

USO DA CINZA LEVE DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATERIAL POZOLÂNICO

THAINÁ RUDNICK^{1*}, CARLOS HUMBERTO MARTINS²; JOÃO PEDRO LOPES³

¹Graduanda em Engenharia Civil, UEM, Maringá, PR, thainarudnick@gmail.com

²Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil, UEM, Maringá, PR, chmartins@uem.br

³Graduando em Engenharia Civil, UEM, Maringá, PR, engjoapedrolopes@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Devido a grande preocupação com o meio ambiente, a procura por tecnologia para aprimoramento e economia de materiais vem aumentando cada vez mais, buscando um desenvolvimento mais sustentável. Tendo em vista que o cimento Portland é o material de construção mais utilizado no mundo, que exige grande demanda de energia e emite grande quantidade de gás carbônico, existem alguns materiais que podem substituir parcialmente a utilização do cimento. Este trabalho tem como objetivo o estudo para substituição parcial do cimento Portland, com o resíduo proveniente da queima da cana de açúcar, em argamassas. Na preparação do estudo, foram respeitadas as recomendações da ABNT NBR 5751:2012 e ABNT NBR 5752:2012 na proporção, moldagem, cura e ruptura dos corpos de prova. Analisando os resultados obtidos, verificou-se que para a argamassa com a cinza leve a resistência à compressão é muito próxima da argamassa somente com cimento, e as argamassas moldadas com cal atingiram a resistência média a compressão de 4,50 Mpa, ou seja, abaixo do valor mínimo estipulado pela norma de 6 MPa. Dessa forma verificou-se que a cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar tem potencial para ser um material pozolânico, porém são necessários outros estudos para confirmar tal afirmação.

PALAVRAS-CHAVE: Cinza Leve, Material Pozolânico. Sustentabilidade

USE OF SUGARCANE BAGASSE FLY ASH LIKE POZZOLAN

ABSTRACT: Because of the concern about the environment, the demand for technology improvement and economy of materials is growing increasingly to seek more sustainable development. Given that Portland cement is the most widely used building material in the world that requires great demand of energy and emits large amounts of carbon dioxide, there are some materials that can partially replace the use of cement. This work aims to study the partial replacement of Portland cement in mortars using the residue from the burning of sugar cane. The paper is in compliance with the recommendations of NBR 5751: 2012 and NBR 5752: 2012 in proportion, molding, curing and rupture of the specimens. Analyzing the results, it was found that for fly ash mortar the compressive strength is very close to the mortar with only cement. Furthermore, the average compressive strength value of the mortar molded with lime was 4.50 MPa which is below the minimum standard value of 6 MPa. Thus, it was verified that the fly ash sugarcane bagasse has the potential to be a pozzolanic material although further studies must be done in order to confirm this statement.

KEYWORDS: Fly Ash, Pozzolanic Material, Sustainability

INTRODUÇÃO

A busca por alternativas sustentáveis para a produção de concretos e argamassas tem sido cada vez mais intensa na indústria da construção civil.

A produção do cimento Portland é uma das atividades industriais que mais emitem gás carbônico na atmosfera, em 2013 o SNIC (Sindicato Nacional da Indústria Cimenteira) divulgou que para cada tonelada de cimento Portland produzida no Brasil, cerca de 580 kg de CO₂ foram emitidos, a maior parte durante a fabricação do clínquer, além de consumir grande quantidade de energia elétrica.

Para substituir o cimento Portland, em alguns casos, têm sido cogitados materiais pozolânicos, ou seja, materiais inorgânicos, naturais ou artificiais, silicosos ou silico-aluminosos, que quando finamente moídos e em presença de água, reagem com o hidróxido de cálcio produzido na hidratação do cimento, formando produtos resistentes. (ACI 116 – R – 00, 2002).

A cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar (CBC) é a resultante do processo de queima do bagaço de cana-de-açúcar que fica retida no lavador de gases acoplado à chaminé da caldeira.

A CBC é um resíduo abundante, somente a usina Renuca Vale do Ivaí S/A processou durante a safra 2015/2016 cerca de 1.500.000 toneladas de cana-de-açúcar, gerando mais de 24.000 toneladas de cinza leve úmida. Sendo o Brasil o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com previsão de produzir durante a safra 2015/2016 um total de 654,6 milhões de toneladas de cana (CONAB, 2015), nota-se que uma quantidade muito grande de CBC é gerada.

Toda essa cinza produzida costuma ser destinada para uso como fertilizante do solo, mas a mesma não apresenta características eficientes para tal uso.

