

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO DE CIMENTO POR CINZA DA CASCA DE ARROZ¹

CONCRETE WITH REPLACEMENT OF CEMENT BY RICE HUSK ASH

Eric Renã Zavitzki Schimanowski², Guilherme Amaral De Moraes³, Diorges Carlos Lopes⁴, Manuel Osório Binelo⁵, Fernanda Da Cunha Pereira⁶

¹ Projeto de Iniciação Científica realizado no curso de Engenharia Civil da Unijuí.

² Bolsista PIBIC/Unijuí, aluno do curso de graduação em Engenharia Civil na Unijuí.

³ Bolsista Capes, aluno de Mestrado em Modelagem Matemática na Unijuí.

⁴ Docente do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Unijuí.

⁵ Docente do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Unijuí.

⁶ Docente do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Unijuí, Orientadora.

INTRODUÇÃO

Embora o concreto seja utilizado há décadas em nível mundial, o seu emprego é bastante questionado quanto ao fator ambiental. As grandes emissões de gás carbônico (CO₂) e o uso de matérias primas não renováveis na fabricação do cimento fazem do concreto um material que agride o meio ambiente e que necessita de novas tecnologias para a sua produção. Se atualmente não é possível alterar o processo produtivo nas indústrias cimenteiras de forma que essas diminuam as emissões de CO₂, é no mínimo necessário que outros materiais, com possibilidade de substituir o cimento, sejam analisados.

Follete (2005, p.5) indica que a casca de arroz, quando não queimada, gera poluição ambiental com o descarte irregular, mas quando se torna combustível pode ser aproveitada no beneficiamento energético e produzir a cinza da casca de arroz (CCA), material que pode ser utilizado na indústria da construção civil, cerâmica e de vidros. Para Tashima (2011, p.5) na construção civil a CCA pode ser utilizada na fabricação do concreto, em substituição parcial do Cimento Portland gerando, até mesmo, melhorias nas propriedades finais, de acordo com as características do material. Nessa perspectiva, esse resíduo seria uma alternativa para a redução das emissões de gases da indústria cimenteira na medida em que diminui a demanda pelo cimento, além de contribuir para a reutilização de um material que gera danos ao meio ambiente devido ao descarte irregular.

Desse modo, a pesquisa desenvolvida tem como objetivo verificar o comportamento de concretos com substituição parcial do cimento pela CCA, em porcentagens de 10%, 20% e 30% em massa. Para avaliar os resultados foram realizados ensaios de abatimento em tronco de cone, durante a moldagem dos corpos de prova, e resistência à compressão axial nas idades de 7, 28 e 91 dias.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

METODOLOGIA

Com o objetivo de criar um traço para o concreto a ser fabricado, inicialmente fez-se a caracterização dos materiais conforme o método de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Assim, a brita, areia e cimento foram ensaiados conforme as Normas Técnicas Brasileiras.

O cimento utilizado foi o CP-II-F-32, da marca Cauê, por não possuir adição pozolânica e por ser o cimento mais vendido nas lojas de materiais de construção em Ijuí/RS. Já na produção dos concretos com substituição, utilizou-se a Sílica da Casca de Arroz, da marca Silcca Nobre devido a sua disponibilidade no Laboratório de Engenharia Civil (LEC) da UNIJUI. Quanto aos agregados, foi utilizado a areia e a brita 1 disponíveis no LEC.

Após a obtenção dos dados na caracterização dos materiais, foi necessário definir a resistência esperada para o concreto aos 28 dias (F_{ck}) e também o abatimento a ser alcançado pela mistura. Para isto definiu-se F_{ck} igual a 25 MPa e abatimento em tronco de cone igual a 90 mm. A moldagem e os ensaios de abatimento e de resistência à compressão foram realizados de acordo com as normas técnicas brasileiras. Em vista disso, em cada traço foram moldados 3 corpos prova que ficaram curando em câmara úmida até as idades de rompimento escolhidas, 7, 28 e 91 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação do traço do concreto referência pelo método da ABCP foram realizados os ensaios de caracterização dos agregados e cimento; os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de caracterização

Propriedade	Areia	Brita	Cimento
Massa específica (g/cm^3)	2,60	3,10	2,96
Massa unitária solta (g/cm^3)	1,44	-	-
Massa unitária compactada (g/cm^3)	-	1,68	-
Absorção de água (%)	-	1,01	-
Módulo de finura (mm)	1,734	6,76	-
Diâmetro máximo (mm)	1,2	19	-

