

Influência dos materiais na autoadensabilidade do solo-cimento com adição de fibras sintéticas.

Influence of materials on the self-compactness of soil-cement with the addition of synthetic fibers.

Ana Paula da Silva Milani, Dr^a, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.

ana.milani@ufms.br

Robson Raruo Nagata, Bel. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS.

robson.nagata@ufms.br

Resumo

Há a necessidade de projetos mais amigáveis ecologicamente e a aplicação de materiais com menor impacto ambiental neste quesito, sendo então um candidato tecnicamente viável o solo-cimento autoadensável incorporado de aditivo químico e fibras sintéticas (SCAAF). Assim, foi realizado o estudo para a predição de dosagens de misturas compostas por solo, cimento, microfibras de polipropileno, aditivo superplastificante e água; que possam ser aplicadas sem a necessidade de adensamento mecânico para conformação de peças monolíticas de terra. Os resultados mostraram que dosagens de SCAAF com o traço 1:5 (cimento:solo, em massa); o teor de aditivo superplastificante entre 0,8% a 1,2%; o fator água/solo entre 31,00% a 34,75% e a adição de fibras entre 0,06% e 0,10% é uma alternativa viável sob os aspectos de uso de material de baixa energia incorporada, bom desempenho mecânico e potencial aplicação em diversidade de formas pela sua capacidade de autoadensabilidade.

Palavras-chave: Construção com terra; Fluidiez; Microfibra de polipropileno; Superplastificante.

Abstract

There is a need for more ecologically friendly projects and the application of materials with lower environmental impact in this regard, being then a technically feasible candidate, the self-compacting soil-cement incorporated with chemical additive and synthetic fibers (SCAAF). Thus, a study was conducted to predict the dosage of mixtures composed of soil, cement, polypropylene microfibers, superplasticizer additive and water, which can be applied without the need for mechanical densification to form monolithic earth pieces. The results showed that SCAAF mixtures with 1:5 ratio (cement:soil, by mass); the superplasticizer content between 0.8% and 1.2%; the water/soil factor between 31.00% and 34.75% and the addition of fibers between 0.06% and 0.10% is a viable

alternative under the aspects of use of low embodied energy material, good mechanical performance and potential application in diversity of forms due to its self-compacting capacity.

Keywords: Earth construction; Fluidity; Polypropylene microfiber; Superplasticizer.

1. Introdução

Mesmo que por um lado os avanços tecnológicos no setor da construção civil decorram do aceleramento da degradação do meio ambiente, por outro lado, os mesmos também possibilitaram o desenvolvimento social e ideológico; meios onde se constatou que a perpetuação da humanidade depende diretamente da conservação do meio ambiente ao qual é também parte integrante, e isto leva a buscas de materiais ambientalmente mais sustentáveis como menores impactos ambientais, como, por exemplo, o emprego da terra como material de construção (CALDAS, 2021).

A abundância do solo ao longo de quase a totalidade de áreas habitadas pelos seres humanos, o baixo, ou até mesmo inexistente grau de processamento para sua aplicação como material de construção; e ainda a possibilidade de reúso da matéria-prima demonstram o potencial de emprego, existindo a necessidade de estudos, desenvolvimento e melhoramento de técnicas construtivas para a sua adoção como alternativa viável, não somente ambiental, mas também estrutural, econômica e social.

É importante, no entanto, ressaltar que mesmo com a seleção do solo e execução de uma compactação adequada, construções com terra ainda apresentarão limitações e grande suscetibilidade a manifestações patológicas como fissuras, trincas e desconsolidação da matriz, principalmente quando sob efeito de esforços de tração, devido à sua característica frágil, não sendo totalmente corrigido com as adições mais comumente utilizadas, como os aglomerantes de cal e cimento, devido à característica da matriz formada por estas adições também apresentar fragilidade.

