



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CIMENTO POR MICROSSÍLICA DA CINZA DE CASCA DE ARROZ (CCA): EFEITOS NA DURABILIDADE¹

**Tamile Antunes Kelm²; Gustavo Martins Cantarelli³; Bóris Casanova Sokolovicz⁴;
Thiana Dias Herrmann⁵; Cândida Bernardi⁶; Tiago Bohn⁷.**

¹Trabalho resultante de atuação de bolsista em projeto do grupo PET de Engenharia Civil da Unijuí.

²Estudante do Curso de Engenharia Civil do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia; E-mail: tamille.ak@bol.com.br

³Professor do Departamento de Engenharia Civil Coordenador (ou membro) do Projeto de Extensão: Gustavo Martins Cantarelli E-mail: gustavo.cantarelli@unijui.edu.br

³Professor do Departamento de Engenharia Civil Coordenador (ou membro) do Projeto de Extensão: Bóris Casanova Sokolovicz; email: bsokolovicz@yahoo.com.br

⁵ Aluno do curso de Engenharia Civil da UNIJUI e bolsista PET; email: thiana_herrmann@hotmail.com

⁶ Aluno do curso de Engenharia Civil da UNIJUI e bolsista PET; email: candidabernardi@hotmail.com

⁷ Aluno do curso de Engenharia Civil da UNIJUI e bolsista PET; email: tiago.r.bohn@hotmail.com

Resumo

Nos últimos anos, a adição de resíduos agroindustriais como materiais pozolânico em concretos vem sendo bastante estudada, pois além de vantagens no campo ambiental e econômico, resulta também em vantagens no campo técnico. No Brasil, a adição da cinza de casca de arroz ao concreto seria extremamente significativa já que o país encontra-se entre os 10 maiores produtores de arroz do Mundo (FAO (2005) apud PEDROZO (2008)). A crescente demanda pelo uso desses resíduos e subprodutos torna o estudo de suas aplicações uma necessidade, que contribui não só para o surgimento de um benefício ecológico, mas também econômico. A adição, além de diminuir o custo da produção de concretos, reduz os impactos ambientais, e também melhora algumas de suas propriedades físicas mecânicas. Através da dosagem experimental, analisaremos a influência da substituição de cimento por microssílica da cinza de casca de arroz (MCCA) em teores de 10%, 15% e 20%, avaliando suas propriedades de durabilidade, em relação a um concreto referência moldado somente com cimento, nas idades de 7 e 28 dias.

Palavras-chave: concreto, cinza de casca de arroz, durabilidade

Introdução

As adições minerais são materiais inorgânicos finamente divididos, com finura menor ou igual ao cimento, que vêm sendo há muito tempo incorporadas ao concreto estrutural ou utilizados na fabricação do cimento composto com o intuito de melhorar as propriedades de





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

resistência mecânica e de durabilidade, associado também à economia de custos de produção e à redução de impactos ambientais provocados pela indústria cimenteira (HOPPE, 2008).

Segundo Frizzo (2001), as adições minerais podem ser introduzidas no concreto, por substituição parcial do cimento, por adição, aumentando a quantidade de material aglomerante, ou como agregado miúdo. As adições minerais são classificadas em dois grupos: pozolanas e cimentantes. As pozolanas mais utilizadas são a sílica ativa (SA), cinza volante (CV), e a cinza de casca de arroz (CCA), que necessitam do CH (Hidróxido de cálcio) presente no cimento Portland, para formar compostos resistentes. Já as adições cimentantes como a escória de alto forno (E) e a cinza volante com altos teores de cálcio (CV/A), não necessitam do CH presente no cimento Portland para formar produtos cimentantes, como o C-S-H (Silicato de Cálcio Hidratado). Porém, a sua auto-hidratação é bastante lenta, e a quantidade de produtos cimentados formados é insuficiente para aplicação do material para fins estruturais.

A cinza de casca de arroz é um resíduo agro-industrial decorrente do processo da queima do arroz para geração de energia no processo de beneficiamento do grão. Devido ao elevado teor de sílica (superior a 92%) presente em sua composição química, ela se encontra em várias aplicações na construção civil como pozolana agregada em cimentos, concretos e argamassa. Quando adicionada em concretos, possibilita um aumento da durabilidade devido a redução da porosidade e refinamento dos poros, resultando em concretos mais compactos e resistentes a agentes agressivos.

