XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8459

Solo autoadensável com adição de fibra de sisal: produção e avaliação de desempenho térmico e mecânico

Self-compacting soil with sisal fiber addition: production and evaluation of thermal and mechanical performance

Vivianne da Silva Ferreira
UFRJ | Rio de Janeiro | Brasil | vivianne.ferreira@fau.ufrj.br
Marcos Martinez Silvoso
UFRJ | Rio de Janeiro | Brasil | silvoso@fau.ufrj.br
Alice de Barros Horizonte Brasileiro
UFRJ | Rio de Janeiro | Brasil | alicebrasileiro@fau.ufrj.br

Resumo

Diante das limitações de automatização das técnicas tradicionais de construção com terra, alternativas com uso de solo autoadensável, como o solo-cimento autoadensável (SCAA) e a terra vertida, têm sido estudadas. A terra vertida propõe a utilização de baixo teor de cimento e a adição de agregados para a execução de sistemas de vedação vertical (SVV). Com base nesse princípio, a pesquisa desenvolveu dois protótipos de parede com 7,5% de cimento (em massa) em relação ao solo corrigido e adição de hexametafosfato de sódio para conferir plasticidade à mistura, sendo o Protótipo 1 (P1), sem fibras, e o Protótipo 2 (P2), com substituição parcial da brita por fibras de sisal. Após 28 dias, os protótipos foram avaliados quanto sua resistência à compressão, apresentando resultados médios de 2,15 MPa (P1) e 2,76 MPa (P2). Além disso, os protótipos foram avaliados em uma câmara térmica e, nas condições do ensaio, apresentaram boa inércia térmica, sem diferenças significativas entre o traço com fibras e o traço sem fibras. A partir dos resultados obtidos de desempenho é possível afirmar que a técnica tem potencial para aplicação em SVV.

Palavras-chave: Construção com terra. Solo autoadensável. Terra vertida. Fibra de sisal. Solo-cimento autoadensável.

Abstract

Given the automation limitations of traditional earthen construction techniques, alternatives using self-compacting soil, such as self-compacting soil-cement (SCSC) and poured earth, have been studied. Poured earth proposes the use of low cement content and the addition of aggregates for the execution of vertical sealing systems (VSS). Based on this principle, the research developed two wall prototypes with 7.5% cement (by mass) relative to the corrected soil and the addition of sodium hexametaphosphate to provide plasticity to the mixture, with Prototype 1 (P1) having no fibers, and Prototype 2 (P2) having partial replacement of gravel with sisal fibers. After 28 days, the prototypes were evaluated for compressive strength, presenting average results of 2.15 MPa (P1) and 2.76 MPa (P2). Furthermore, the prototypes were evaluated in a thermal chamber and, under the test conditions, exhibited good thermal inertia, with no significant differences between the mix with fibers and the mix without fibers. Based on the performance results obtained, it is possible to state that the technique has potential for application in VSS.

Keywords: Earth construction. Self-compacting soil. Poured earth. Sisal fiber. Self-compacting soil-cement.

FERREIRA, V. S.; SILVOSO, M. M.; BRASILEIRO, A. B. H. Solo autoadensável com adição de fibra de sisal: produção e avaliação de desempenho térmico e mecânico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8459

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, apesar de seus impactos positivos na economia e na sociedade, é um dos setores que mais contribuem para o esgotamento de recursos naturais, impulsionando a busca por sistemas construtivos que utilizem resíduos locais e incorporem materiais de baixo impacto ambiental [1][2]. Nesse contexto, as técnicas construtivas com terra se apresentam como soluções sustentáveis, com bom desempenho térmico, baixa emissão de CO_2 e redução da necessidade de transporte de materiais [3]. Um exemplo de construção com a terra é a taipa de pilão, uma das técnicas mais antigas, caracterizada pela execução de paredes monolíticas com solo levemente umedecido, compactado manual ou mecanicamente em fôrmas [4], e normatizada no Brasil pela NBR 17014 [5].

