

UMIDADE ÓTIMA DA MISTURAS SOLO-CIMENTO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CIMENTO PORTLAND POR CINZA LEVE DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Lucas Cristiano de Oliveira Reino (PIBIC/FA), Carlos Humberto Martins (Orientador), Gabriel Zancan Tomadon (co-autor) e-mail: reino.empec@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia

Engenharia Civil – Mecânica dos Solos

Palavras-chave: Cinza leve, Solo cimento, Umidade ótima

Resumo:

A mistura de solo e cimento Portland proporciona um composto de baixo custo, considerável resistência e durabilidade, quando compactada em umidade ótima. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi analisar a influência da cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar (CBC) na massa específica aparente máxima e teor de umidade ótimo através de ensaio de compactação. Por fim, concluiu-se que a CBC teve pouca influência nas variáveis analisadas.

Introdução:

Solo com adição de cimento, ou seja, o solo-cimento, é uma mistura compactada em umidade ótima que origina um compósito de considerável resistência, durabilidade e baixo custo (FREIRE, 1976). O solo-cimento tem sido estudado como matriz de aproveitamento de resíduos, dentre eles a cinza do bagaço de cana-de-açúcar, cinza de casca de arroz, resíduos da construção civil e muitos outros. Tais resíduos podem apresentar atividade pozolânica, o que permite a substituição parcial do cimento Portland.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar a umidade ótima bem como a massa específica aparente seca máxima para solo-cimento e solo-cimento-CBC, ou seja, a partir de um traço de referência sem CBC, verificar a influência da substituição parcial do cimento por cinzas nos dois parâmetros supracitados.

Materiais e métodos

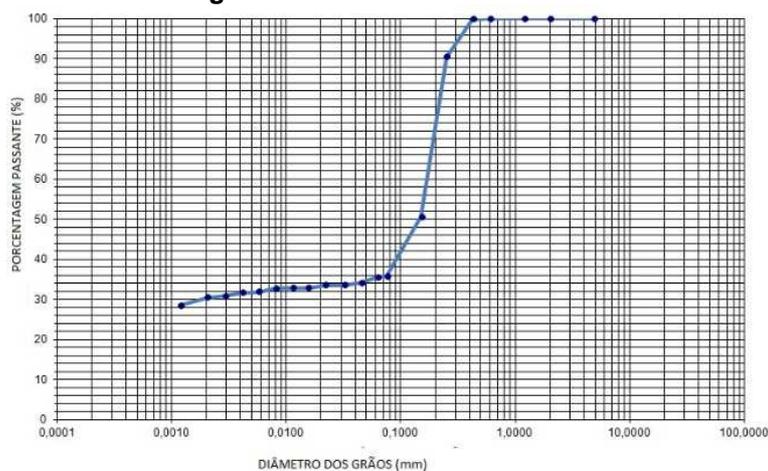
1.1 Características do solo

Utilizou-se solo proveniente da cidade de Mandaguaçu-PR. Trata-se de um solo residual maduro. Optou-se por coletar o solo cerca de 300 cm abaixo da superfície para evitar a presença de matéria orgânica ou algum outro resíduo. Após a coleta, o solo foi espalhado sobre lona para secagem até a umidade higroscópica. Em sequência foi acondicionado em tambores.

A composição granulométrica do solo (Figura 1) foi obtida por uma combinação de sedimentação e peneiramento. A sedimentação foi realizada com o uso de defloculante hexametáfosfato de sódio, de acordo com a NBR 7181 (1984).

Segundo Souza (2007), é necessário saber o limite de consistência (Tabela 1), pois expressam as condições de trabalhabilidade. Segundo a ABCP (1985), os valores recomendados para limite de liquidez e plasticidade devem ser menores que 45 e 18% respectivamente.

Figura 1 – Granulometria do solo



Fonte: Autor, 2016.

Tabela 1 – Limites de liquidez e plasticidade

Ensaio	Valor (%)
Limite de liquidez	25
Limite de plasticidade	15
Índice de plasticidade	10

Fonte: Autor, 2016.

A determinação da massa específica dos grãos foi feita de acordo com a NBR 6508 (1984), e o valor obtido foi de 2,75 g/cm³.

1.2 Características do cimento

O cimento utilizado foi o CPII-Z 32, pois atende aos requisitos de resistência necessários para a fabricação de tijolos de solo-cimento-CBC.

1.3 Características da CBC

As cinzas foram coletadas na usina de açúcar e álcool localizada em São João do Ivaí-PR. Ela estava acondicionada em local descoberto, em forma de monte. Após a coleta, foram colocadas em bandejas para secagem por um período de 15 dias. Em sequência, realizou-se peneiramento. Utilizou-se a peneira 0,15mm, descartou-se o retido e utilizou-se o passante.

1.4 Metodologia

Os ensaios para a determinação da umidade ótima e a massa específica aparente seca máxima foram realizados em conformidade com a NBR 12023 (1992). A energia de compactação utilizada foi a de Proctor normal. O ensaio constitui-se de compactação de amostras em cilindro metálico sob diferentes umidades, a fim de obter a curva de compactação para o material em questão.