Segundo Isaia(1995) apud Cantarelli (2007), a porosidade é influenciada basicamente pela relação a/c (água/cimento), cura e compactação do concreto. A relação a/c juntamente com o grau de hidratação são fatores decisivos porque definem a porosidade capilar, logo, a maior ou a menor facilidade de transporte de líquidos ou gases pelo concreto.

A absorção capilar é uma das propriedades que regem no transporte de íons para o interior do concreto, ocorrendo principalmente em concretos aparentes e naqueles em contato com solo úmido ou sujeitos a ciclo de molhagem. Ao ser molhada, uma estrutura de concreto armado exposta absorve água por capilaridade; ao secar, libera novamente a água que foi absorvida. A maior ou menor quantidade de água absorvida facilita ou dificulta a difusão de gases no concreto, afetando a sua durabilidade.

Cascudo (1997) apud Cantarelli (2007), afirma que a absorção capilar é dependente da porosidade aberta, isto é, de poros capilares interconectados entre si, o que permite o transporte de substâncias líquidas contaminadas para o interior do concreto. A absorção, depende sobretudo do diâmetro dos poros e apresenta forças de sucção capilar tão ou mais intensas quanto menores forem os diâmetros capilares e inter-relaciona-se ainda com as características intrínsecas do líquido, tais como a viscosidade e tensão superficial.

A água quimicamente combinada ou água de cristalização é a água integrante da estrutura dos produtos hidratados do cimento (C-S-H, Ca(OH)₂) que somente pode ser liberada quando os produtos hidratados são decompostos por aquecimento. Segundo Duarte (2008), para relações a/ag maiores existe maior espaço livre entre as partículas, uma vez que para mesma quantidade de água existe menos aglomerante, resultando maior porosidade e mais espaços para ocupação pelos produtos hidratados que geralmente são maiores, como é o caso do



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

hidróxido de cálcio que tende a se formar em cristais de grandes dimensões ou em grandes aglomerados. Já para as relações a/ag menores existe mais aglomerante e os cristais se hidratam em tamanhos menores por haver menos espaço livre e o resultado é uma menor quantidade de água combinada.

O presente trabalho tem como objetivo analisar a influência da substituição de cimento por microsilica da cinza de casca de arroz, quanto ao desempenho das variáveis relacionadas com a durabilidade do concreto por ensaio de absorção capilar e água quimicamente combinada.

Metodologia

Para o princípio da pesquisa foram adotadas as normas da ABNT (*Associação Brasileira de Normas Técnicas*) regendo os procedimentos de ensaio e o método de dosagem de *Helene e Terzian*, de 1992. Utilizou-se o cimento portland CP V – ARI que tem como características atingir altas resistências já nos primeiros dias da aplicação. O desenvolvimento da alta resistência inicial é conseguido pela utilização de uma dosagem diferente de calcário e argila na produção do clínquer, bem como pela moagem mais fina do cimento, de modo que, ao reagir com a água, ele adquira elevadas resistências, com maior velocidade.

Através da análise do diagrama de dosagem obtido após ensaios de trabalhabilidade, foram tomadas duas relações água/aglomerante: 0,45 e 0,55, calculando-se dois traços referência, um para cada:

- a/c 0,45; traço: 1: 1,91 : 2,29
- a/c 0,55; traço: 1: 2,64 : 2:86

Para cada fator a/c houve quatro moldagens; a primeira sem substituição de cimento por MCCA, a segunda com substituição de 10%, a terceira com substituição de 15%, e a última com substituição de 20%, somando assim oito moldagens. Seguindo a norma NBR 5738 (Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos-de-prova), foram confeccionados 18 corpos-de-prova para cada traço, em moldes cilíndricos com dimensões de 10 centímetros de diâmetro por 20 centímetros de altura.

O ensaio de absorção capilar será executado conforme a NBR 9779 – Argamassa e concreto endurecidos - determinação da absorção de água por capilaridade, que determina que as amostras devem ser constituída de no mínimo três corpos-de-prova, obtidos de testemunhos extraídos, na qual cada um deve apresentar 2500 cm³

Após serão determinados a massa do corpo-de-prova ao ar e secá-los em estufa à temperatura de 105 \pm 5°C, até constância de massa. O corpo de prova é resfriado a temperatura de 23 \pm 2°C, e determinado a sua massa.

