho térmico, exceto para o percentual de elementos transparentes e atendimento das condições de conforto térmico, com 80% de aceitabilidade dos usuários em 72,12% das horas ocupadas. O protótipo apresentou fissuração com ápice aos 28 dias, ocasionada pela incapacidade da armadura em resistir aos esforços e retração do SCAA. Observou-se mofo nas paredes, causado pela umidade interna. Concluiu-se que o SCAA possui grande potencialidade de utilização devido ao conforto térmico e facilidade executiva.

Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação. Sistema construtivo. Fissuração estrutural. Construções sustentáveis. Prototipagem.

Abstract

The self-compacting soil-cement construction system (SCAA) uses soil as the main material and is characterized which low environmental impact. The objective of this article was to evaluate the thermal behavior and immediate construction pathologies of this system in a prototype. For thermal comfort assessments, the adaptive comfort model was used. For the thermal performance was use the Brazilian normative requirements. Both were obtained from instrumentation data. Pathologies were monitored for 28 days after building the prototype, through visual inspection and mapping. The results indicated compliance with the minimum thermal performance requirements, except for the percentage of transparent elements and compliance with thermal comfort conditions, with 80% user acceptability in 72,12% of occupied

Como citar:
CRUZ NETO, M. M., DURANTE, L. C., CALLEJAS, I. J. A. Sistema construtivo em solo-cimento autoadensável: desempenho térmico e patologias. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

hours. The prototype showed fissures that peaked after 28 days, caused by the inability of the reinforcement to resist the stresses and retraction of the SCAA. Mold was observed, caused by internal humidity. It was concluded that SCAA has great potential for use due to thermal comfort and executive ease.

Keywords: Post-occupancy evaluation. Construction system. Structural fissures. Sustainable buildings. Prototyping.

INTRODUÇÃO

Embora a indústria da construção civil possua impactos positivos na economia e na sociedade no que tange à geração de empregos, movimentação do mercado e desenvolvimento dos países, é geradora de impactos ambientais negativos. Contribui com esse impacto, os resíduos gerados pelo setor, denominados RCC (Resíduo de Construção Civil). Estima-se que no Brasil haja uma produção média anual de RCC de 500kg/habitante e que a produção total anual seja de 84.180.696m³ [1]. Os RCC têm sido descartados de forma incorreta, o que se torna um obstáculo ao seu reaproveitamento, além de promover riscos à saúde humana e ao meio ambiente [2].

Diante desse cenário, é importante pensar em sistemas construtivos que integrem resíduos da própria cadeia da construção civil e que incorporem materiais de baixo impacto ambiental. Alinhado à essa perspectiva, essa pesquisa tem como foco o sistema construtivo denominado Solo-cimento Autoadensável (SCAA), constituído por 75% de solo obtido no local da obra e 25% de areia de RCC, o que caracteriza essa construção como sustentável e de baixo impacto ambiental, pois minimiza o uso de cimento e de agregados virgens.

Considerando que o SCAA é um sistema inovador, para o qual se busca consolidar conhecimento técnico, se faz necessário produzir e registrar dados sobre suas melhores práticas de execução e comportamento frente à exposição ambiental. Para tanto, esta pesquisa se realiza em um ambiente de prototipagem, considerada uma das etapa de desenvolvimento de um produto.

Assim sendo, o objetivo geral é avaliar o desempenho do sistema em SCAA, em termos de comportamento térmico e surgimento de patologias construtivas pós-execução, como parte integrante da etapa de prova de conceito em um protótipo construído em escala real.

MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa exploratória, em que os procedimentos são executados de maneira experimental em campo, em um protótipo construído em SCAA, constituído por um ambiente de 3,05mx2,75m e 2,80m de pé direito, com duas aberturas (uma porta 0,70x2,10m e uma janela de 1,55x1,00m) (Figura 1).

O traço da mistura de solo-cimento foi 1:1,25: 3,75 (cimento, areia de RCC, solo), com adição de macro e microfibra de polipropileno, com vistas ao controle da retração e fissuração e, de aditivo superplastificante no percentual de 1,80 sobre a massa do

cimento. A quantidade de água de amassamento foi ajustada até ao fator de água/cimento de 2,50% (Tabela 1).

Tabela 1 – Traço de SCAA considerado (adaptado de [3])

Traço	Solo	Areia RCC	Cimento	Aditivo	Fator a/c	Microfibra	Macrofibra
1:1,25:3,75	7,50 kg	2,50 kg	2,00 kg	1,20 e 1,80%	1,62 a 2,50%	0,05 a 0,20%	0,27 a 0,82%

Figura 1: Protótipo de SCAA (acima, à esquerda), instrumentação instalada (abaixo, à direita) e mapa da instrumentação (à esquerda)



Fonte: os autores.

