

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DA CCA NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE MATERIAIS CIMENTÍCIOS

OLIVEIRA, V. C.¹, OJEDA, L. V.² LOPES, D. F.³. SILVA, S. N⁴

¹ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –
vanessaoliveira.aluno@unipampa.edu.br

² Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –
leonardoojeda.aluno@unipampa.edu.br

³ Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Pelotas – RS – Brasil –
daniele.lobes@ufpel.edu.br

⁴ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Bagé – RS – Brasil –
sabrinasilva@unipampa.edu.br

RESUMO

A reutilização de cinza de casca de arroz (CCA) em matrizes cimentícias, substituindo parcialmente o cimento Portland, visa contribuir na sustentabilidade da construção civil, destinando de maneira adequada, esse material que antes seria considerado um resíduo poluente. O processo de produção do cimento Portland é visto como uma gigantesca fonte de dióxido e carbono (CO₂) e sendo assim, a busca por materiais alternativos que exerçam a mesma função dos materiais convencionais, porém feitos de forma sustentável, utilizando matérias primas recicladas, se torna tão importante. E a CCA é a prova disso. Este resíduo tem como característica principal o alto teor de sílica o que permite que seja utilizado como material pozolânico em matrizes cimentícias. Porém, é necessária a investigação das consequências em substituir parte do cimento por CCA natural para produzir concreto e argamassas com finalidade estrutural. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é verificar a influência da granulometria da CCA moída em três tempos diferentes (0,5h, 1,5h e 3h) na resistência mecânica de argamassas contendo CCA. Foram preparados corpos de prova com CCA em substituição parcial ao cimento Portland no estado em que se encontra ao sair dos fornos de queima (sem controle de temperatura) bem como corpos de prova de referência ao qual se compararam os resultados. Os corpos de prova passaram por um processo de cura de 28 dias, logo após foram realizados os testes de compressão. Após a realização dos ensaios mecânicos constatou-se que, as argamassas contendo 15% de CCA e 3h de moagem, obtiveram o melhor desempenho. Chegando a valores muito próximos aos de referência e com isso o uso da CCA seria um importante contribuinte na sustentabilidade e preservação do meio ambiente pela construção civil.

Palavras-chave: CCA, cimento Portland, moagem.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o arroz é o segundo cereal mais cultivado no mundo sendo uma importante fonte alimentícia para aproximadamente metade da população mundial. Sendo produzido em praticamente todos os continentes tendo uma maior concentração no continente asiático, onde concentra-se mais de 90% da produção mundial (CONAB, 2015).

O arroz é um dos alimentos mais relevantes para a alimentação humana, servindo como base alimentar para mais de três bilhões de pessoas no mundo e recebendo o título de segundo cereal mais cultivado no mundo (29% da produção), somente atrás do milho com percentual de 33% (SOSBAI,2010).

Com o objetivo de diminuir o impacto ambiental gerado na fabricação do cimento, a partir da segunda metade do século XX, parte do cimento tem sido substituído por uma ou mais adições minerais. As vantagens desta substituição são muito significativas a nível técnico, econômico e, principalmente ambiental, pois acarreta a redução da emissão de CO₂, do consumo de energia e, em alguns casos, de custo. Essas reduções são proporcionais à quantidade de adição mineral utilizada na mistura em substituição ao cimento (SOKOLOVICZ,2013).

As pozolanas podem contribuir com o ganho de resistência mecânica, redução da absorção de água por capilaridade e melhoria da trabalhabilidade devido ao efeito físico das partículas na distribuição granulométrica do sistema (LOPES,2020).

Dentre as várias adições minerais existentes está a cinza de casca de arroz (CCA), a qual se caracteriza por ser um resíduo agroindustrial oriundo do processo da queima da casca de arroz para geração de energia para beneficiamento dos grãos. Quando queimada e moída de maneira adequada torna-se uma pozolana bem reativa, podendo ser usada no concreto em substituição parcial do cimento (HOFMANN *et al.*, 2010).

A realização de pesquisas sobre a utilização de cinza da casca de arroz tem como principal finalidade reduzir o impacto ambiental gerado por seu descarte no meio ambiente. Destaca-se, neste campo, a grande demanda da construção civil como aditivo de materiais (POUEY, 2006).

Com base nestes aspectos, este estudo teve como o objetivo avaliar a influência da granulometria da CCA proveniente da combustão da casca de arroz moída em três tempos diferentes (0,5h, 1,5h e 3h) na resistência mecânica de

corpos de prova contendo CCA para uso em matrizes cimentícias, como pozolana, em substituição parcial ao cimento Portland.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

2.1 Material

2.1.1 CCA

A CCA utilizada nesta pesquisa foi gentilmente cedida por uma indústria de beneficiamento de arroz da região da campanha do Rio Grande do Sul.

2.1.2 Cimento

Nesta pesquisa, utilizou-se o CP IV-32 RS. Este pode ser aplicado em vários tipos de obras. Contudo, a sua diferença está na alta resistência a sulfatos, sendo adequado para aplicação em obras que serão realizadas em ambientes ameaçados como esgotos, fundações e água marinha.