Fonte: Autoria própria

Dessa forma, foi realizado o cálculo de dosagem e obteve-se o traço do concreto igual a 1:1,5:3,15:0,5 para cimento, areia, brita e água, respectivamente. A partir do traço os corpos de prova foram moldados e foi realizado o ensaio de abatimento em tronco de cone objetivando encontrar valor igual a 90 mm com tolerância de 10 mm. Para tanto, foi necessário adicionar água em todas as misturas a fim de encontrar os resultados necessários. A Tabela 2 apresenta os dados referentes ao ensaio, com as relações água/cimento recalculadas.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

Tabela 2 – Resultados de ensaio de abatimento em tronco de cone

Traço	Água/aglomerante calculado	Adição de água (ml)	Água/aglomerante utilizado	Abatimento (mm)
Referência	0,5	100	0,51	94
10% CCA	0,5	200	0,54	85
20% CCA	0,5	400	0,57	83
30% CCA	0,5	700	0,61	89

Fonte: Autoria própria

A maior superfície específica da CCA em comparação ao cimento demandou adições de água para tornar a mistura saturada. Mehta e Monteiro (2006, p.298) salientam que as partículas desse material possuem área superficial entre 40-60 m²/g por adsorção de nitrogênio. Já para o cimento, Neville (2006, p.25) encontrou valores próximos a 1 m²/g. Ademais, é possível observar que a quantidade de água adicionada é proporcional à de material substituído. Assim, o traço com 10% de substituição necessitou de menos água que o traço com 20% ou 30%, conforme Neville (2016, p.286), essas adições tornarão o concreto mais poroso e, portanto, menos resistente.

Zhang e Malhotra (1996, p.8) após analisarem física e quimicamente concretos com adições de CCA concluíram que a cinza é um “material altamente pozolânico e que pode ser utilizado como adição cimentícia na produção de concretos de alta performance” e, ainda, salientaram que concretos com CCA obtiveram resistências superiores aos traços de controle após 180 dias. Segundo Bauer (2012, p. 58) “pozolanas são substâncias silicosas e aluminosas que, embora não tendo qualidades aglomerantes próprias, reagem com a cal hidratada na presença de água, nas temperaturas ordinárias, resultando a formação de compostos cimentícios”.

Nessa perspectiva, para a avaliação das propriedades do concreto endurecido foi realizado o ensaio de resistência à compressão axial simples nas idades de 7, 28 e 91 dias. O objetivo de cálculo era encontrar concretos com resistência mínima de 25MPa aos 28 dias. Os dados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de ensaio de resistência à compressão

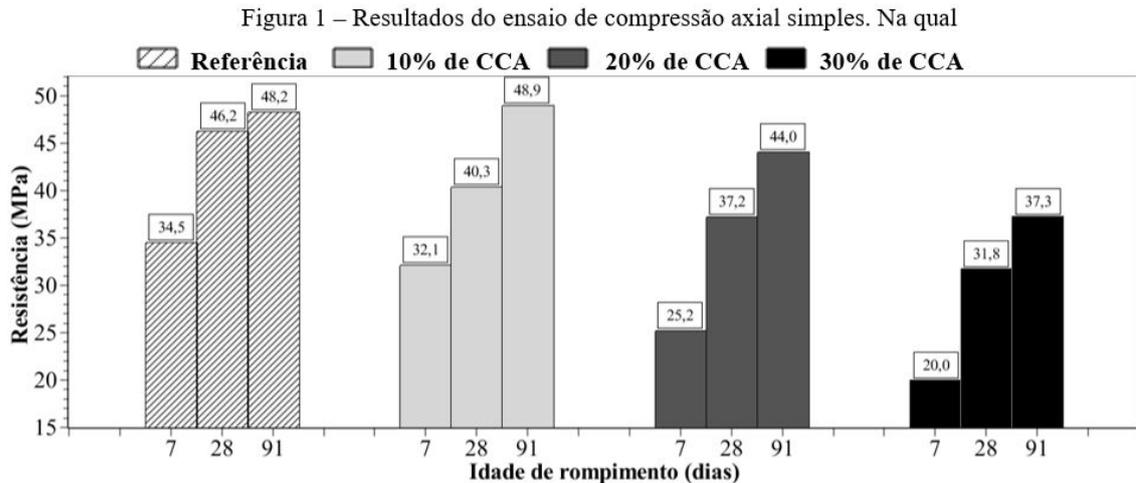
Traço	7 dias	28 dias	91 dias
Referência	34,5	46,2	48,2
10% CCA	32,1	40,3	48,9
20% CCA	25,2	37,2	44,0
30% CCA	20,0	31,8	37,3