MONITORAMENTO DAS PATOLOGIAS

O surgimento de patologias foi monitorado por meio de inspeção visual, realizada de forma sistêmica, a partir da consideração das características construtivas, idade do sistema construtivo e vida útil prevista, bem como da exposição ambiental, agentes e processos de degradação atuantes e, ainda, a expectativa do comportamento em uso [4]. Diante disso, foca-se nas patologias imediatas como fissuração por retração e empenamento do SCAA, que comumente surgem em SVV em concreto autoadensável. As etapas do monitoramento compreendem: registro e análise da manifestação patológica, levantamento das causas, diagnóstico e proposição de tratamentos.

As patologias identificadas no protótipo foram registradas em mapas de fissuras para aos 4, 7, 14, 21 e 28 dias. Cada patologia foi identificada numericamente e teve sua evolução acompanhada por fotografias e medições de comprimento e tamanho de abertura, com auxílio de paquímetro.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO

Para avaliação do desempenho térmico, utilizou-se a metodologia do procedimento simplificado [5, 6], que avalia os sistemas de vedações verticais externas (SVVE) nas áreas de permanência prolongada (APP) quanto aos valores de transmitância térmica (Upar), capacidade térmica (Ctpar), percentual de abertura para ventilação (Pv,APP), percentual de elementos transparentes (Pt,APP) e área de superfície dos elementos transparentes (At,APP).

O objeto de estudo foi construído na cidade de Cuiabá, Mato Grosso, região Centro Oeste, localizada na região geomorfológica denominada Baixada Cuiabana, portanto na Zona Bioclimática 7 [5].

MONITORAMENTO DO AMBIENTE TÉRMICO

As medições das variáveis térmicas foram realizadas de 11/04 a 13/04/2023. A instrumentação consistiu em registradores automáticos HOBO, modelos U12-012 para monitoramento da temperatura e umidade do ar, e cabos externos acoplados aos registradores TMC20HD, para monitoramento da temperatura de globo e superficiais das paredes (Figura 1), programados para realizar medições no intervalo de registro de 5min. Todos os sensores foram calibrados entre si, obtendo-se correlação linear forte e positiva, com coeficiente R^2 de 0,9992 e 0,9985, para a temperatura e umidade, respectivamente.

O método para avaliação do conforto térmico é o modelo adaptativo [7, 8]. O método é utilizado para ambientes naturalmente ventilados e controlados pelos usuários, sem sistema de condicionamento artificial e com temperatura média diária do ar externo variando intervalo entre 10 e 33,5°C. Sendo assim, a temperatura interna admissível deve ser determinada a partir dos limites de 80% de aceitabilidade, uma vez que este se configura como sendo uma condição normativa.

Para definição da faixa de temperatura operativa aceitável, utilizam-se as Equações 1 e 2, onde $Tpma(out)$ é a temperatura média do ar externo predominante.

$$Limite\ superior\ de\ 80\%\ de\ aceitabilidade = 21{,}3 + 0{,}31.T_{pma(out)} \quad \text{Equação 1}$$

$$Limite\ inferior\ de\ 80\%\ de\ aceitabilidade = 14{,}3 + 0{,}31.T_{pma(out)} \quad \text{Equação 2}$$

A temperatura operativa (to) deve ser determinada de acordo com a Equação 3, onde A é o coeficiente de ajuste em função da velocidade do ar, ta é a temperatura do ar (°C) e tr é a temperatura radiante média (°C) [7].

$$t_o = A.t_a + (1 - A)t_r \quad \text{Equação 3}$$

Para os casos em que a diferença entre a temperatura radiante média e a do ar é pequena (<4°C), a temperatura operativa pode ser obtida como a média entre a temperatura do ar e a temperatura radiante [7]. Para calcular temperatura radiante deve-se primeiro determinar os coeficientes de convecção (hg) determinando se a equação a ser utilizada é para convecção por troca de calor natural ou forçada [9].

Definidas as temperaturas radiantes e temperaturas operativas, deve-se determinar a temperatura média predominante do ar externo, determinada com base nos sete últimos dias antes do dia em análise (Equação 4) [7]. Dessa forma, os dados da temperatura externa foram considerados desde 04/03/2023.

$$t_{pma(out)} = 0{,}34.t_{od-1} + 0{,}23.t_{od-2} + 0{,}16.t_{od-3} + 0{,}11.t_{od-4} + 0{,}08.t_{od-5} + 0{,}05.t_{od-6} + 0{,}03.t_{od-7}$$ Equação 4