Além das técnicas tradicionais com terra, destacam-se métodos que utilizam o solo em estado fluido, cujo caráter autoadensável permite o uso de equipamentos comuns da indústria do concreto, como a betoneira [6]. Nesse âmbito, o solo-cimento autoadensável (SCAA) exemplifica essa abordagem ao empregar elevado teor de cimento e plastificantes para aumentar a fluidez da mistura, possibilitando a moldagem de elementos contínuos e monolíticos destinados a sistemas de vedação vertical (SVV) [4][7]. Semelhantemente, a terra vertida utiliza solo fluido com adição de agregados, lançado em fôrmas sem necessidade de compactação [8]. Contudo, a terra vertida apresenta limitações associadas ao alto teor de água, que intensifica a retração e reduz a resistência à tração, favorecendo o surgimento de fissuras [9]. Nesse contexto, pesquisas investigam a utilização de aditivos oriundos da indústria cerâmica capazes de modificar a reologia do solo, buscando alcançar a plasticidade desejada sem a adição de cimento [10].

Adicionalmente, o desempenho de solos com alto teor de argila pode ser aumentado por meio da incorporação de fibras naturais [11], que contribuem para a redução de fissuras e o ganho de resistência mecânica. Todavia, embora possuam impactos positivos na resistência do compósito, sua aplicação apresenta desafios relacionados à variabilidade das propriedades físico-mecânicas, ao comportamento da mistura no estado fresco, ao tamanho e à forma das fibras e ao índice de vazios do compósito [12][13].

Paralelamente, observa-se que os métodos convencionais de construção podem apresentar baixo desempenho térmico, elevando o consumo energético das edificações [14]. Por isso, a avaliação das propriedades térmicas dos materiais da envoltória é fundamental nas fases de projeto [7]. Nesse contexto, o solo oferece excelente amortecimento térmico, uma característica benéfica em regiões com elevada amplitude térmica [9]. Ademais, sua densidade pode ser ajustada durante a construção, possibilitando a regulação do comportamento higrotérmico [9].

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de execução da técnica com métodos construtivos convencionais, e sua aplicação prática em SVV através do desenvolvimento de dois protótipos de parede em solo autoadensável, com base na técnica da terra vertida. Para isso, foram elaborados dois traços, sendo um deles com

substituição parcial da brita por fibra de sisal, a fim de avaliar seus desempenhos térmicos e mecânicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados no desenvolvimento do traço-base foram: terra, areia, água e Cimento Portland CPII F-32, composto que contém fíler calcário em sua formulação, caracterizando-se como material inerte. A partir do traço-base, foram produzidos dois protótipos de parede: o Protótipo 1 (P1), com adição de brita zero, e o Protótipo 2 (P2), com brita zero e fibras de sisal. O aditivo utilizado para conferir plasticidade na mistura foi o hexametafosfato de sódio ($Na_6P_6O_{18}$), composto em pó utilizado na indústria alimentícia e aplicado como defloculante em ensaios de caracterização do solo [15], adotado com base na pesquisa de Ronsoux *et al.* [10].

O solo utilizado foi classificado como areia fina a grossa argilo-siltosa, de coloração vermelha, composto por argila (38%), silte (22%), areia fina (6%), areia média (14%), areia grossa (13%) e pedregulho (7%), apresentando massa específica de 2,69 g/cm³. Para sua correção granulométrica, utilizou-se areia lavada natural, com a massa específica de 2,52 g/cm³, na proporção de 2:3 (terra:areia), em massa. O teor de cimento e de água adotados foram calculados em massa em relação ao solo corrigido sendo 7,5% e 25%, respectivamente. Quanto ao aditivo, empregou-se 0,785% (em massa) em relação ao traço-base – resultado obtido através de ensaios preliminares realizados na mesa de consistência, onde foram avaliados diferentes teores de aditivo, considerando como critério a trabalhabilidade da mistura e um parâmetro de 30 cm de abertura (após o ensaio), uma vez que esse espalhamento pode ser considerado um bom teor para adição de agregados [16].

A brita zero, com massa específica de 2,60 g/cm³, foi dosada em volume em relação ao traço-base, correspondendo a 35% em P1 e 33,79% em P2. Em P2, além da brita, foram incorporadas fibras de sisal de uso comum na construção civil, adquiridas prontas para aplicação e cortadas com comprimento aproximado de 2 cm, na proporção de 0,725% em massa em relação ao traço-base [16]. Observa-se que, nesse protótipo, a soma dos agregados (brita e fibra) resulta em aproximadamente 35% do volume total da composição.