Quanto ao caráter executivo, as utilizações de solo como material de construção mais comuns se baseiam na pré-fabricação de adobes ou blocos de terra comprimida, os quais serão consolidados posteriormente com o auxílio de argamassas; e de sistemas construtivos moldados *in loco* como a taipa de pilão e a taipa de mão (CRISTELO et al. 2012).

Recentemente com a publicação da norma Taipa de pilão - NBR 17014 (ABNT, 2022) foram instituídos requisitos mínimos técnicos e construtivos para garantir a segurança da execução destas estruturas à base de solo, sendo essa estrutura monolítica, dependente diretamente da energia de compactação aplicada ao material, refletindo em sistema de formas robusto para conter as pressões horizontais, como também restringir o deslocamento horizontal no processo de compactação da terra.

Neste contexto, é possível afirmar que um avanço deste tipo de sistema construtivo pode se desenvolver pelo viés da concepção de um material com maior resistência mecânica, estabilidade física e eficácia de produção, sendo candidato viável para a execução de paredes monolíticas de solo-cimento a substituição da compactação pelo lançamento sem

adensamento do solo-cimento plástico/fluido incorporado de aditivo químico e fibras sintéticas.

O emprego destas diferentes adições ao solo se justifica para a concepção de um material com maior liberdade técnica e construtiva, podendo ser aplicável em estruturas com maiores solicitações e diversidade de formas orgânicas, preenchendo espaços do processo projetual que procura um material construtivo com flexibilidade e mais amigável sob os aspectos da sustentabilidade.

Nesta proposição, o solo-cimento autoadensável com fibras (SCAAF) utiliza o cimento em teores com o intuito da estabilização da mistura para a consolidação do compósito com propriedades cimentantes superiores à da argila, como também criando condições favoráveis à adição de fibras. Estas fibras necessitam de resistência adequada da matriz cimentícia formada para a sua correta ancoragem no sistema, e assim absorver e retransferir esforços ao longo da estrutura, melhorando a fragilidade do compósito pelo espraio de tensões.

Quanto a adição de fibras, a necessidade da fluidificação da mistura para a sua dispersão homogênea na mistura torna adequado o emprego do aditivo superplastificante, o qual também atuará no alcance da autoadensabilidade do solo-cimento plástico/fluido.

Assim, este trabalho objetiva o estudo da influência de diferentes teores de adição de microfibras de polipropileno combinadamente com teores de adição de cimento e aditivo superplastificante para o alcance da autoadensabilidade da SCAAF, norteando assim, uma sistemática para a predição de dosagens de misturas compostas por solo, cimento, fibras sintéticas, aditivo superplastificante e água; que possam ser aplicadas sem a necessidade de adensamento para conformação de peças monolíticas de terra.

2. Materiais e métodos

O solo arenoso foi proveniente de jazida no município de Campo Grande-MS, e segue sua caracterização física na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização do solo

	Classificação	%
Distribuição granulométrica	Areia grossa (0,60 - 2,00 mm)	10,4
	Areia média (0,20 - 0,60 mm)	76,0
	Areia fina (0,06 - 0,20 mm)	10,4
	Finos (0,002 - 0,06 mm)	3,2
	Material que passa na peneira 4,8 mm	100,00
	Material que passa na peneira 0,075 mm	21,3
Índices físicos	Massa específica (g/cm ³)	2,84
Classificação AASHTO	A-2-4 Areia siltosa ou argilosa	

Fonte: Elaborado pelos autores.

O cimento adotado é o CPV-ARI, com teores de adição de 1:5 e 1:8 em massa de solo, devido ao baixo índice de adições, composto por 90 a 100% de clínquer e gesso, e 0 a 10% de material carbonático (ABNT NBR 16697 2018).

A adoção destes teores limita-se ao intervalo médio dos estudos da autoadensabilidade de solo-cimento transcorridos com o solo arenoso da mesma jazida, que obtiveram resistências à compressão aos 7 dias superiores à 1,0 MPa, analisado nos teores de 1:8 e 1:12 sem fibras (MILANI e BARBOZA 2016) e com fibras nos teores 1:5 e 1:4, com a adição de microfibras de polipropileno (MILANI, PAZ e DIAS 2016).