Sendo assim, a substituição do cimento por material pozolânico como a cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar, também será benéfica para as indústrias e principalmente para o meio ambiente, pois irá reduzir tanto o consumo de matéria-prima para a fabricação do clínquer quanto a poluição atmosférica causada pelo processo de produção de cimento altamente poluidor. (MARTINS, 2016).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho da cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar como possível material pozolânico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A CBC utilizada como objetivo da pesquisa foi coletada na usina Renuca Vale do Ivaí S/A, localizada na cidade de São Pedro do Ivaí – PR.

Após a coleta, a cinza foi disposta em bandejas e deixada ao ar livre para que secasse até estar próxima da umidade higroscópica, passando então por um pré-peneiramento (malha de aproximadamente 5mm) para retirada de sujeira e pedaços de bagaço de cana-de-açúcar que não foram inteiramente queimados. A figura 1 ilustra a coleta do material.

Figura 1 – Cinza coletada na Usina Renuca



A cinza foi peneirada mecanicamente e a parcela usada no trabalho foi a passante na peneira 0,15 mm.

Foram realizados os ensaios de massa específica da CBC, da cal e do cimento utilizados, seguindo as orientações da ABNT NBR NM 23 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica, que determina o uso do frasco de Le Chatelier para a realização do ensaio.

A cinza estudada foi enviada para o Laboratório de Construção Civil do IPT em São Paulo, para ensaio de determinação de atividade pozolânica, através do Método Chapelle modificado, descrito na ABNT NBR 15895.

Para analisar o comportamento da cinza na argamassa de cimento, foram feitas as argamassas A (apenas com cimento) e a argamassa B (cimento + CBC), e para analisar o comportamento da CBC aliada com a cal, foi preparada a argamassa C (cal + CBC).

Com as massas específicas da CBC, da Cal e do Cimento Portland e de acordo com as recomendações das ABNT NBR 5751 e ABNT NBR 5752, foram calculadas as quantidades de cinza leve do bagaço de cana-de-açúcar que seriam utilizadas em cada argamassa.

Os processos de mistura e moldagem dos corpos de prova foram iguais para as argamassas de cimento e de cal, sendo orientadas pela NBR 7215 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.

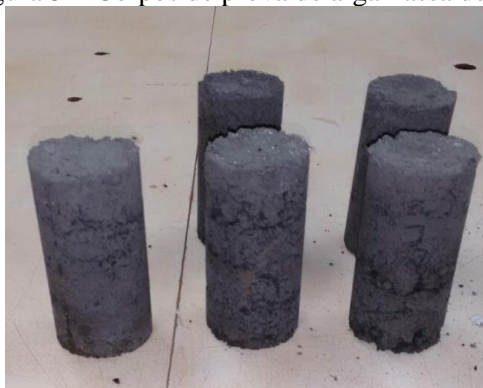
A cura dos corpos de prova seguiu procedimentos diferentes para as argamassas de cal e de cimento. Os corpos de prova de argamassa de cimento ficaram 28 dias em processo de cura que seguiu os procedimentos da ABNT NBR 5752:2012. Já os corpos de prova moldados com cal e CBC tiveram a cura estipulada em 7 dias, conforme ABNT NBR 5751:2012.

Após a cura, os corpos de prova de argamassa de cimento foram capeados com enxofre, figura 2, e rompidos em prensa mecânica, enquanto que os corpos de prova de argamassa de cal, figura 3, foram rompidos na prensa CBR, sem a necessidade de capeamento.

Figura 2 – Corpos de prova de argamassa de cimento capeados



Figura 3 – Corpos de prova de argamassa de cal



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do ensaio de Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado – Método Chapelle modificado foi de 612 mg $\text{Ca(OH)}_2/\text{g}$ amostra.

As massas específicas calculadas para os materiais foram:

Tabela 1 – Massas Específica dos materiais

Material	Cimento	Cal	CBC
ρ (g/cm ³)	2,96	3,09	2,20

Com os resultados das massas específicas e do ensaio de consistência foram dimensionados os traços das argamassas A, B e C como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade de materiais para os traços de argamassa

Argamassa	A	B	C
Cimento (g)	312,00	202,80	-
Cal (g)	-	-	104,00
Água (ml)	155,00	195,00	225,00
Areia (g)	936,00	936,00	936,00
CBC (g)	-	81,16	149,00

A resistência dos corpos de prova da argamassa de cimento está representada na figura 4, e o resultado obtido pela argamassa com cal na figura 5.