Fonte: Autoria própria

É possível observar que o traço referência alcançou valores bastante altos, chegando em 46,2MPa aos 28 dias quando comparado ao esperado, 25MPa. Esse resultado distanciado por ser explicado, principalmente, pela imprecisão do método de dosagem utilizado. Entretanto, muito mais do que o valor de resistência alcançado, o importante para esse estudo é observar o comportamento do

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

resíduo na mistura. Na Figura 1, o crescimento de resistência ao longo dos 91 dias pode ser observado na forma de gráfico.



Fonte: Autoria própria

Os gráficos demonstram alguns comportamentos já esperados; quanto maior o percentual de substituição maior também é a diferença no valor encontrado, comparando ao traço de referência. Isso ocorre devido à alteração do fator água/aglomerante e também devido à capacidade da cinza em formar compostos cimentícios. Ademais, ao longo do tempo, as resistências aumentam pois as reações do cimento e da cinza vão ocorrendo.

No traço com 10% de substituição é perceptível que aos 7 e aos 28 dias, embora pouco distante, a resistência encontrada foi inferior ao traço referência. Já aos 91 dias essa moldagem gerou o maior valor encontrado em toda a pesquisa. Entre as idades de 28 e 91 dias o traço referência teve um aumento de 2 MPa, apenas, enquanto o traço com a cinza teve aumento de 8,6 MPa. Isso ocorreu porque a CCA possui uma reação mais lenta que o cimento e, enquanto o traço referência começou a estabilizar o crescimento da resistência, o traço com a cinza continuou aumentando. Esse aumento também pode ser observado no trabalho de Santos (2017, p. 111), onde as misturas que utilizaram a CCA apresentaram resultados inferiores ao concreto referência, mas com acréscimo significativo em maiores idades.

Ademais o traço com 20% de substituição gerou valor próximo ao de referência aos 28 e aos 91 dias, mas sempre inferior. Com o traço de 30%, entretanto, a resistência encontrada em todas as idades foi bastante inferior ao traço de referência e, embora tenha alcançado o Fck do projeto (25 MPa aos 28 dias), é possível concluir que esse traço não é adequado quando observa-se a resistência à compressão.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica - BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO UNIJUI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos pontos destacados, observa-se que criar concretos com materiais alternativos é necessário no ponto de vista ambiental e a substituição de cimento por CCA é possível do ponto de vista técnico.

Devido às características da CCA, todos os traços necessitam de acréscimo de água, o que influencia diretamente a resistência à compressão. Também foi verificado que quanto maior o percentual de substituições, menores são os valores encontrados no ensaio de resistência à compressão.

Dentre os resultados apresentados, o traço com 10% de substituição é o mais adequado, gerando valores não muito distantes ao de referência em todas as idades e, inclusive, o melhor resultado aos 91 dias entre todos os traços avaliados na pesquisa.

Palavras-chave: Resíduo; Materiais alternativos; Resistência à compressão; Engenharia Civil

Keywords: Residue; Alternative materials; Compressive strength; Civil engineering.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC/UNIJUI pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

- BAUER, L. A. F. (Coord.). **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: LTC, 1994/2014. v. 1.
- FOLLETO, L.E. et al. **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. Santa Maria, RS: Química Nova, 2005. p. 1055-1060.
- MALHOTRA, V.M.; ZHANG, M.H. **High-Performance Concrete Incorporating Rice Husk Ash as a Supplementary Cementing Material**. [s.l.]: ACI Materials Journal, 1996. P. 629-636.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: Microstructure, properties and materials**. 3. ed. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2006.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. [Porto Alegre]: Bookman, 1997/2016.
- SANTOS, C. C. dos. **Concretos com mistura de agregado residual de construção e demolição (RCD) e pozolana, com ênfase na carbonatação**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2017.
- TASHIMA, M.M. et al. **Reaproveitamento da cinza da casca de arroz na construção civil**. São Paulo: HOLOS Environment, 2011. p. 81.