As fibras utilizadas são microfibras de polipropileno com comprimento de 12 milímetros, densidade de 0,9 g/cm³, resistência à tração de 300 MPa e Módulo de Young de 3000 MPa, nos teores de 0,06 e 0,10% em relação à massa da mistura, sendo o máximo teor sugerido pelo fabricante e o máximo teor sem decaimento das propriedades físicas e mecânicas identificados na avaliação de solo-cimento autoadensável (MILANI, PAZ e DIAS 2016).

O aditivo superplastificantes utilizado é o *MC-PowerFlow* com base de polímeros policarboxilato, com teores de adição de 0,8 e 1,2% em massa de cimento, estes teores de adição possibilitam o atingimento da consistência fluida necessária ao autoadensamento para a aplicação em paredes monolíticas de solo-cimento (MILANI e BARBOZA 2016).

A verificação quanto ao fator água/cimento necessário à autoadensabilidade das dosagens combinadas com os teores de adição acima definidos será feito a partir do ensaio *Slump Flow* (ABNT NBR15823-2 2017), com a adoção do cone de Abrams modificado, com diâmetros de abertura inferior de 50 mm e superior de 100 mm e altura de 150 mm, isto devido ao espalhamento do fluido viscoso sem tensão de escoamento tender ao infinito, sendo este comportamento adequadamente representado pelo ensaio *Slump Flow* modificado, onde o espalhamento deve dar-se entre 320 e 460 mm (FERREIRA 2020).

Para o alcance da autoadensabilidade foi considerado para o estudo de dosagem os tratamentos de referência solo+cimento+aditivo (TR-1, TR-2, TR-3 e TR-4); e os tratamentos adicionados de fibras TF-1, TF-2, TF-3, TF-4, TF-5, TF-6, TF-7, TF-8. Foi adotado o diâmetro de espalhamento no *Slump flow* de 320 mm e 370 mm, com tolerância de ± 20 mm, Figura 1.

Para todas as dosagens foram moldados corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 5 cm e altura de 10 cm e ensaiados aos 7 dias, sendo no mínimo 3 corpos de prova para determinação de resistência a compressão simples e 3 corpos de prova para determinação da resistência à tração por compressão diametral.

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos e físicos passaram por análise estatística a variância (ANOVA) com teste de Tukey, identificando a relevância da variação observada para os diferentes tipos de adições e teores estudado, validando assim, a determinação do teor ótimo de cada adição proposta.

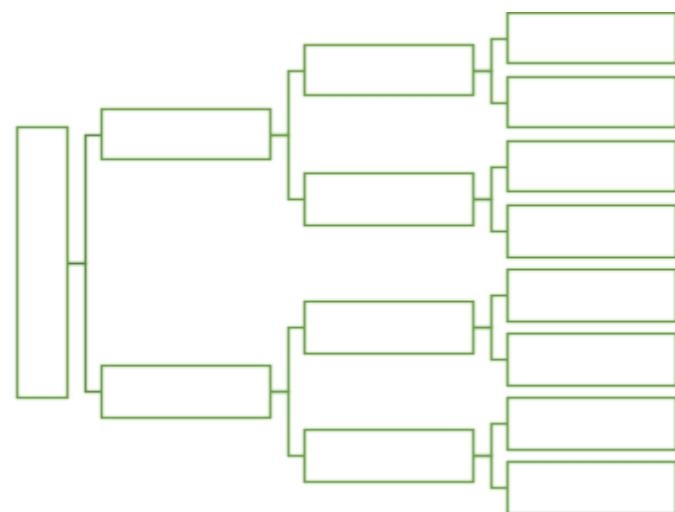


Figura 1: Estudo de dosagem do SCAAF. Fonte: elaborado pelos autores.