Para este trabalho, utilizou-se 6 e 8% de cimento. Depois, foram analisadas a mistura de solo-cimento-CBC substituindo parcialmente o cimento em 25 e 50%. A Tabela 2 apresenta detalhadamente todos os traços que foram utilizados neste trabalho, bem como suas porcentagens de solo, cimento e cinza.

Tabela 2 – Traços utilizados

Traço Mi (Solo;Cimento;; Cinzas)	Composição da mistura			Equivalente em Massa				
	Solo	Cimento	Resíduo	Soma	Solo	Cimento	Resíduo	Soma
	Gramas			%				
Mi 1 (94;6;0)	2350	150	0	2500	94	6	0	100
Mi 2 (92;8;0)	2300	200	0	2500	92	8	0	100
Mi 3 (94; 4,5; 1,5)	2350	112,5	37,5	2500	94	4,5	1,5	100
Mi 4 (92; 6; 2)	2300	150	50	2500	92	6	2	100
Mi 5 (94,3,3)	2350	75	75	2500	94	3	3	100
Mi 6 (92,4,4)	2300	100	100	2500	92	4	4	100

Fonte: Autor, 2016.

Resultados e discussões

A seguir na figura 2 apresenta-se o resultado do ensaio de compactação para 6% de ligante (substituição do cimento por cinza), já na figura 3 é abordado o resultado do ensaio de compactação para 8% de ligante (substituição do cimento por cinza).

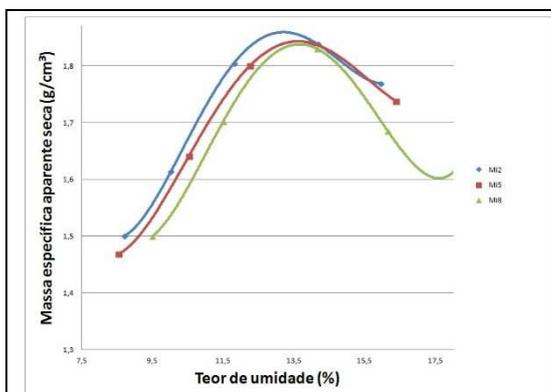


Figura 2 – Resultado do ensaio de compactação para 6% de ligante

Fonte: Autor, 2016.

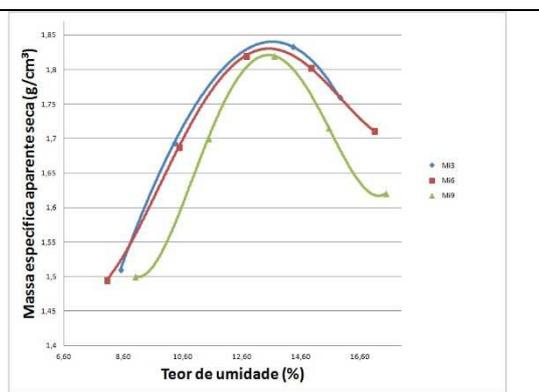


Figura 3 – Resultado do ensaio de compactação para 8% de ligante

Fonte: Autor, 2016.

Com a substituição do cimento Portland por cinzas, não foi possível observar grandes diferenças nos parâmetros analisados. Como mostra na tabela 3 as massas específicas e a umidade ótima, constatou-se uma pequena tendência redução da massa específica aparente seca conforme aumentou-se o teor de substituição e uma pequena tendência ao aumento na umidade ótima. O conhecimento da curva de compactação permite a confecção de materiais resistentes, tais como tijolos, obtendo-se o melhor desempenho do material.

Tabela 3 – Massa específica aparente seca e umidade ótima

Traço	Massa específica aparente seca (g/cm ³)	Umidade ótima (%)
Mi 1 (94;6;0)	1,825	13,7
Mi 2 (94; 4,5; 1,5)	1,823	13,7
Mi 3 (94,3,3)	1,821	13,8
Mi 4 (92;8;0)	1,840	13,5
Mi 5 (92; 6; 2)	1,836	13,9
Mi 6 (92,4,4)	1,832	13,9

Fonte: Autor, 2016.

Conclusão

Conclui-se que a substituição parcial do cimento Portland pela CBC tratada utilizada neste trabalho tende a acarretar uma pequena diminuição da massa específica seca e um leve aumento da umidade ótima para todos os teores de ligante utilizados, explicado pela finura do material ligante

Agradecimentos

Agradeço a Fundação Araucária pela bolsa de estudos concedida.

Referências

_____. **ABNT NBR 12023**: Solo-cimento – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **ABNT NBR 6508**: Grãos de solo que passam na peneira 4,8 mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **ABNT NBR 7180**: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

-FREIRE, W.J. **Tratamento prévio do solo com aditivos químicos e seu efeito sobre a qualidade do solo-cimento**. Piracicaba: Universidade de São Paulo - ESALQ, 1976, 142p. Tese Doutorado

-SOUZA, M.I.B.; SEGANTINI, A.A.S.; PEREIRA, J.A.; **Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.12, n.2, p.205-212, 2007.