DESENVOLVIMENTO DOS PROTÓTIPOS DE PAREDE

Os protótipos de parede, com dimensões de 0,80 × 0,60 × 0,10 m, foram moldados em fôrmas de compensado naval plastificado. Além da parede, foi moldado também um protótipo de pilar, com dimensões de 1,00 × 0,15 × 0,10 m, sem armadura, a fim de avaliar o comportamento do material em elementos esbeltos. Os traços foram analisados visualmente em estado fresco quanto suas características de exsudação e segregação, com base no Índice de Estabilidade Visual descrito na NBR 15823-2 [17]. Por fim, para cada traço, foram moldados três corpos de prova cilíndricos (CPs de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura) rompidos após 28 dias em uma prensa hidráulica, seguindo as determinações da NBR 17014 [5]. Os consumos dos materiais constituintes para produção de 1 m³ de mistura estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Consumo de materiais para produção de 1 metro cúbico de material

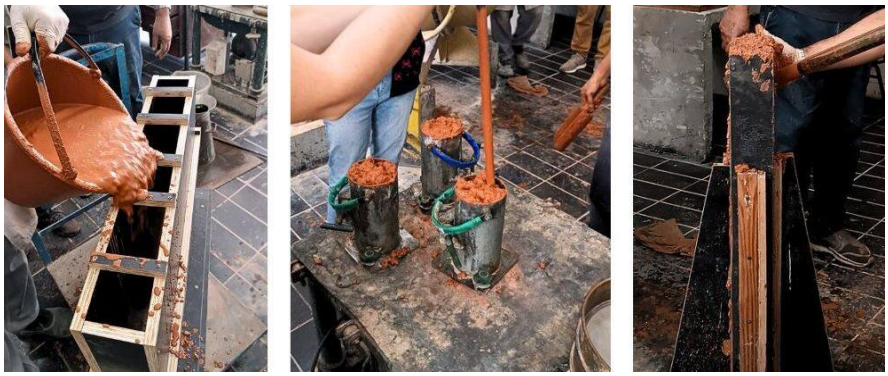
Protótipo		Terra	Areia	Cimento	Água	$Na_6P_6O_{18}$	Brita	Fibra
P1	Traço	1	1,5	0,19	0,62	0,026	2,06	-
	Material (kg)	414,43	621,64	78,74	256,95	10,78	824,71	-
P2	Traço	1	1,5	0,19	0,62	0,026	1,99	0,024
	Material (kg)	414,43	621,64	78,74	256,95	10,78	853,72	9,95

Fonte: o autor.

A mistura foi realizada em betoneira estacionária. O procedimento consistiu na diluição prévia do aditivo $Na_6P_6O_{18}$ em água, sendo essa solução adicionada ao final da mistura dos materiais secos (tal procedimento foi determinado a partir de testes preliminares [16]). O desmolde do protótipo de pilar ocorreu após 2 horas, enquanto os CPs e os protótipos de parede foram desmoldados após 7 dias.

Para a execução de P1, adotou-se a seguinte ordem de adição na betoneira: brita, areia, terra, cimento e a solução. Em seguida preencheu-se a fôrma da parede, o protótipo de pilar e os CPs, adensados em três camadas de 15 golpes cada. O processo de mistura e moldagem do P1 está apresentado na Figura 1.

Figura 1: Preenchimento da fôrma do protótipo de parede (à esquerda); adensamento manual dos CPs (ao centro) e adensamento do protótipo de pilar com vibrador de imersão (à direita)



Fonte: o autor.

Para o P2, a ordem de adição foi: brita, metade das fibras, areia, restante das fibras, terra, cimento e solução. Nota-se que a adição das fibras alterou as características da matriz havendo necessidade de adensamento. Dessa forma, o protótipo de parede foi adensado manualmente com hastes metálicas, o protótipo de pilar adensado com vibrador de imersão e os CPs adensados em três camadas de 15 golpes cada. Esse procedimento está ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Adição das fibras de sisal à betoneira (à esquerda); adensamento do protótipo de parede (ao centro) e adensamento dos CPs com vibrador de imersão (à direita)



