

COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO CONCRETO ENDURECIDO COM E SEM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR CINZAS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Daniela Fernanda Silva¹, Adonai Gomes Fineza², Bráulia Aparecida de Almeida Perázio Faria³

Resumo: Esta pesquisa é voltada para o estudo das propriedades físicas do concreto endurecido, comparando o comportamento destes índices quando substituídos partes do agregado miúdo por diferentes teores de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar (CBC). Moldou-se corpos de prova com teores variando entre 20 e 70%, além de corpos de prova sem nenhuma substituição (referência), e ensaiados duas amostras de cada teor aos 28 dias de idade no laboratório de materiais de construção civil da Univiçosa – FACISA. Para esta análise, realizou-se ensaios de massa específica saturado superfície seca, absorção de água e índice de vazios baseando-se na NBR 9778 da ABN que normatiza estes ensaios. Após a realização dos ensaios concluiu-se que, os valores de massa específica não diferem significativamente entre os corpos de prova com e sem substituição parcial do agregado sendo todos classificados como normais baseando-se em seus valores de massa específica de $\pm 2400 \text{ kg/m}^3$. Os índices de vazios e absorção estão diretamente relacionados à quantidade de água adicionados à mistura e, como o teor de 50% necessitou de uma maior quantidade de água para alcançar o slump test requerido, obteve também, o maior valor destes coeficientes.

Palavras-chave: Absorção, ensaios, índice de vazios, massa específica

¹Graduada em Engenharia Civil, especializando em Segurança do Trabalho –FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: dani.vhr@hotmail.com

²Graduado em Engenharia Civil, Mestrado e Doutorado em Geotecnia –FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: engcivil@univicoso.com.br

³Graduada em Matemática, Mestrado em Estatística –FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: braulia.estatistica@gmail.com

Introdução

O concreto é o material construtivo de maior utilização em todo mundo, com uma estimativa de consumo de 11 bilhões de toneladas de concreto por ano, o que corresponde a um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto para cada habitante por ano, segundo maior material consumido no mundo, ficando atrás somente da água.

Concreto é basicamente o resultado da mistura de cimento, água, areia e brita. Na mistura do concreto, o Cimento Portland, juntamente com a água forma uma pasta mais ou menos fluida, dependendo do percentual de água adicionado. Essa pasta envolve as partículas de agregados com diversas dimensões para produzir um material, que, nas primeiras horas, apresenta-se em um estado capaz de ser moldado em fôrmas das mais variadas formas geométricas. Com o tempo, a mistura endurece pela reação irreversível da água com o cimento, adquirindo resistência mecânica capaz de torná-lo um material de excelente desempenho estrutural, sob os mais diversos ambientes de exposição (CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA, 2012).

Cerca de 95% do bagaço proveniente da extração do caldo da cana é comumente queimado nas usinas brasileiras para a produção de energia, resultando deste processo, um grande volume de cinzas. Estas cinzas, por serem de difícil degradação, são geralmente misturadas a uma borra úmida e jogadas sobre a lavoura para adubar o solo, sendo a técnica mais difundida para o descarte do subproduto. Quando queimados, as cinzas da maioria dos produtos agrícolas apresentam grande potencial energético por possuírem composição predominante de Dióxido de Silício (SiO_2) e uma pequena porcentagem de carbono.

A partir de um estudo realizado por Cordeiro (2009) que apresenta a caracterização de uma amostra selecionada de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC) onde, seus resultados laboratoriais comprovaram que aproximadamente 61% do volume total das cinzas proveniente da queima do bagaço da cana-de-açúcar é composto por sílica, viu-se a necessidade de estudar-se de forma mais aprofundada este resíduo, a fim de utilizá-lo como novo aliado no melhoramento

de produtos, principalmente da construção civil. É importante ressaltar que, o estudo realizado com bagaços queimados de forma controlada, podem diferir de forma significativa do bagaço queimado em caldeiras pelas indústrias.

A qualidade final de uma estrutura de concreto armado depende tanto do controle de suas propriedades no estado fresco como no seu estado endurecido. Erroneamente, muitas vezes, o controle tecnológico se restringe aos ensaios de resistência à compressão simples (concreto endurecido), como se este parâmetro, isoladamente, pudesse garantir a qualidade do concreto (GEYER, 2006). O objetivo desta pesquisa é a análise das propriedades do concreto endurecido, absorção, índice de vazios e massa específica, fazendo um comparativo entre concretos convencionais e concretos com substituição parcial do agregado miúdo por CBC e verificar se estas variáveis no traço do concreto afetam diretamente as propriedades estudadas.

Material e Métodos

Conduziu-se esta pesquisa no Departamento de Engenharia Civil da Univiçosa com o apoio do Laboratório de Materiais de Construção Civil da mesma instituição, a fim de analisar as propriedades físicas do concreto endurecido com e sem substituição parcial do agregado miúdo por cinzas de bagaço de cana de açúcar (CBC). Realizou-se os ensaios de Massa Específica, Absorção de Água e Índice de Vazios, baseando-se na NBR 9778 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que prescreve o modo pelo qual deve ser executado o ensaio para determinação da absorção de água, através de imersão, do índice de vazios e massa específica de argamassa e concreto endurecido.