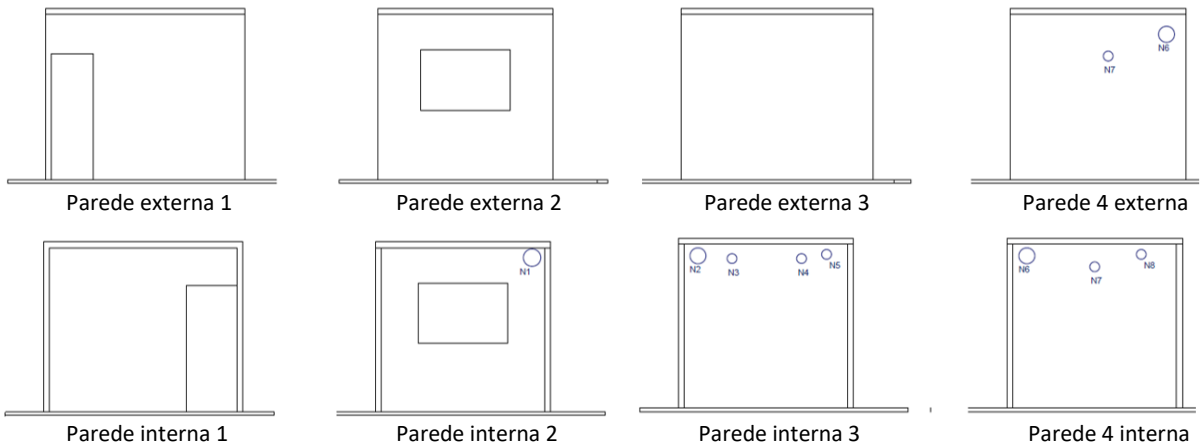
RESULTADOS

MONITORAMENTO DAS PATOLOGIAS

A primeira inspeção foi realizada quatro dias após a desforma do protótipo. As únicas patologias encontradas foram referentes aos nichos de concretagem, identificados pelos códigos N1 a N8 (Figuras 2 e 3).

Os nichos de concretagem surgiram em pontos na região superior da parede, nos pontos em que as faquetas das fôrmas de alumínio se encontravam com os vergalhões, que se movimentou no processo de lançamento do SCCA. Como foi utilizado vergalhão de fibra de vidro, que é menos rígido que o aço, estes se movimentaram com o peso do solo-cimento. Esses nichos de concretagem também ocorrem devido à vibração insuficiente da mistura, mesmo o SCAA sendo um material autoadensável, em que o peso próprio do material é o responsável pelo seu adensamento. Por se tratar de uma forma estreita (10 cm), o material não se adensou totalmente nas camadas superiores em que o peso próprio é menor.

Figura 2: Mapeamento de manifestações patológicas aos 4 dias, nas paredes 1, 2, 3 e 4 (externas) (acima) e nas paredes 1, 2, 3 e 4 (internas)



Parede externa 1 | Parede externa 2 | Parede externa 3 | Parede 4 externa

Parede interna 1 | Parede interna 2 | Parede interna 3 | Parede 4 interna

Fonte: os autores.

Figura 3: Registro dos nichos de concretagem nas paredes internas N1 (à esquerda), N2, N3 e N4 (ao centro) e N7 e N8 (à direita)



Fonte: os autores.

Para o tratamento dos nichos de concretagem causados pela segregação do SCAA, analogamente às paredes de concreto autoadensável, que recebe o preenchimento com graute ou argamassa polimérica estrutural, no SCAA aplicou-se uma mistura com a mesma dosagem usada nas paredes para preencher os vazios, porém retirou-se os aditivos responsáveis pela característica autoadensável (Figura 4). Nesses locais, ocorre descontinuidade da seção resistente, o que torna necessário o aumento da resistência.

Figura 4: Registro dos nichos de concretagem das paredes internas N1, N2 e N3 (à esquerda), N4, N5 e N6 (ao centro) e da parede externa N6 e N7 (à direita)



Fonte: os autores.

A segunda e a terceira inspeção foram realizadas aos 7 e 14 dias da desforma, respectivamente, nas quais não foram encontradas outras patologias. Notou-se apenas que a parede ainda estava úmida, favorecendo o processo de cura.

Porém, na quarta inspeção realizada aos 21 dias, constatou-se o surgimento de fissuras em todas as paredes e, também, o surgimento de mofo em pontos internos. O mapeamento das manifestações patológicas apresenta a localização desses pontos, onde F são fissuras e R são rachaduras (Figura 5).