Figura 4 – Resistência a compressão em MPa das argamassas de cimento

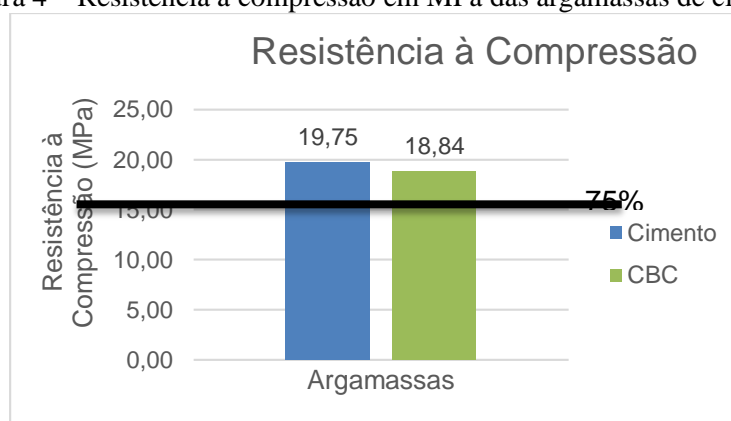
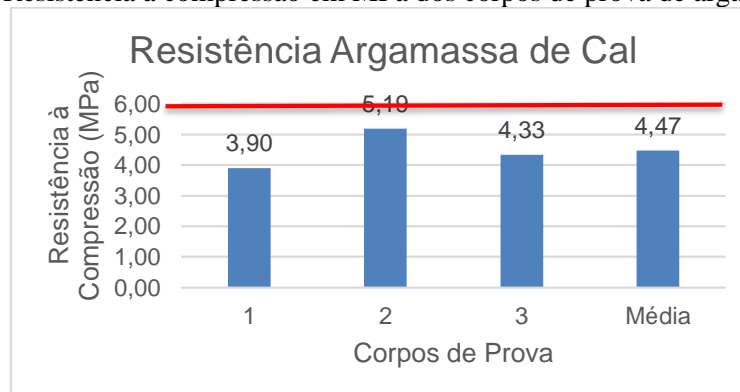


Figura 5 – Resistência à compressão em MPa dos corpos de prova de argamassa de cal



O índice de água requerida calculado para a argamassa B, calculado de acordo com a ABNT NBR 5752 foi de 125,80%.

CONCLUSÃO

Analisando os requisitos que a ABNT NBR 12653:2012 estabelece, a CBC atende ao índice de atividade pozolânica com cimento aos 28 dias, em relação ao controle, a argamassa B apresentou cerca de 95% da resistência da argamassa A que representa o traço de referência.

Enquanto isso o índice de água requerida e o índice de atividade pozolânica com cal aos 7 dias, não apresentaram o resultado esperado. A CBC consome mais água do que o cimento, precisando de

maior quantidade de água para atingir a mesma consistência. Deve-se estudar alternativas para usar menos água na preparação da argamassa, podendo ser estudado o uso de algum plastificante.

Já a argamassa moldada com cal e CBC não atingiu o limite de 6 MPa recomendado pela NBR, mas apresentou um valor razoável de resistência, podendo ser repetido o ensaio com os devidos cuidados para verificação dos resultados.

O material apresenta potencial pozolânico, por atender o índice de atividade pozolânica com cimento aos 28 dias, porém, é preciso analisar os demais fatores, tais como a reação do material com a cal e também o índice de água requerida, que devem ser estudados em trabalhos futuros.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, “ACI Committee 116. R-00. “Cement and concrete terminology”. ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, Detroit: American Concrete Institute, 2002, 73 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR NM 23: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2000.

_____. ABNT NBR 5751: Materiais pozolânicos – Determinação de atividade pozolânica com cal – Índice de atividade pozolânica com cal – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

_____. ABNT NBR 5752: Materiais pozolânicos – Determinação de atividade pozolânica com cimento Portland – Índice de atividade pozolânica com cimento – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

_____. ABNT NBR 12653: Materiais pozolânicos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. ABNT NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. Relatório anual 2013. Disponível em: <http://www.snic.org.br/relatorio_anual_dinamico.asp>. Acesso em: 19 maio 2015.

MARTINS, C. H. ALTOÉ, S. P. S. HOJO, L. Y. C. CASTRO, T. R. Aplicação da cinza pesada e leve da queima do bagaço de cana-de-açúcar em concretos, argamassas e pavimentos. In: SILVA, A. L. C. BENINI, S. M. DIAS, L. S. (Orgs). Fórum Ambiental: uma visão multidisciplinar da questão ambiental. Tupã : ANAP, 2016, p.357-384.