

INFLUÊNCIA DO RESÍDUO DA FIBRA DE SISAL NAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS NO ESTADO FRESCO

Samuel Alex Sipert Miranda¹; Cintia Maria Ariani Fontes²; Paulo Roberto Lopes Lima³

1. Bolsista FAPESB, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

ssipert@hotmail.com

2. Orientadora, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: cintiafontes@gmail.com

3. Participante do Projeto, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:

lima.prl.uefs@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo da fibra de sisal, argamassa, propriedades no estado fresco.

INTRODUÇÃO

Em nossa sociedade atual, por causa do desenvolvimento industrial e tecnológico e do crescimento da população, a geração de resíduos vem se intensificando a cada dia. A maioria destes resíduos não possui qualquer perspectiva de aproveitamento e, portanto, nenhum valor comercial, sendo geralmente dispostos em aterros sanitários, ou no pior dos casos, em lixões onde não existe qualquer controle quanto à sua disposição. Devido às leis ambientais mais severas, um esforço vem sendo feito para melhorar a gestão destes resíduos e possibilitar, principalmente, o seu aproveitamento de modo a diminuir os impactos ao meio ambiente e aos seres humanos.

O lodo de esgoto é um resíduo que provém dos sistemas de tratamento dos efluentes urbanos e por causa da crescente expansão destes sistemas, tem ganhado notoriedade em vista do grande volume que é produzido. Estima-se que sejam gerados no Brasil de 150 a 220 mil toneladas de lodo de esgoto por ano (PEDROZA *et al.*, 2010). Todo este lodo necessita de um correto gerenciamento e disposição final devido à presença de organismos patogênicos e metais pesados em sua constituição. A incineração é uma das técnicas de disposição final que vem sendo utilizada em muitos países, pois possibilita diminuição do seu volume e eliminação dos organismos patogênicos. Porém, as cinzas resultantes deste processo ainda contêm metais pesados em sua composição, necessitando, portanto, de uma disposição adequada.

Como grande consumidora de recursos naturais não renováveis, o setor da construção civil vem tentando inserir no seu ciclo produtivo o uso de resíduos, após processo de beneficiamento. Porém, para que isso aconteça de modo a não comprometer as propriedades do material, pesquisas vêm sendo realizadas nesse sentido. A cinza de lodo de esgoto (CLE), por exemplo, vem sendo estudada como adição mineral para a produção de argamassas e concretos (FONTES, 2008) chegando a conclusão que a mesma possui uma maior ação física do que química, por ser um material com baixa atividade pozolânica. Tal fato propicia redução das propriedades mecânicas à medida que o teor de substituição de cimento Portland por CLE aumenta.

Na tentativa de promover um melhor aproveitamento da CLE em matrizes cimentícias, optou-se por utilizar um resíduo agroindustrial, como microrreforço, proveniente da limpeza da fibra de sisal durante operação de beneficiamento na indústria de fios e tapetes. Este resíduo, por possuir uma constituição porosa e granulometria fina, compromete a trabalhabilidade do material quando inserido em matrizes cimentícias. Este estudo tem por objetivo avaliar a influência do resíduo em pó da fibra de sisal (RPFS) no comportamento de argamassas com CLE no estado fresco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

O cimento Portland utilizado na presente pesquisa foi o CP V-ARI, com massa específica de 3,07 g/cm³ e resistência à compressão de 35,1 MPa, aos 7 dias. O agregado

miúdo foi uma areia de rio com massa específica de $2,64 \text{ g/cm}^3$ e módulo de finura de 2,65 e dimensão máxima característica de 1,2 mm. As adições minerais foram as mesmas utilizadas por Santos *et al.* (2011), CLE (Figura 1B) e metacaulinita (MC) comercial, com massas específicas de $2,68 \text{ g/cm}^3$ e $2,72 \text{ g/cm}^3$, e índices de atividade pozolânica (IAP) de 96% e 99%, respectivamente. Para manter a trabalhabilidade das misturas foi utilizado um superplastificante (SP) de 3ª geração, a base de éter carboxílico, com teor de sólidos de 30,86% e um agente modificador de viscosidade (AMV) a base de polímeros de celulose. O resíduo em pó de fibra de sisal (Figura 1A) proveniente do Município de Valente foi coletado na Fábrica de tapetes e carpetes de sisal da APAEB (Associação dos Pequenos Agricultores do Estado da Bahia). Esse tipo de resíduo por ser oriundo da fibra de sisal, apresenta massa específica em torno de $0,90 \text{ g/cm}^3$, conforme estudo realizado por LIMA (2004).