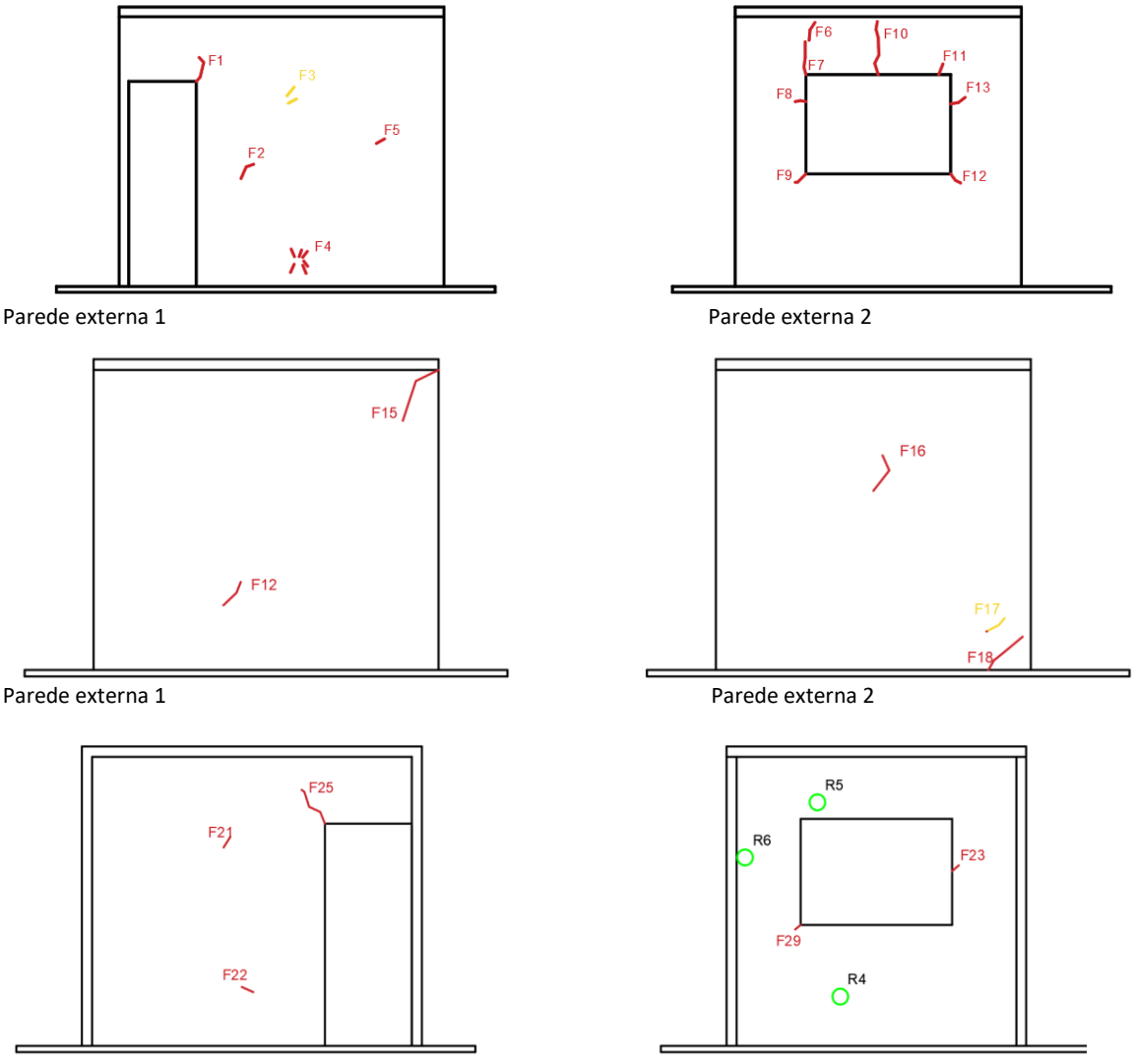
As microfissuras encontradas aos 21 dias apresentam abertura menor que 1 mm (Tabela 2). Apesar da instalação de vergalhões de fibra de vidro como vergas e contravergas nas aberturas, ocorreram fissuras à 45° nos cantos das esquadrias causadas pela sobrecarga sobre aberturas, conforme ilustrado por F1, F25, F9 e F12 decorrentes de tensões superiores a capacidade de resistência à tração do SCAA, que ainda se encontra em fase de cura, com baixa resistência. A fissura F10 apresenta a mesma causa, sobrecarga em aberturas, no ponto em que a fissura surgiu, o momento é máximo.

As fissuras F20 e F18 surgiram na extremidade inferior da parede 4, ponto em que o acúmulo de tensões é maior, em decorrência da transferência dos esforços para a fundação. A fissura F15 ocorreu no canto superior da parede e sua formação decorre da provável movimentação diferenciada entre a laje (concreto) e as paredes (SCAA),

devido a distintos coeficientes de dilatação térmica. As fissuras F16 e F17 surgiram próximas aos nichos de concretagem, podendo ser essa a causa da patologia.