3. Resultados

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do estudo de dosagem do SCAAF com a premissa inicial da determinação do teor de adição de água com base no Fator Água/Solo para o espalhamento *Slump flow* de 320 mm e 370 mm.

Houve alteração significativa para as consistências das misturas do *Slump* 320 mm e 370 mm somente pela variação dos teores de adição de superplastificante, água e microfibras, não tendo influência direta na fluidez do SCAAF quando variado os teores de adição de cimento estudados, Tabela 3.

Tabela 2: Fator água/solo para estudo de dosagem do SCAAF

DOSAGEM (cimento:solo:aditivo:fibra)	Fator água/solo (%) Slump 320 mm	Fator água/solo (%) Slump 370 mm
TR-01 (1:8:0,8)	31,00	35,00
TR-02 (1:8:1,2)	30,50	33,50
TR-03 (1:5:0,8)	32,00	35,00
TR-04 (1:5:1,2)	31,00	35,00
TF-01 (1:8:0,8:0,06)	32,50	35,00
TF-02 (1:8:0,8:0,10)	34,00	36,50
TF-03 (1:8:1,2:0,06)	32,00	34,00
TF-04 (1:8:1,2:0,10)	33,50	35,50
TF-05 (1:5:0,8:0,06)	33,50	35,50
TF-06 (1:5:0,8:0,10)	34,75	36,50
TF-07 (1:5:1,2:0,06)	32,50	34,50
TF-08 (1:5:1,2:0,10)	32,50	35,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

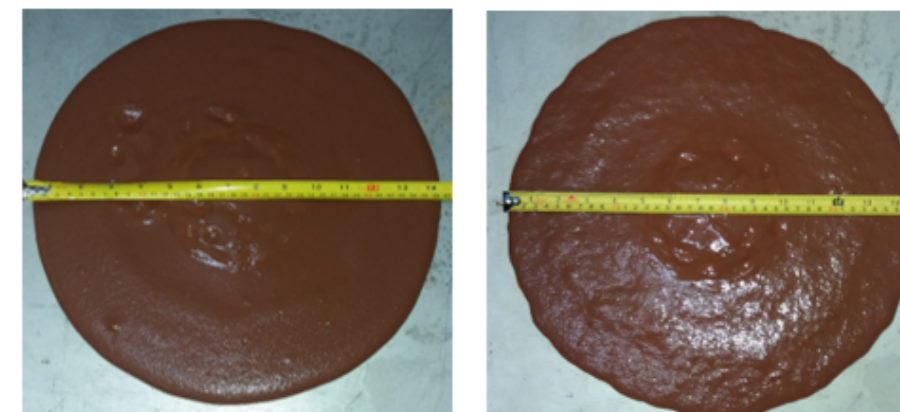
Tabela 3: ANOVA para *Slump* do SCAAF

Análise de Variância ANOVA					
	Adição	Soma de quadrados	Grau de Liberdade	F	p
<i>Slump</i> 320/370	Intercepto	24649	1	75,478	1,83 e-11
	Cimento	406	1	1,243	2,72 e-1
	Superplastificante	7506	1	22,985	2,66 e-05
	Água	109622	16	20,980	7,81 e-14
	Fibras	16378	2	25,075	1,31 e-07
	Resíduos	12083	37		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante o estudo, foi possível observar a interferência das adições de fibras na consistência da mistura no estado fresco, Figuras 2a e 2b. Para as dosagens de referência, sem adição de fibras, a superfície de espalhamento apresentou maior uniformidade comparativamente com as dosagens com adição de fibras. No entanto, não apresentou variação visual significativa nas demais etapas do estudo, bem como no processo de moldagem dos corpos de prova.

Observou-se ainda que a aparente dispersão homogênea das fibras no estado fresco da mistura se manteve no estado endurecido através da inspeção dos corpos de prova rompidos nos ensaios de tração por compressão diametral, Figuras 3a e 3b.