Figura 1. Amostras de RPFS (a) e CLE (b)

O Programa experimental foi desenvolvido visando avaliar a influência do RPFS nas propriedades das argamassas no estado fresco. Para isso foram produzidas argamassas com traço de referência de 0,5:0,3:0,2:0,5:0,75 (cimento:metacaulinita:CLE:areia:água) e adições de 5% e 7% de RPFS, em volume. O espalhamento foi fixado em (400 ± 10) mm visando à obtenção de uma mistura autoadensável para que posteriormente esse material possa ser utilizado na produção de elementos de fibrocimento. Na Tabela 1 encontra-se o traço e o consumo de materiais por m^3 de argamassa para todas as misturas utilizadas na presente pesquisa.

Tabela 1. Traço em massa e consumo de materiais das argamassas por m^3

Mistura	Traço em massa	Consumo (kg/m^3)							
		Cimento	MC	CLE	Areia	RPFS	Água	SP	AMV***
Arg0%	0,5:0,3:0,2:0,5:0,75	388,45	233,07	155,38	388,45	0,00	381,12	0,00	0,00
Arg5%	0,5:0,3:0,2:0,5:0,05:0,75	372,37	223,42	148,95	372,37	37,24	368,50	14,48*	0,37
Arg7%	0,5:0,3:0,2:0,5:0,07:0,75	366,31	219,79	146,52	366,31	51,28	362,50	33,24**	0,37

*Arg5% refere-se a 0,7% SP; **Arg7% refere-se a 1,4% SP; *** AMV: 0,05% da massa de aglomerantes

As misturas foram produzidas utilizando argamassadeira com capacidade útil de 5 litros. Após o processo de homogeneização da mistura ensaios no estado fresco foram realizados (consistência, retenção de água, densidade de massa e teor de ar incorporado) visando avaliar a influência do RPFS. A consistência das argamassas foi avaliada conforme a NBR 13276 (ABNT, 2002), através da mesa de consistência padrão. Para a mistura de referência, o abatimento foi fixado em (400 ± 10) mm. Na Figura 2 encontra-se o espalhamento da mistura de referência.

Métodos de Ensaio

O teor de ar incorporado das argamassas foi obtido utilizando a NBR NM 47 (ABNT, 2005). O equipamento utilizado na obtenção desse parâmetro, pressômetro, encontra-se apresentado na Figura 3.



Figura 2. Espalhamento da mistura de referência



Figura 3. Medidor de ar incorporado (pressiômetro)

A densidade das argamassas foi obtida utilizando cilindro em PVC (Ver Figura 4), segundo o método da NBR 13278 (ABNT, 2005). A retenção de água das misturas (Figura 5) foi obtida segundo o método da NBR 13277 (ABNT, 2005).

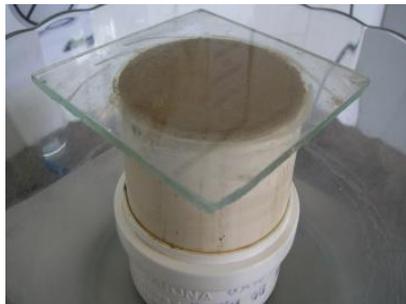


Figura 4. Cilindro em PVC utilizado no ensaio de densidade de massa



Figura 5. Equipamento utilizado na determinação da retenção de água

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos.