O sistema em SCAA, apesar de menos rígido que o sistema de concreto, apresenta alta restrição à variação volumétrica. Em decorrência disso, a estrutura gera altas tensões quando submetida à imposição de deformações, como aquelas decorrentes do fenômeno de retração, principalmente a hidráulica (ou secagem) pela perda de água no estado endurecido, como se observa depois dos 21 dias. Nota-se que apenas as armaduras de fibra de vidro não foram suficientes para resistir os esforços de retração que se desenvolvem em razão do processo de perda de água de amassamento. Assim, sugere-se a utilização de telas de aço distribuídas ao longo de todas as paredes, assim como é feito nas paredes de concreto. Além disso, apesar da laje de concreto ter sido desvinculada das paredes por meio de uso de placas de PVC, ela ainda transfere esforços longitudinais às paredes de SCAA devido as diferentes variações térmicas que ocorrem entre estes dois tipos de materiais, o que induziu o surgimento de trincas inclinadas nos encontros das paredes. Destaca-se que até esta data de monitoramento, as fissuras apresentaram aberturas inferiores a 3mm.

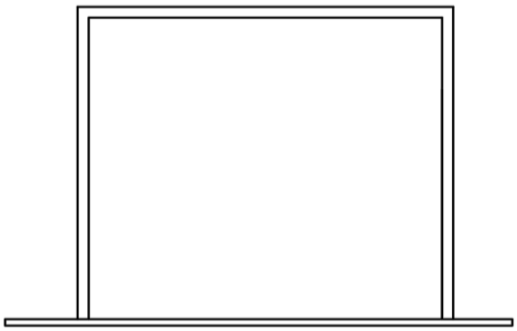
Figura 5: Mapeamento de manifestações patológicas aos 21 dias, nas paredes externas (acima) e nas paredes internas (abaixo)



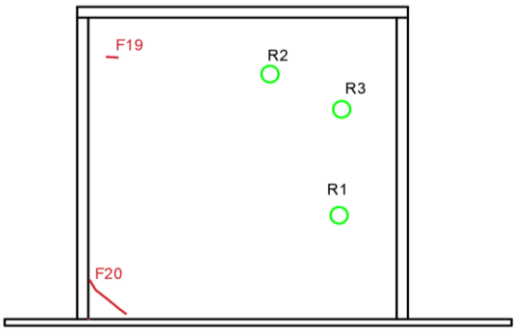
Parede externa 1 Parede externa 2

Parede externa 1 Parede externa 2

Parede interna 1



Parede interna 2



Parede interna 3

Parede interna 4

Fonte: os autores.

Tabela 2: Mapeamento de fissuras: aberturas e comprimentos

Até 21 dias			Até 28 dias					
ID	Comprimento (cm)	Abertura	ID	Comprimento (cm)	Abertura	ID	Comprimento (cm)	Abertura
F1	34,5	< 1 mm	F1	38,5	1,49 cm	F26	30	0,63 cm
F2	6	< 1 mm	F2	6	0,33 cm	F27	40	< 1 mm
F3	4,5	< 1 mm	F3	4,5	< 1 mm	F28	131	1,51 cm
F4	3,5	< 1 mm	F4	3,5	< 1 mm	F29	48	< 1 mm
F5	16	< 1 mm	F5	16	< 1 mm	F30	42	< 1 mm
F6	19	< 1 mm	F6	19	< 1 mm	F31	54	0,78 cm
F7	14	< 1 mm	F7	14	< 1 mm	F32	16	< 1 mm
F8	13	< 1 mm	F8	13	0,89 cm	F33	16	< 1 mm
F9	10	< 1 mm	F9	10	< 1 mm	F34	43	< 1 mm
F10	50	< 1 mm	F10	52	< 1 mm	F35	36	< 1 mm
F11	19	< 1 mm	F11	19	< 1 mm	F36	105	< 1 mm
F12	11	< 1 mm	F12	11	< 1 mm	F37	36	< 1 mm
F13	50	< 1 mm	F13	53	1,2 cm	F38	17	< 1 mm
F14	45	< 1 mm	F14	45	1,45 cm	F39	62	< 1 mm
F15	19	< 1 mm	F15	19	< 1 mm	F40	182	1,38 cm
F16	17	< 1 mm	F16	17	< 1 mm	F41	60	< 1 mm
F17	17	< 1 mm	F17	17	< 1 mm	F42	91	< 1 mm
F18	33	< 1 mm	F18	33	2,7 cm	F43	19	< 1 mm
F19	25	< 1 mm	F19	25	< 1 mm	F44	113	< 1 mm
F20	24	< 1 mm	F20	24	< 1 mm	F45	120	2,19 cm
F21	4	< 1 mm	F21	4	< 1 mm	F46	53	< 1 mm
F22	10	< 1 mm	F22	10	< 1 mm	F47	40	< 1 mm
F23	8	< 1 mm	F23	8	< 1 mm	F48	55	1,1 cm
F24	4	< 1 mm	F24	4	< 1 mm	F49	72	< 1 mm
F25	13	< 1 mm	F25	19	< 1 mm	F50	38	< 1 mm

Fonte: os autores.