Figuras 2a e 2b: Dosagem de referência (esquerda) e dosagem com adição de fibras (direita). Fonte: elaborado pelos autores.



Figuras 3a e 3b: Dispersão de fibras. Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados dos ensaios mecânicos para a resistência à compressão simples e resistência a tração das dosagens em estudos são dispostos nas Tabelas 4 e 5 e Gráficos 1 e 2.

Tabela 4: Resistência à compressão simples das misturas de SCAAF.

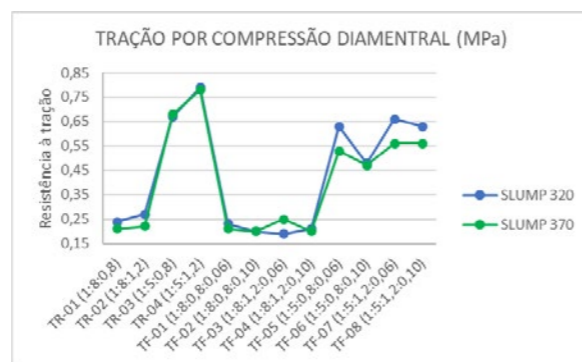
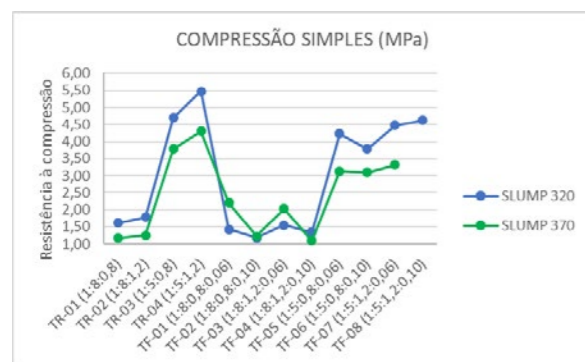
DOSAGEM (cimento:solo:aditivo:fibra)	Resistência à compressão Slump 320 mm			Resistência à compressão Slump 370 mm		
	RC (MPa)	DESV.	VAR.	RC (MPa)	DESV.	VAR.
TR-01 (1:8:0,8)	1,62	0,029	0,01	1,17	0,054	0,003
TR-02 (1:8:1,2)	1,79	0,037	0,01	1,26	0,033	0,001
TR-03 (1:5:0,8)	4,70	0,321	0,103	3,79	0,195	0,038
TR-04 (1:5:1,2)	5,47	0,432	0,187	4,30	0,163	0,027
TF-01 (1:8:0,8:0,06)	1,43	0,041	0,002	2,21	1,299	1,689
TF-02 (1:8:0,8:0,10)	1,18	0,034	0,001	1,23	0,034	0,001
TF-03 (1:8:1,2:0,06)	1,55	0,068	0,005	2,03	0,638	0,407
TF-04 (1:8:1,2:0,10)	1,34	0,028	0,001	1,09	0,041	0,002
TF-05 (1:5:0,8:0,06)	4,23	0,015	0,031	3,13	0,493	0,243
TF-06 (1:5:0,8:0,10)	3,79	0,176	0,031	3,10	0,067	0,005
TF-07 (1:5:1,2:0,06)	4,48	0,256	0,066	3,32	0,872	0,761
TF-08 (1:5:1,2:0,10)	4,63	0,249	0,062	3,66	0,031	0,001

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5: Resistência à tração por compressão diametral das misturas de SCAAF.