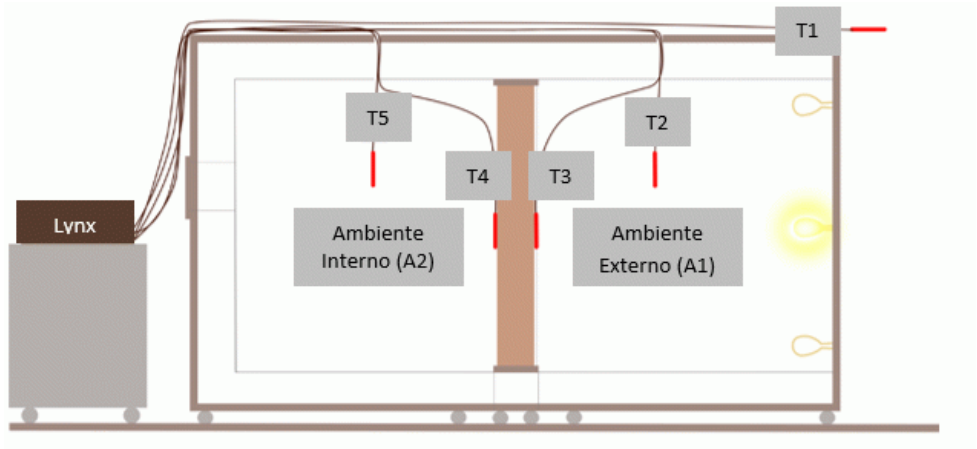
Fonte: o autor.

DESEMPENHO TÉRMICO

A análise do desempenho térmico dos protótipos foi realizada em câmara térmica, construída em compensado naval e isolada com placas de poliestireno expandido (EPS) de alta densidade [14]. O equipamento simula o comportamento térmico de um SVV ao longo de um dia, sendo dividido em dois compartimentos: o ambiente externo (A1), que representa a face externa da edificação, e o ambiente interno (A2), que simula o interior. O módulo de aquecimento voltado para A1 comporta 12 lâmpadas halógenas, no entanto, para esta pesquisa foram utilizadas apenas duas lâmpadas de 70 W cada [14].

A aquisição dos dados foi realizada por sensores do tipo PT-100, com registros a cada 5 segundos, totalizando o monitoramento de cinco pontos de temperatura (Figura 3): T1 — temperatura ambiente externo à câmara; T2 — temperatura de A1; T3 — temperatura da face voltada para A1 (FA1); T4 — temperatura da face voltada para A2 (FA2); e T5 — temperatura de A2. Os sensores foram conectados a um sistema de aquisição de dados Lynx AI2164, e o processamento das informações foi realizado no software AqDados 7.02 [17].

Figura 3: Corte esquemático de representação dos pontos monitorados



Legenda: T = termômetro de monitoramento
Fonte: o autor.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8459

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO MECÂNICO

Os compósitos foram avaliados quanto às suas características táteis-visuais e à resistência à compressão. Os corpos de prova foram capeados com enxofre e rompidos aos 28 dias, conforme as recomendações da NBR 17014 [5].

No traço sem fibras, em estado fresco, observou-se endurecimento gradual da mistura durante o preenchimento das fôrmas. Após o desmolde do pilar, verificou-se que o protótipo se manteve íntegro, sem sinais de esfarelamento e capaz de suportar o próprio peso, mesmo com apenas 2 horas de moldagem. Após desmoldados os CPs notou-se maior surgimento de vazios em comparação à P1, possivelmente em função do avanço do endurecimento da mistura, já que o protótipo foi moldado antes, quando a mistura ainda apresentava maior trabalhabilidade. Após 28 dias de cura, não foram observadas retrações significativas, apenas fissuras superficiais (Figura 4). A resistência à compressão obtida foi um valor médio de 2,15 MPa (Coeficiente de variação = 4,02%), valor inferior aos encontrados na bibliografia consultada [10], porém superior ao mínimo de 1,3 MPa estabelecido para norma de taipa de pilão NBR 17014 [5], utilizada como referência comparativa diante da ausência de norma específica para a técnica.

Figura 4: Protótipo de pilar (à esquerda); rompimento do CP (ao centro) e protótipo P1 (à direita)



Fonte: o autor.