Adotou-se seis teores de substituição do agregado miúdo por CBC: 20, 30, 40, 50, 60 e 70%, além do concreto referência (sem substituição) a fim de analisar o comportamento das propriedades físicas do concreto endurecido quando substituídos, partes do agregado miúdo por cinzas de bagaço de cana de açúcar (CBC) em diferentes teores. O traço utilizado foi 1:2:2, ou seja, para cada

parte de cimento são adicionados duas partes de agregado miúdo e duas partes de agregado graúdo. A relação água/cimento (a/c) para dosagem do concreto foi estimada em 0,55 e utilizado o cimento CPII E-32.

Com a finalidade de verificar se existe diferença significativa entre os índices físicos nos diferentes níveis de substituição do agregado miúdo por CBC realizou-se uma análise de variância (ANOVA) dos dados e o teste de Tukey a um nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Realizou-se ensaios físicos de determinação das propriedades do concreto endurecido, para verificação do comportamento destes coeficientes quando substituídos porcentagens diferentes de agregado miúdo por CBC. Os índices físicos descritos na norma, são definidos através das seguintes equações:

$$\text{Absorção} = \frac{M_{\text{sat}} - M_s}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Índice de vazios} = \frac{M_{\text{sat}} - M_s}{M_{\text{sat}} - M_i} \times 100 \quad (2)$$

$$ME_{\text{SSS}} = \frac{M_{\text{sat}}}{M_{\text{sat}} - M_i} \times 1000 \quad (3)$$

Onde:

M_{sat} : massa do concreto saturado superfície seca (g);

M_s : massa do agregado seco em estufa (g);

M_i : massa do concreto submerso (g);

ME_{SSS} : Massa específica saturado superfície seca (kg/m^3).

Os resultados dos respectivos ensaios estão expressos na Tabela 1 a seguir, onde foi realizado o Teste de Tukey, para análise de variação significativa entre as médias.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios com o concreto endurecido aos 28 dias de idade

Ensaio	Referência	Tensão (MPa) ^{1,2}					
		20% CBC	30% CBC	40% CBC	50% CBC	60% CBC	70% CBC
Massa Específica (kg/m ³)	2446 ^a	2440 ^a	2452 ^a	2442 ^a	2451 ^a	2441 ^a	2451 ^a
Absorção (%)	3,5 ^{bc}	3,8 ^{ab}	3,3 ^{cd}	3,6 ^{bc}	4,0 ^a	3,1 ^{de}	2,7 ^e
Índice de Vazios (%)	8,2 ^{bc}	8,8 ^{ab}	7,9 ^{cd}	8,4 ^{bc}	9,4 ^a	7,2 ^{de}	6,5 ^e

¹ Dados apresentados com média dos coeficientes de cada teor.

* Em uma mesma linha, dados com letras em comum, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

A NBR 9778 classifica o concreto de acordo com a sua Massa Específica como: leve < 2000 kg/m³, normal ± 2400kg/m³ e pesado > 3000kg/m³. A massa específica do concreto endurecido depende de muitos fatores, principalmente da natureza dos agregados (forma e tamanho) e do método de compactação empregado. Quanto maior a relação água/cimento, maior a quantidade e o volume de poros quando a água evaporar.

Conclusões

Baseando-se nos resultados dos ensaios laboratoriais descritos, a fim de analisar o comportamento das propriedades físicas do concreto endurecido quando substituídos, partes do agregado miúdo por cinzas de bagaço de cana de açúcar (CBC) em diferentes teores, pode-se concluir que:

Os valores de massa específica não diferem significativamente entre os corpos de prova com e sem substituição parcial do agregado.

Classificam-se todos os corpos de prova como normal, de acordo com suas massas específicas.

O traço com 50% de substituição de substituição do agregado miúdo apresentou maior índice de vazios e absorção devido a maior quantidade de água na mistura do traço.

Agradecimentos

Ao técnico laboratorista Sr. José Tarcísio, por compartilhar toda sua gama de conhecimento possibilitando a realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

CIVILIZAÇÃO ENGENHEIRA. O Concreto como material construtivo: Da origem às novas tecnologias. UFC. Universidade Federal do Ceará, 2012. Disponível em: <<https://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2012/11/07/o-concreto-como-material-construtivo-da-origem-as-novas-tecnologias/>>. Acesso em: 23 mar 2018.

CORDEIRO, G. C; FILHO, R. D. T; FAIRBAIRN, E. de M. R. Caracterização de cinza do bagaço de cana-de-açúcar para emprego como pozolana em materiais cimentícios. São Paulo, vol 32, 2009.

GEYER, A. L. B; SÁ, Rodrigo Resende de. Importância do Controle de Qualidade do Concreto no Estado Fresco. 2006. Informativo técnico. Ed 2. 8p.

MARTINS, P, B. M. Influência da granulometria agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto. Feira de Santana, 2008. b