DOSAGEM (cimento:solo:aditivo:fibra)	Resistência à tração Slump 320 mm			Resistência à tração Slump 370 mm		
	RT (MPa)	DESV.	VAR.	RT (MPa)	DESV.	VAR.
TR-01 (1:8:0,8)	0,24	0,032	0,001	0,21	0,010	0,000
TR-02 (1:8:1,2)	0,27	0,024	0,001	0,22	0,035	0,001
TR-03 (1:5:0,8)	0,67	0,030	0,001	0,68	0,099	0,010
TR-04 (1:5:1,2)	0,79	0,180	0,033	0,78	0,041	0,002
TF-01 (1:8:0,8:0,06)	0,23	0,015	0,000	0,21	0,010	0,000
TF-02 (1:8:0,8:0,10)	0,20	0,014	0,000	0,20	0,008	0,000
TF-03 (1:8:1,2:0,06)	0,19	0,039	0,001	0,25	0,021	0,000
TF-04 (1:8:1,2:0,10)	0,21	0,016	0,000	0,53	0,024	0,001
TF-05 (1:5:0,8:0,06)	0,63	0,045	0,002	0,47	0,049	0,002
TF-06 (1:5:0,8:0,10)	0,48	0,037	0,001	0,56	0,025	0,001
TF-07 (1:5:1,2:0,06)	0,66	0,013	0,000	0,56	0,058	0,003
TF-08 (1:5:1,2:0,10)	0,63	0,093	0,009	0,63	0,040	0,002

Fonte: Elaborado pelos autores.



Gráficos 1 e 2: Comportamento mecânico das misturas de SCAA. Fonte: elaborado pelos autores.

Foi possível verificar que os resultados obtidos, tanto para compressão axial quanto para tração por compressão diametral apresentaram concordância de variação, representando a homogeneidade do lotes ensaiados, não sendo, no entanto, suficientes para confirmar a real significância e representatividade dos resultados, onde, fez-se necessário o tratamento estatístico dos dados, com o auxílio do software *RStudio*, com a Análise de variância ANOVA, Tabelas 6 e 7, verificado o atendimento às premissas de Normalidade, Linearidade e homoscedasticidade, sem variação anômala dos resíduos.

A análise de variância ANOVA mostrou, para a resistência à compressão simples das dosagens com *Slump* 320 mm, que a variação de todas as adições consideradas apresenta significância no modelo de resistência, enquanto para as dosagens com *Slump* 370 mm, somente a variação do cimento é significativa.

Para a resistência à tração por compressão diametral em ambas as consistências, *Slump* 320 e 370 mm, somente o cimento influi significativamente na variação desta resistência.

Tabela 6: ANOVA para resistência a compressão simples.

Análise de Variância ANOVA					
	Adição	Soma de quadrados	Grau de Liberdade	F	p
Slump 320	Intercepto	26,474	1	314,804	2,20 e-16
	Cimento	112,669	1	1326,097	2,20 e-16
	Superplastificante	1,779	1	20,935	4,01 e-05
	Fibras	3,717	2	21,872	2,82 e-07
	Resíduos	3,653	43		
Slump 370	Intercepto	16,477	1	34,219	1,88 e-06
	Cimento	37,987	1	78,890	5,02 e-10
	Superplastificante	0,270	1	0,5616	0,459
	Fibras	1,142	2	1,1860	0,319
	Resíduos	14,927	31		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 7: ANOVA para resistência a tração por compressão diametral.

Análise de Variância ANOVA					
	Adição	Soma de quadrados	Grau de Liberdade	F	p
Slump 320	Intercepto	0,488	1	72,787	1,23 e-09
	Cimento	1,588	1	236,910	4,57 e-16
	Superplastificante	0,021	1	3,066	0,090
	Fibras	0,082	2	6,127	0,006
Slump 370	Resíduos	0,208	31		
	Intercepto	0,491	1	94,073	6,614 e-11
	Cimento	1,319	1	252,706	2,20 e-16
	Superplastificante	0,0156	1	2,994	0,0935
	Fibras	0,086	2	8,219	0,001
	Resíduos	0,162	31		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a complementação da informação da análise de variância, o Teste de Tukey aplicado mostrou a significância comparativa par-a-par, das variações de dosagem para cada adição considerada (Tabelas 8 e 9).