No traço com fibras, observou-se endurecimento mais acelerado, com perda perceptível de trabalhabilidade ainda na betoneira. Esse efeito também foi percebido no desmolde dos corpos de prova e de P2, evidenciado pela presença de vazios. Apesar disso, não foram observadas retrações nem fissuras nos compósitos executados (Figura 5). A perda de trabalhabilidade pode estar associada à absorção da água pelas fibras, uma vez que não foi feito à correção de água para adicionar as fibras, portanto sugere-se que sejam feitos estudos futuros considerando o valor de absorção da fibra. Ainda que o traço não possa ser classificado como autoadensável, a resistência à compressão alcançada foi um valor médio de 2,76 MPa (Coeficiente de variação = 15,74%), valor superior ao mínimo estabelecido pela NBR 17014 [5] para paredes monolíticas de terra, reforçando sua viabilidade para aplicação. Observa-se para P2, quando comparado à P1, uma maior dispersão dos resultados, fato atribuído à presença das fibras. Como referência comparativa para o traço, pode ser considerado o ensaio desenvolvido por Martins [12], embora não se tenha utilizado a mesma

porcentagem de fibras, obteve-se com 0,5% e 1% de fibra de sisal, 1,02 MPa e 0,5%, respectivamente; sendo assim, observa-se que o valor obtido por P2 foi maior do que o identificado na literatura consultada.

Figura 5: Rompimento do CP (à esquerda); protótipo P2 (ao centro) e índice de vazios identificados na parte superior do P2 (à direita)



Fonte: o autor.

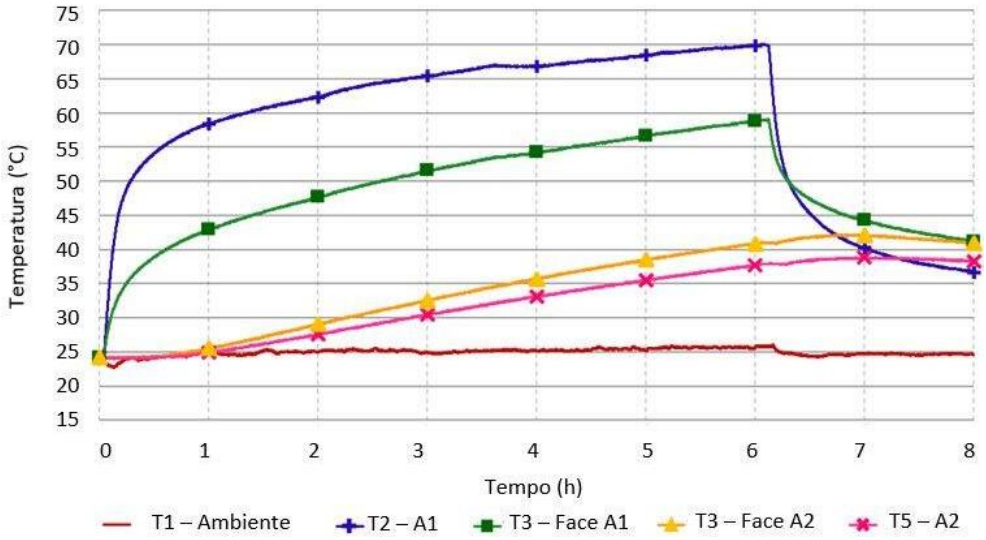
Embora sejam necessários estudos adicionais para ampliar o tempo de trabalhabilidade do material em estado fresco, os resultados indicam que o traço sem fibras apresentou bom desempenho mecânico, enquanto o traço com fibras atingiu resistência ainda maior, sem ocorrência de fissuras superficiais e com aspecto estético mais favorável.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO

O calor gerado pelo módulo de aquecimento no A1 é transferido para FA1 por convecção e radiação; uma vez aquecida FA1, o calor se propaga por condução pela espessura do protótipo até atingir FA2, que passa a aquecer A2 também por convecção e radiação [18]. O fluxo térmico entre os ambientes foi analisado a partir dos dados registrados e representados em gráficos.

Na Figura 6, referente ao P1, a temperatura inicial do ensaio foi de 24,13 °C em todos os sensores. Observou-se, na primeira hora, um pico de aquecimento em T2 e T3, seguido de elevação gradual nas horas subsequentes, enquanto T4 e T5 apresentaram aquecimento lento e contínuo ao longo do ensaio. As temperaturas máximas em T4 e T5 ocorreram apenas 52 minutos após o desligamento do módulo de aquecimento.