DESEMPENHO TÉRMICO

A condutividade térmica para a mistura de SCAA com 25% de adição de RCC é de 0,47W/mK [10]. Como a espessura da parede do protótipo é 10, têm-se a resistência térmica de 0,21mK/W, resistência térmica total de 0,3827m²K/W e transmitância térmica de 2,61W/m²K.

Como o SVVE foi pintado na cor branca, possui absortância inferior a 0,6, exige transmitância máxima de 3,7 W/m²K, enquadrando esse parâmetro da parede SCAA ao desempenho mínimo [5].

A capacidade térmica calculada de acordo com [11] e [10] é de 157,51kJ/(m²K), em concordância com [6] que afirma que para as zonas bioclimáticas 1 a 8, a capacidade térmica deve ser superior a 130kJ/m²K.

A janela quando aberta proporciona uma área de ventilação de 0,59m² para uma área de piso é de 8,4m², o que corresponde a um percentual de ventilação de 7,02%, acima do limite mínimo exigido [5].

Com relação ao percentual de elementos transparentes, a área de elementos transparentes na janela e porta é de 0,53 e 0,83m², respectivamente, o que resulta em 16,2%. Para ambientes menores que 20m², o percentual de elementos transparentes deve ser no mínimo 20% [5]. Portanto, o protótipo construído não atendeu ao valor exigido pela norma.

MONITORAMENTO TERMOHIGROMÉTRICO

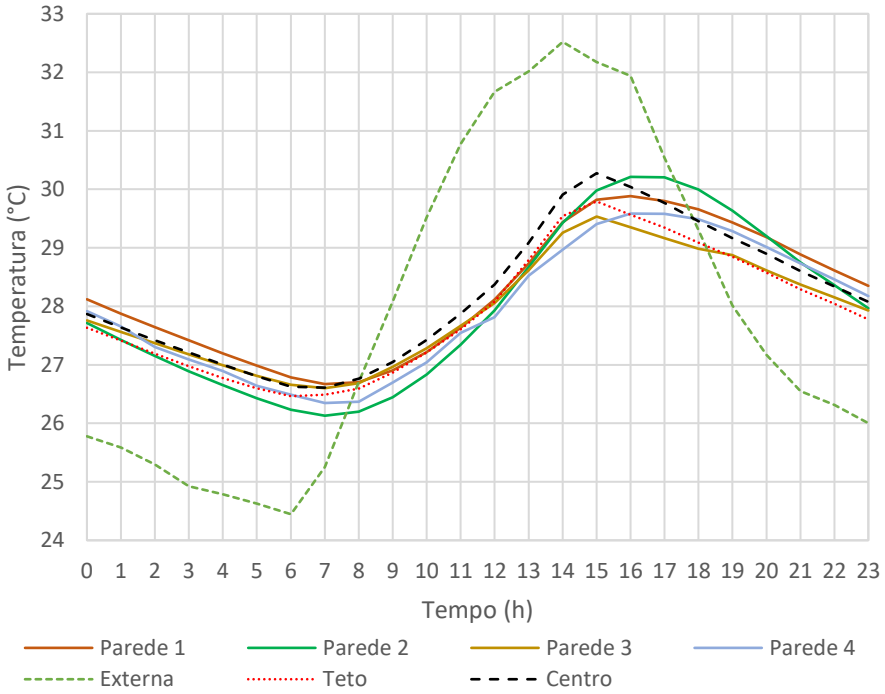
A temperatura externa apresentou mínimo e máximo de 24,5 e 32,5°C às 6 e 14h, respectivamente, com amplitude de 8,1°C (Figura 6). As temperaturas mínima e máxima interna foram de 27,6 e 31,2°C às 7 e 15h, respectivamente, com amplitude de 3,6°C. O amortecimento e atraso térmicos observados são de 1,3°C e 1h, respectivamente, inferior ao recomendado na norma [11].

Comparando-se a temperatura interna no centro do ambiente com a externa, constata-se que no período diurno, o interior do protótipo se manteve sempre menor que a externa, com amplitude de 3,67°C.

As temperaturas superficiais das paredes, independentemente da orientação solar, começam a se elevar a partir das 7h e atingem o valor máximo cerca das 16h. A temperatura superficial da laje de forro inicia sua elevação as 6h e apresenta seu valor máximo as 15h, comportamento este semelhante à temperatura do ar no centro do ambiente.

