

## EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO E DA AREIA POR DIFERENTES RESÍDUOS NAS PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS

Heloíse de Souza Leite (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Leandro Vanalli (Orientador),  
e-mail: heloiseleite1@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá/ Centro de Tecnologia/Umuarama, PR.

### Engenharias - Engenharia Civil – Construção Civil

**Palavras-chave:** compósitos cimentícios, sustentabilidade, resíduos, aderência.

### Resumo

A utilização de areia de britagem (areia artificial) e cinza de bagaço de cana de açúcar (CBC) para a produção de argamassas de revestimento pode ser uma alternativa, tendo em vista o elevado custo de areias naturais em algumas regiões do Paraná e dos danos ambientais que sua exploração por dragagem pode ocasionar, além da alta emissão de CO<sub>2</sub> na produção do cimento Portland. O presente trabalho apresenta um estudo sobre a viabilidade da utilização de areia proveniente da britagem de rocha basáltica da região de Umuarama-PR, em substituição à areia natural quartzosa e a possível substituição parcial do cimento Portland pela CBC, de forma que melhore as características de desempenho da argamassa em seu estado fresco e endurecido.

### Introdução

Atualmente, a sustentabilidade se tornou um assunto de suma importância, sendo um dos principais desafios enfrentados pela construção civil, visto que esta é uma das maiores atividades geradoras de resíduos. A alta emissão de CO<sub>2</sub> no processo produtivo do cimento Portland, por exemplo, fez com que as indústrias buscassem métodos que conciliassem o desenvolvimento de sua atividade com a proteção do meio ambiente. Além disso, o aumento populacional e a crescente demanda por habitação têm aumentado o consumo dos recursos naturais e conseqüentemente, a busca por novas alternativas voltadas ao uso de recursos naturais locais e aproveitamento dos subprodutos gerados em atividades industriais. Nesse sentido, destaca-se o aproveitamento de resíduos que possam ser incorporados aos materiais da construção civil, a fim de diminuir os consumos regulares de recursos. Dentre estes destacam-se as cinzas de bagaço de cana-de-açúcar, que pode ser utilizada como adição pozolânica na substituição parcial do cimento e dos resíduos do processo de britagem em substituição aos agregados de argamassas e concretos.

## Materiais e métodos

Foram utilizados os seguintes materiais para confecção das argamassas de referência: cimento Portland CII, água potável e areia natural. O traço utilizado foi de 1:3 (cimento: areia) e foram produzidos 10 corpos de prova de 50mm de diâmetro por 100mm de altura, conforme a NBR 7215:1996, tendo em vista que foram rompidos com 7 e 14 dias. A preparação se deu em um misturador mecânico onde inicialmente uma quantidade de água foi adicionada para umedecer o cimento. Em seguida todo o cimento foi adicionado a argamassadeira e esta foi ligada durante 1 minuto. Após esse tempo e sem desligar o misturador, fez-se a adição gradual de areia e do restante da água, tomando cuidado para que não ultrapassasse o tempo limite de 2 minutos. Imediatamente após o término da colocação da areia, a velocidade de mistura foi aumentada para a alta e mantida por mais 1 minuto. Após esse tempo, desligou-se o misturador por 1 minuto e, enquanto isso, a mistura repousou coberta com um pano limpo e úmido. Após esse intervalo, o misturador foi ligado na velocidade alta por mais 1 minuto e 30s. A argamassa foi então colocada no molde fixado sobre a mesa de adensamento, golpeado 30 vezes e após retirado o molde aplicado 30 quedas acionando-se a manivela. O processo foi realizado até se obter a consistência desejada ( $230 \pm 10$  mm), variando a relação água/cimento (a/c) e ligando a argamassadeira por mais 1 minuto a cada adição. Para moldagem dos corpos de prova foram seguidas as recomendações da NBR 7215:1997. Utilizou-se moldes metálicos de base cilíndrica rosqueada, com toda sua superfície interna vedada com óleo. A colocação da argamassa na forma foi feita com o auxílio da espátula, em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, recebendo cada camada 30 golpes uniformes com o soquete normal, homoganeamente distribuídos. Após o último golpe terminou-se a operação com a rasadura na superfície dos corpos de prova, por meio da régua metálica fazendo movimentos de vai e vem. Por fim os corpos de prova foram desformados após 24 horas e mantidos submersos em tanque com água até as idades de ensaio. Para a determinação da resistência à compressão das argamassas seguiu-se as recomendações da norma NBR 5739:2007.

## Resultados e Discussão

Os resultados referentes ao ensaio realizado nas argamassas de referência em seu estado fresco estão apresentados na Tabela e correspondem a média da consistência conferida a cada mistura.

**Tabela 1** – Ensaio de Índice de Consistência.

Argamassa	Índice de Consistência (mm)
1	220
2	221
3	231
Valor médio	221

Para o ensaio realizado com rompimento dos corpos de prova em 7 dias, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 2** – Resultados do ensaio de Resistência a Compressão.

Corpo de prova	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Máxima (kN)	Tensão Máxima (Mpa)
1	1963,49	33,69	17,16
2	1963,49	39,86	20,3
3	1963,49	36,14	18,41
4	1963,49	40,99	20,88
5	1963,49	39,9	20,32
Média	1963	38,11	19,41
Desvio Padrão	0	3,081	1,569
Coefficiente Variação (%)	0	8,084	8,084
Mínimo	1963	33,69	17,16
Máximo	1963	40,99	20,88

Para o ensaio realizado com rompimento dos corpos de prova em 14 dias, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 43** – Resultados do ensaio de Resistência a Compressão.

Corpo de prova	Área (mm <sup>2</sup> )	Força Máxima (kN)	Tensão Máxima (Mpa)
1	1963,49	35,03	17,84
2	1963,49	50,13	25,53
3	1963,49	48,07	24,48

4	1963,49	39,16	19,94
5	1963,49	43,54	22,18
Média	1963	43,19	21,99
Desvio Padrão	0	6,224	3,17
Coeficiente Variação (%)	0	14,41	14,41
Mínimo	1963	35,03	17,84
Máximo	1963	50,13	25,53

## Conclusões

Neste trabalho foi demonstrado a viabilidade de aplicação de areia de britagem (areia artificial) e cinza de bagaço de cana de açúcar (CBC) para a produção de argamassas de revestimento. A análise foi baseada em trabalhos já realizados por outros autores e conclui-se que o possível emprego desses materiais na construção civil tem a finalidade de diminuir a emissão de CO<sub>2</sub> produzido no processo produtivo do cimento Portland e os consumos regulares de recursos naturais, como uma alternativa sustentável.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa PIBIC para a aluna Heloíse de Souza Leite.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, Rio de Janeiro, 2007.

MACEDO, P. C. **Avaliação do desempenho de argamassas com adição de cinza do bagaço de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, 2009.

SCHIAVON JUNIOR, O. L. **Estudo do efeito da adição de pó de basalto no comportamento térmico das argamassas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2017.