Para as dosagens com *Slump* 320 mm, com exceção da variação do teor de fibras de 0,06% para 0,10% em massa de cimento, todas as variações foram significativas, com $p < 0,05$ em relação à resistência a compressão, enquanto que para as dosagens com *Slump* 370 mm somente a variação do teor de dosagem de cimento rejeita a hipótese nula com $p < 0,05$, sendo significativa na variação da resistência à compressão.

A análise do Teste de Tukey para a resistência à tração por compressão diametral mostrou que para as dosagens com menor fluidez, *Slump* 320 mm, todas as adições são significantes, no entanto para a adição com fibras somente a variação do teor de dosagem de 0,0 para 0,10% é considerável para a alteração dos valores da resistência.

Para as dosagens com *Slump* 370 mm, a variação do teor de adição de aditivo superplastificante deixa de ser significativa no modelo, possuindo relevância somente as alterações do teor de dosagem de cimento de 1:8 para 1:5 em massa de solo e a variação do teor de dosagem de fibras de 0,0 para 0,10 %.

Em relação à adição de fibras, como esperado, houve variação negativa da resistência a compressão simples, tanto para os teores de adição de 0,06% como para 0,10% em massa da mistura de SCAAF, sendo ambos significativos conforme descrito pela análise de variância. Porém, não houve significância na variação entre os teores de fibras 0,06% e 0,10% possibilitando assim, o emprego de fibras sintéticas no teor máximo avaliado de 0,10% em massa da mistura, sem espera de decaimento relevante da resistência à compressão axial.

Para a resistência à tração, a adição de fibras não apresentou a melhora no comportamento das amostras ensaiadas por meio do ensaio de compressão diametral, não condizendo com o comportamento esperado através da interação da fibra com a matriz do compósito. Sendo assim, necessária a aplicação de outros tipos de ensaios mecânicos que tenham maior sensibilidade para compreensão da ancoragem das fibras e análise de ductibilidade do material final.

Tabela 8: Teste de Tukey para resistência a compressão simples.

	Adição	p
Slump 320	Cimento (1:8-1:5)	1,1 e-12
	Superplastificante (0,08-0,12)	4,01 e-05
	Fibras (0-0,006)	1,23 e-04
	Fibras (0-0,010)	2,59 e-07
	Fibras (0,006-0,010)	1,60 e-07
Slump 370	Cimento (1:8-1:5)	5,02 e-10
	Superplastificante (0,08-0,12)	4,59 e-01
	Fibras (0-0,006)	9,86 e-01
	Fibras (0-0,010)	4,35 e-01
	Fibras (0,006-0,010)	3,50 e-01

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 9: Teste de Tukey para resistência a tração por compressão diametral.

	Adição	p
Slump 320	Cimento (1:8-1:5)	8,17 e-14
	Superplastificante (0,08-0,12)	8,98 e-02
	Fibras (0-0,006)	1,37 e-01
	Fibras (0-0,010)	4,08 e-03
	Fibras (0,006-0,010)	2,95 e-01
Slump 370	Cimento (1:8-1:5)	8,15 e-14
	Superplastificante (0,08-0,12)	9,35 e-02
	Fibras (0-0,006)	1,77 e-02
	Fibras (0-0,010)	1,36 e-03
	Fibras (0,006-0,010)	5,89 e-01

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Contribuições

A análise do estudo de dosagem do solo-cimento autoadensável com fibras (SCAAF) mostrou que os diferentes teores de aditivo químico e fibras sintéticas são mais relevantes quando aplicados à menores fatores água/solo, inferindo maior significância tanto nos valores de resistências à compressão como à tração. No entanto, não houve alteração significativa na trabalhabilidade das dosagens com menores teores de adição de água, atendendo assim ao quesito de autoadensabilidade para todas as misturas.