As paredes 1 (NO) e 4 (SO) apresentaram as maiores temperaturas, com médias de 28,21 e 27,99°C e 29,88 e 30,21°C, respectivamente, justificado pela maior incidência solar direta no período vespertino (Figura 7).

Figura 6: Temperaturas médias horárias



Fonte: os autores.

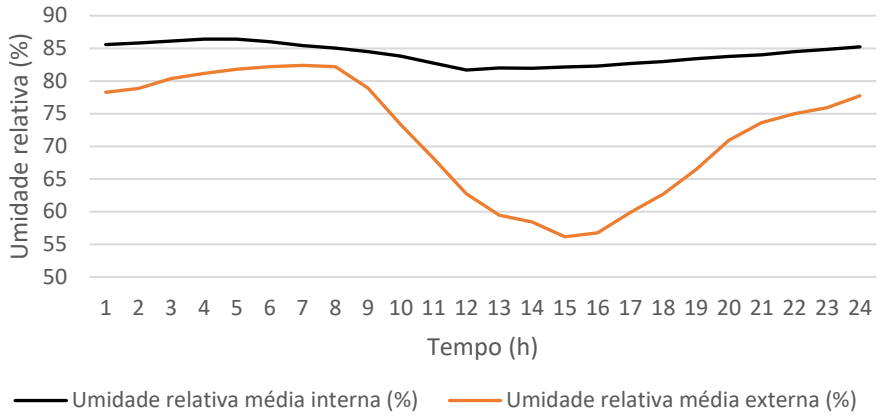
Figura 7: Registro da posição solar no protótipo às 13 horas paredes 1 e 2



Fonte: os autores.

A umidade dentro do protótipo, em todos os horários, permaneceu superior à externa. Além disso, enquanto a umidade externa varia durante o dia, no interior do protótipo permanece entre 80% e 90%, valores relativamente altos, mostrando que o ambiente retém a umidade. Importante ressaltar que o período de medição foi realizado no verão, época de maior índice pluviométrico na região da pesquisa. Os valores altos de umidade do protótipo podem explicar o surgimento de mofo.

Figura 8: Umidades relativas médias horárias

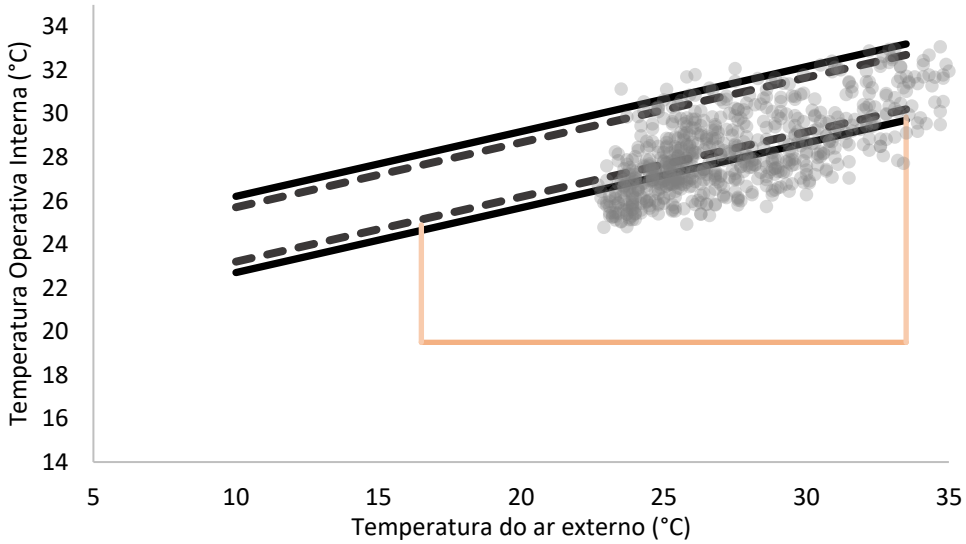


Fonte: os autores.

A partir do monitoramento da temperatura do ar e de globo, derivou-se a temperatura média radiante média e a operativa. Na Figura 9 apresenta-se a correlação entre a média horária da temperatura operativa e a temperatura do ar externa entre o período de 04/03/2023 a 13/03/2023.

Constatou-se que em 44,32% das horas dentro do ambiente naturalmente ventilado, 80% dos usuários apresentam sensação de conforto térmico. Já a aceitabilidade de 90% dos usuários ocorreu em 28,19% das horas. Durante todo o período de medição ocorreram no total 51 horas de desconforto térmico, sendo 5,92% do total medido (Tabela 2).

Figura 10: Faixa de temperatura operativa aceitável para ambientes naturalmente ventilados



Fonte: os autores.