Os corpos de prova serão posicionados sobre suportes, preenchendo com água o recipiente de ensaio, de modo que o nível d'água permaneça constante a (5 \pm 1)mm acima de sua face inferior.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

Durante o ensaio, será determinado a massa dos corpos-de-prova com 3h, 6h, 24h, 48h e 72h, contadas a partir da colocação destes em contato com a água, na qual a cada etapa, os corpos de prova devem retornar imediatamente ao recipiente de ensaio.

Após a última etapa, os corpos-de-prova serão rompidos por compressão diametral, conforme a NBR 7222, de modo a permitir a anotação da distribuição da água no seu interior. A absorção de água por capilaridade se dará por:

$$C = (A - B) / S \quad (1)$$

Onde:

C = absorção de água por capilaridade, em g/cm³

A = massa do corpo-de-prova que permanece com uma das faces em contato com a água durante um período de tempo especificado, em g;

B = massa do corpo-de-prova seco, assim que este atinngir a temperatura de 23±2 °C

S = área da seção transversal, em cm²

Para a realização do ensaio de água quimicamente combinada, as amostras de pó serão retiradas dos corpos de prova de concreto e submetidas ao processo de paralização de reação, secagem e acondicionamento. O teor de água combinada será determinado pela diferença de massa da amostra aos 105°C (P105) e 550°C (P550).

O teor de água combinada é dado por:

$$AC = [(P105 - P550)] / P105 \quad (2)$$

O valor P105 será determinado pesando 20g de amostra, levando-a para a estufa a uma temperatura de 105°C e o valor P550 será determinado levando as amostras para uma mufla com temperatura de 550°C, mantendo durante uma hora e depois colocadas num dessecador até atingir a temperatura ambiente e após pesadas.

Resultados e Discussão

Essa pesquisa está em pleno andamento e como não temos dados suficientes não queremos tirar uma visão precipitada dos mesmos, decidimos redigir esse artigo somente com o intuito de validar a metodologia aplicada. Ela tem como base a proposta de reduzir o consumo de cimento em concretos e seu impacto ambiental, já que o maior problema quanto ao uso do cimento Portland em altas porcentagens é sua atribuição à característica de vilã ambiental, pois implica na produção de 90% de gás carbônico da indústria de concreto. Como este fato é importantíssimo tanto para a construção civil como para uma sociedade comum, decidimos esperar o acúmulo de maiores dados e a realização dos referidos traços com suas diferentes porcentagens, para termos plenos condição de concluirmos esta pesquisa.

Conclusões

Ainda não temos dados suficientes para concluir a pesquisa. Pois precisamos obter as resistências para assim poder fazer um comparativo para cada traço com substituição parcial





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

de cimento por microssílica comparando com o traço referencia, ou seja, o traço somente com cimento. Dessa maneira, após os ensaios realizados em cada idade, poderemos observar a influencia da microssílica nas propriedades de durabilidade.

Agradecimentos

Agradecemos pela bolsa PET/MEC/SESU, ao LEC (Laboratório de Engenharia Civil), a SUPERTEX pela doação do cimento e a Pedreira Tabbille pela doação dos agregados.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:** Moldagem e Cura de Corpos-de-prova Cilíndricos ou Prismáticos de Concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 1994. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222:** Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndrico. Rio de Janeiro, 2010. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779:** Argamassa e concreto endurecidos - determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 1995. 2p.

CANTARELLI, Gustavo. **Percolação de água em protótipos de concreto com elevados teores de escória e cinza volante com adição de cal.** 2007. 107p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

DUART, Marcelo Adriano. **Estudo da microestrutura do concreto com adição de cinza de casca de arroz residual sem beneficiamento.** 2008. 134p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

FRIZZO, Benildo Tocchetto. **Influência do teor e da finura de pozolanas na permeabilidade ao oxigênio e na absorção capilar do concreto.** 2001. 158p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

HELENE, PAULO; TERZIAN, PAULO. MANUAL DE DOSAGEM E CONTROLE DO CONCRETO. SÃO PAULO: PINI; 1992. 349 P.

HOPPE, Alessandro Eduardo. **Carbonatação em concreto com cinza de casca de arroz sem moagem.** 2008. 148p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 JP - XVI Jornada de Pesquisa

PEDROZZO, Éder Claro. **Estudo da utilização da cinza de casca do arroz residual em concretos estruturais: uma análise da durabilidade aos cloretos.** 2008. 143p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

Projeto: CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CIMENTO POR MICROSSÍLICA DA CINZA DE CASCA DE ARROZ (CCA): EFEITOS NA DURABILIDADE