Considerando os métodos tradicionais de construções com terra, que devem alcançar resistência à compressão simples mínima de 1,3 MPa aos 7 dias de idade, todas as dosagens de SCAAF com traço 1:5 (cimento:solo, em massa) atenderam este critério. Entretanto, para as dosagens de SCAAF com o traço 1:8 (cimento:solo, em massa) não houve completo atendimento à resistência à compressão mínima aos 7 dias, dificultando a empregabilidade ao sistema autoadensável, onde é desejável a obtenção de resistências satisfatórias com menores idades para a otimização produtiva do sistema construtivo.

Para o SCAAF constatou-se que as dosagens 1:5 (cimento:solo, em massa) e o teor de aditivo superplastificante à base de policarboxilato de 1,2% em massa de cimento mostraram melhor desempenho tanto na resistência à compressão quanto para a resistência a tração do compósito.

A adição de fibras nos teores de 0,06% e 0,10% (em massa da mistura) apresentou influência negativa não-significativa na resistência à compressão do SCAAF. Ademais, também não foi relevante a variação do teor de 0,06 para 0,10% de adição de fibras no SCAAF.

O SCAAF mostrou-se uma alternativa viável como material construtivo mais sustentável sob os aspectos de uso da matéria prima de baixa energia incorporada, melhoramento do desempenho mecânico e potencial de aplicabilidade em diversidade de formatos e dimensões pela sua capacidade de autoadensabilidade.



Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15823: 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, 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16697: Cimento Portland** - Requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 17014: Taipa de Pilão** – Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.

CALDAS, L. R.; MARTIN, A. P. de S.; FILHO, R. D. T. **Construção com terra no Brasil: avaliação ambiental da taipa de pilão**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 12, p. e021015-e021015, 2021.

CRISTELO, N. et al. *Soil stabilisation using alkaline activation of fly ash for self compacting rammed earth construction*. *Construction and building materials*, v. 36, p. 727-735, 2012.

FERREIRA, A. P. F. **Proposta de metodologia para determinação da autoadensabilidade do solo-cimento**. Trabalho de Conclusão Final de Curso do Mestrado Profissional apresentada na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2020.

MILANI, A. P. S.; BARBOZA, C. S. **Contribuição ao estudo de propriedades do solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas**. *Ambiente Construído*, v. 16, p. 143-153, 2016.

MILANI, A. P. S.; PAZ, J.; DIAS, F. **Uso de Fibras Artificiais em Compósitos à Base de Solo-Cimento Autoadensável para Aplicação em Paredes de Edificações**. In: 6th *Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials LAT-RILEM Conference*. Cali, 2016.

Estudo dos fatores de desempenho e sustentabilidade do meio urbano a partir da percepção dos moradores

Study of the performance and sustainability factors of the urban environment from the perception of residents

Aline Ramos Esperidião, Doutoranda em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

aresperidiao@gmail.com

Ana Paula Bonini Penteado, Doutora em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

anapaula_bpenteado@hotmail.com

Beatrice Lorenz Fontolan, Mestre em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

fontolanbeatrice@gmail.com

Iolanda Geronimo Del-Roio, Mestranda em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

iroio@alunos.utfpr.edu.br

Alfredo Iarozinski Neto, Professor titular do Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

alfredo.iarozinski@gmail.com

Resumo

O desenvolvimento sustentável vem sendo discutido ao longo dos anos em diversas áreas, principalmente pelo impacto causado no ambiente pelas atividades humanas. No meio urbano, a sustentabilidade está relacionada às características dos bairros, impactando na satisfação dos moradores. Este estudo tem como objetivo analisar, no contexto brasileiro, as percepções de desempenho do entorno dos moradores, a partir de características da vizinhança, do bairro e da cidade. Foi aplicado um questionário *online* em 279 indivíduos, e análises descritivas e multivariadas foram desenvolvidas. Os resultados indicaram a confiabilidade dos aspectos analisados e trazem reflexões sobre os principais aspectos a serem observados no planejamento de bairros e cidades sustentáveis.