Tabela 2: Resultados das propriedades no estado fresco das argamassas

Misturas	Consistência (mm)	Densidade de massa	Teor de ar incorporado (%)	Retenção de água (%)
Arg0%	395	1,74	0,4	88
Arg5%	390	1,53	3,8	96
Arg7%	365	1,47	4,8	99

Avaliando a consistência, verifica-se que, com o uso de superplastificante, foi possível, para uma adição de 5% do resíduo, manter o espalhamento dentro do limite estabelecido (400 ± 10 mm) para a matriz. Para a mistura com 7%, mesmo utilizando o teor máximo de superplastificante, foi verificado uma redução de 30 mm, ou seja, 7,6% na consistência da mistura, o que poderia implicar em dificuldade de moldagem ou na necessidade de uma energia maior de vibração na produção do fibrocimento. No entanto, avaliando os resultados de retenção de água, verifica-se um aumento dessa propriedade proporcional ao teor de adição do resíduo. Como a retenção de água corresponde à propriedade que confere à argamassa a capacidade de não alterar sua trabalhabilidade, mantendo-se aplicável por um período adequado de tempo, verifica-se que adição do resíduo mantém a capacidade da argamassa de ser lançada e moldada de forma adequada. Como as fibras vegetais são hidrofílicas durante o processo de mistura com matrizes a base de cimento elas absorvem grande quantidade de água e podem tornar a mistura momentaneamente menos trabalhável, no entanto essa água continua disponível nos macroporos da fibra e pode facilmente ser liberada para a mistura por vibração.

No entanto, devido à menor consistência da argamassa, com adição de resíduo, é esperado que haja uma maior incorporação de ar durante a mistura, o que pode ser comprovado pelo gráfico da Figura 6. O aumento do teor de vazios, apesar de implicar em redução de até 15% na densidade do material (ver Tabela 2), não indica necessariamente em

perda de durabilidade, pois na argamassa em estado endurecido não é verificado um aumento na capilaridade (Dantas, 2013).

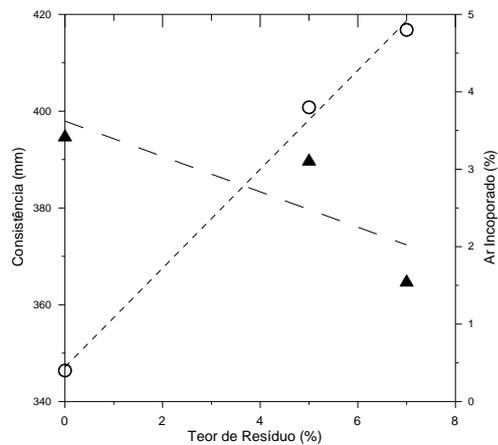


Figura 6. Influência do resíduo na consistência e teor de ar incorporado

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução de resíduos vegetais, oriundos do tratamento de fibras de sisal, podem resultar em um material com maior conforto térmico o que é apropriado para alguns tipos de construções urbanas e rurais. No entanto, a incorporação de materiais hidrofílicos em argamassas de cimento tende a reduzir suas propriedades no estado fresco dificultando sua mistura, lançamento e moldagem. Neste trabalho verificou-se que, com o uso de uma matriz apropriada, utilizando adições minerais e superplastificante, é possível adicionar até 7% de resíduo vegetal e manter uma consistência adequada e maior retenção de água da argamassa.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR NM47: Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método pressométrico, Rio de Janeiro, 2003.
- DANTAS, C.L.D. Avaliação do comportamento físico e mecânico de argamassas contendo resíduo de fibra de sisal e cinza de lodo de esgoto. In: XVII Seminário de Iniciação Científica da UEFS, Feira de Santana. 2013 (em andamento).
- FONTES, C.M.A. Utilização das cinzas de lodo de esgoto e de resíduo sólido urbano em concretos de alto desempenho. 273 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- LIMA, P.R.L. Análise teórica e experimental de compósitos reforçados com fibra de sisal. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- PEDROZA, M.M. *et al.*. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. Revista Liberato, Novo Hamburgo, V. 11, n.16, jul./dez., 2010.