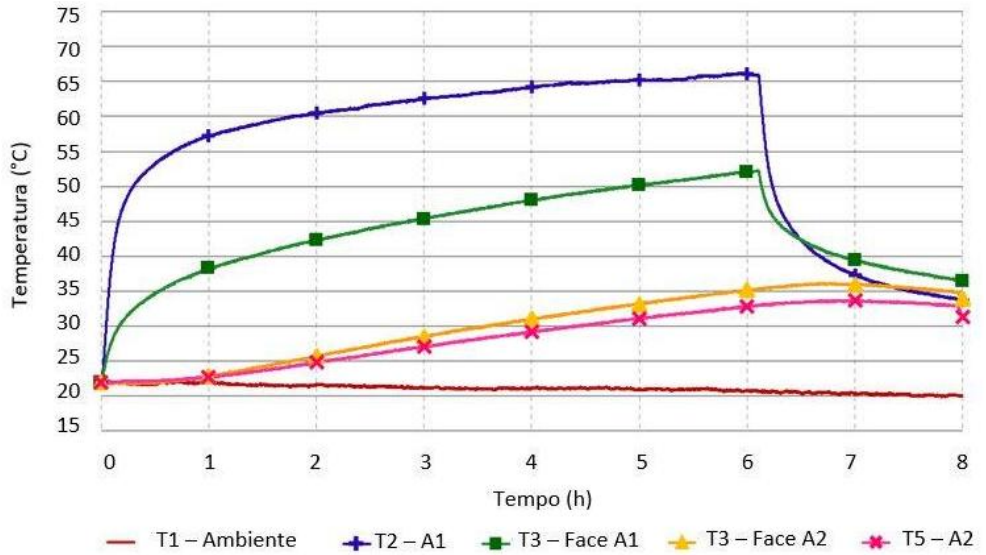
Figura 6: Gráfico do ensaio térmico do P1



Fonte: o autor.

No ensaio de P2 (Figura 7), a temperatura inicial registrada para os sensores foi de 21,93°C. O comportamento térmico foi semelhante ao observado em P1, com picos de aquecimento na primeira hora em T2 e T3, seguidos de elevação gradual, e aquecimento retardado e progressivo em T4 e T5. Contudo, diferentemente de P1, verificou-se distinção no tempo para que T4 e T5 atingissem suas temperaturas máximas: T4 alcançou o pico 39 minutos após o desligamento do módulo de aquecimento, enquanto T5 o atingiu após 63 minutos.

Figura 7: Gráfico do ensaio térmico do P2



Fonte: o autor.

A análise comparativa (Tabela 2) indica que os protótipos retardam o fluxo térmico e possuem boa capacidade de amortecimento térmico, pois as oscilações externas são suavizadas ao serem transmitidas para A2.

Tabela 2: Traço e material para a confecção de 63 litros de mistura

Sensor	P1					P2				
	Temp. O (°C)	Temp. máx. (°C)	Δt (°C)	Am. T. (°C)	Atr. T. (min)	Temp. O (°C)	Temp. máx. (°C)	Δt (°C)	Am. T. (°C)	Atr. T. (min)
T2 – A1	24,13	70,06	45,93	31,21	52	21,93	66,25	44,32	32,51	63
T5 – A2		38,85	14,72				33,74	11,81		

Nota: Temp. O – Temperatura inicial; Temp. máx – Temperatura máxima; Δt – variação térmica; Am. T. – Amortecimento térmico; Atr. T. – Atraso térmico. Fonte: o autor.

Ao analisar as faces, verifica-se que P1 apresentou maior variação de temperatura em FA1, mas o amortecimento foi semelhante ao de P2. Esses resultados sugerem que, em P2, o calor se dissipa mais lentamente no material, porém a transferência entre as faces ocorre de forma mais rápida; já em P1, o calor é dissipado mais rapidamente para o ambiente, com maior retardo entre as faces. Assim, infere-se que a condução térmica não ocorre de maneira equivalente entre os protótipos. No entanto, devido às limitações do tempo de pesquisa, foi realizado apenas um ensaio para cada amostra, portanto para validação estatística e resultados mais precisos, tornam-se necessários testes complementares para avaliar a influência das fibras no comportamento térmico do compósito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na técnica da terra vertida, foram desenvolvidos dois protótipos de parede em solo autoadensável: P1, sem fibras, e P2, com substituição parcial da brita por fibra de sisal. O traço utilizou 7,5% de cimento (massa) em relação ao solo corrigido e aditivo $Na_6P_6O_{18}$ para conferir plasticidade. No entanto, devido ao rápido endurecimento e à perda de trabalhabilidade, P2 exigiu adensamento com vibrador de imersão, não podendo ser classificado como autoadensável.