A zona de adaptação da vestimenta (clo) é a condição em que o usuário está em desconforto, entretanto se torna aceitável devido a possibilidade de ajuste da vestimenta. Caso a temperatura operativa interna seja superior a 19,5 °C, ao mesmo

tempo em que a temperatura média do ar externo exceda 16,5 °C, a zona de adaptação ao clo, proposta pela área laranja da Figura 10, deve ser utilizada nesses casos. Sendo assim, o novo limite inferior para 80% de aceitabilidade passa a ser de 19,5°C [7]. Para as medições do protótipo, 6,27% das horas ocorreram na zona de adaptação do clo, em que é considerada 80% de aceitabilidade dos usuários. Dessa forma, passa-se então a se ter 72,12% das horas na condição de conforto térmico com 80% de aceitabilidade dos usuários.

Tabela 2: Resultados conforto térmico protótipo SCAA

Intervalos	Quantidade de horas	Porcentagem
80% de aceitabilidade	515	65,86%
90% de aceitabilidade	473	60,49%
Zona de adaptação clo	59	6,27%

Fonte: os autores.

Ao avaliar o desempenho térmico, observou-se que o protótipo apresentou um desempenho satisfatório em relação à transmitância térmica das paredes, capacidade térmica e percentual de abertura para ventilação.

CONCLUSÃO

Considerando os objetivos do estudo, as possíveis causas das patologias imediatas encontradas foram analisadas. A não utilização da tela de aço nas paredes, comumente utilizado em paredes de concreto, foi um das principais causas das patologias nas paredes. A armação em fibra de vidro não foi suficiente para resistir aos esforços de tração. Além disso, observa-se que a escolha da laje em concreto armado também pode ter ocasionado sobrecarga na estrutura. Entretanto, as fissuras encontradas tiveram aberturas menores que 3 mm.

Ao avaliar o desempenho térmico, observou-se que o protótipo apresentou um desempenho satisfatório em relação à transmitância térmica das paredes, capacidade térmica e percentual de abertura para ventilação. Entretanto, se deve aumentar o percentual de elementos transparentes.

As paredes de SCCA não possuem grandes variações da temperatura superficial, o aquecimento das paredes acompanha a incidência solar. As paredes 1 e 2, que receberam diretamente a incidência solar durante a tarde, demoraram mais tempo para se resfriarem, em relação às paredes que receberam o sol da manhã.

A umidade esteve maior que a externa em todos os horários medidos e, além disso, manteve-se estável, o que explicita a necessidade de avaliação de maiores aberturas para ventilação, uma vez que a alta umidade ocasiona em problemas de saúde e danos às condições físicas do ambiente, podendo danificar pintura e móveis, dentre outros.

Com relação ao conforto térmico, o protótipo atendeu às condições de conforto de acordo com o modelo adaptativo proposto, obtendo 80% de aceitabilidade em 72,12% das horas medidas.

Conclui-se que o Solo-cimento Autoadensável (SCAA) possui grande potencialidade de utilização devido ao ótimo conforto térmico. É necessário que haja melhorias no sistema para reduzir a fissuração e garantir a estanqueidade do sistema construtivo. Para isso, para trabalhos futuros, indica-se utilizar vergalhões de aço nas paredes para resistir aos esforços de tração, além disso, reduzir o peso da laje sobre as paredes.

REFERÊNCIAS

[1] AGUIAR, M. B. et al. Avaliação de viabilidade técnica para incorporação dos resíduos de construção civil em obras de pavimentação. **Percurso Acadêmico**, v. 9, n. 17, p. 227-247, 24 abr. 2019.

[2] RIBEIRO, D., MOURA, L. S., PIROTE, N. S. S. Sustentabilidade: formas de reaproveitar os resíduos da construção civil. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 20, n. 31, p. 41-45, 2016.

[3] SIMIONI, F. C. **Caracterização físico-mecânica de misturas de solo-cimento autoadensável com incorporação de areia de resíduo de construção civil**. Cuiabá, 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2019.

[4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747**: Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.. Rio de Janeiro, 2020.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2021.

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-2**: Instalações de condicionamento de ar — Sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro, 2021c.

[8] AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta, 2020.

[9] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 7726**: Ergonomics of the thermal environments: Instruments and methods for measuring physical quantities. International Standards Organization. 1998.

[10] CALLEJAS, I. J. A; DURANTE, L. C; GUARDA, E. L. A; QUEIRÓZ, H. S. Parede monolítica em Solo-Cimento Autoadensável: Potencialidades para o desempenho térmico de edificações. **In**: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022a. p. 1-13.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2:** Desempenho Térmico de Edificações-Parte 2: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, Rio de Janeiro, 2005.