A comparação entre os protótipos evidenciou que a adição de fibras elevou a resistência à compressão, resultando em melhor desempenho mecânico em P2. Contudo, as diferenças térmicas entre os traços foram discretas, o que indica a necessidade de ensaios complementares para confirmação dos resultados. Ainda assim, ambos os protótipos apresentaram superfícies homogêneas e comportamento satisfatório.

Embora apenas P1 possa ser classificado como solo autoadensável, a técnica demonstrou elevada reprodutibilidade ao empregar materiais acessíveis e equipamentos usuais da construção civil, como betoneira e vibrador de imersão. O desmolde em cerca de 120 minutos favorece o reaproveitamento das fôrmas e reforça a viabilidade de aplicação em SVV. Ademais, os resultados indicam potencial de aplicação em vedações verticais, painéis monolíticos moldados *in loco* e soluções construtivas de baixo consumo energético.

Dessa forma, embora sejam necessários estudos complementares e ensaios adicionais, a técnica demonstra potencial para aprofundamento e investimento. Além disso, visando aplicação prática da técnica em canteiros de obra, indica-se a realização de estudos adicionais de procedimentos de adensamento, aumento do tempo de

trabalhabilidade e de reação teor do aditivo e matriz. Ademais, para trabalhos futuros, sugere-se investigar a absorção de água pelas fibras de sisal, buscando ampliar o tempo de trabalhabilidade da mistura, bem como avaliar o impacto de maiores teores de fibra no comportamento térmico e mecânico da terra vertida.

DECLARAÇÃO USO/NÃO USO DE IA

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou a ferramenta Chatgpt-5.5 para tradução e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] SATTLER, M. A. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis.** Porto Alegre, RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído — ANTAC, v. 8, 2007.

[2] 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.

[3] SAAB, L. S.; MOREIRA, M. R. **A importância da construção com terra em arquitetura contemporânea de destaque.** 9° Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil – TerraBrasil 2024, Salvador, Brasil: TerraBrasil/UFBA

[4] FERNANDES, G. F. **Utilização do solo-cimento auto-adensável na fabricação de blocos de alvenaria.** Ilha Solteira, 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2017.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17014**:Taipa de pilão — Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.

[6] MINKE, G. **Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual.** Tradução: K. Herzfeld; Tradução: R. Loayza; Tradução: G. Peterssen. [S.l.]: Editorial Fin de Siglo, 2005.

[7] 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, 2022. p.1-13.

[8] SUÁREZ-DOMINGUEZ, E. J.; ARANDA-JIMÉNEZ, Y. G. **Diferencia fractal em superficies de tierra vertida con suelo de Tamaulipas.** Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, v. VII, n. México, 2013. p. 65–72.

[9] HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. **Manuel de construction en terre.** Tradução: A. Gomperts. Bruxelas, Bélgica: Bruxelles: CRATerre/PGC/CRA/UNCHS/AGCD, 1985.

[10] RONSOUX, L. et al. **Poured Earth as concrete**. In: Terra 2012, XIth International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage. Lima, Peru, 2014.

[11] WEIMER, G. **Arquitetura popular brasileira**. 1a. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora, 2005.

[12] MARTINS, A. P. S. **Desenvolvimento, caracterização mecânica e durabilidade de compósitos solo-cimento autoadensáveis reforçados com fibras de sisal.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

[13] TRINDADE, A. F. N. **Estudo de Materiais Alternativos para Utilização como Novos Materiais Geotécnicos - Aplicabilidade de Fibras Naturais de Sisal como Reforço de Solos.** XXIV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da PUC- Rio, 2016.

[14] ALMEIDA, T. P. **A influência dos materiais de sistemas de vedações verticais no desempenho termo-energético de edificações: habitações de interesse social no Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo — Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2025.

[16] FERREIRA, V. S. **Terra vertida com fibras de sisal: Uma inovação para o desempenho térmico de edificações.** Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15823-2**: Concreto autoadensável Parte 2: Determinação do espalhamento do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual — Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2017.

[18] SILVA, F. P. G. **Desenvolvimento, caracterização experimental e desempenho termoenergético de bioconcreto contendo resíduo de madeira.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.