2.1.3 Agregado miúdo

O agregado miúdo utilizado foi a areia natural quartzosa e foi obtida no mercado comercial da cidade. A areia foi submetida à análise de composição granulométrica, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR NM 248 (2003).

2.1.4 Água

A água utilizada na produção das argamassas é proveniente da rede de abastecimento público de Bagé – RS, fornecida pelo Departamento de Água e Esgotos de Bagé (DAEB).

A Figura 1 apresenta o aspecto dos componentes do traço da argamassa.



Figura 1 - Componentes do traço

2.2 Métodos

A Figura 2 apresenta o fluxograma com as principais atividades desenvolvidas nesta pesquisa.

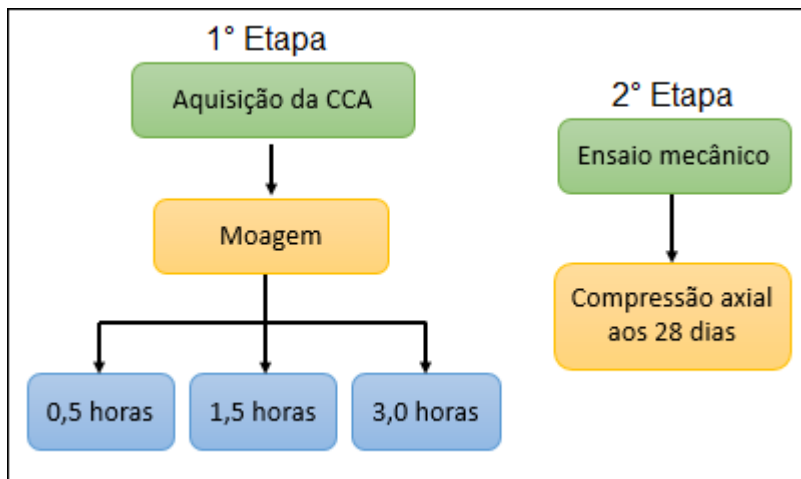


Figura 2 - Fluxograma das atividades

2.2.1 Moagem da cinza

Para a moagem da cinza foi utilizado um moinho de bolas universal com 67 esferas metálicas. Este é um dispositivo que, por meio de rotação, promove a sucessiva colisão de esferas, responsáveis pela quebra progressiva de um determinado material, reduzindo-o em partículas menores. Sendo esta, uma técnica tradicional no processamento de pós, frequentemente utilizada para a redução do tamanho de partículas, ou para a mistura de diferentes materiais. O processo de moagem foi realizado em três tempos diferentes (0,5h; 1,5h e 3h), 50 rpm no laboratório da Engenharia Química da Unipampa. A Figura 3 apresenta o equipamento utilizado.



Figura 3 - Moinho de bolas

2.2.2 Moldagem dos corpos de prova

Os corpos de prova de argamassa foram preparados em laboratório utilizando inicialmente o traço convencional de 1:3:0,48 (cimento: areia: água/aglomerante) de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR-7215 (ABNT,2019) Em seguida, foram elaborados corpos de prova com adição de CCA moída em diferentes tempos na proporção de 15% em relação a massa do cimento Portland. A Tabela 1 apresenta a quantidade de materiais utilizados nesta pesquisa.

Traço	Cimento (g)	Areia (g)	Água/ cimento	Cinza
REF	624	1,862	0,48	0
CCA	530,4	1,862	0,48	15%

Tabela 1 - Quantidade dos materiais dos componentes

A moldagem dos corpos de prova ocorreu de acordo com a NBR-7215 (ABNT,2019) que regulamenta o procedimento para moldagem, cura e ensaio de compressão dos corpos de prova.

Primeiramente foi feito a pesagem dos materiais devidamente secos, atendendo a quantidade exigida para cada traço. Foram moldados corpos de prova cilíndricos com 50mm de diâmetro e 100mm de altura. Os moldes receberam uma fina camada de desmoldante a base de óleo mineral para facilitar a retirada do mesmo.

Após o processo de moldagem, os corpos de prova permaneceram em câmara úmida por 24 horas e logo após este período, os corpos de prova foram desmoldados e submersos em um tanque com água saturada de cal (1,12 g/l) de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5738 (2015). Para comprovar a qualidade de uma argamassa, utiliza-se a cura úmida (saturada com cal) como procedimento padrão, onde os corpos de prova permaneceram até atingir a cura necessária, de acordo com a idade de rompimento: 28 dias. A Figura 4 apresenta os corpos de prova desmoldados após 24 horas.

Segundo Ungericht e Piovesan (2011), a cura com cal hidratada desacelera a evaporação da água de amassamento e permite a completa hidratação do cimento, isto é, a cura adequada é fundamental para que argamassas e concretos alcancem seu melhor desempenho, tornando-se menos porosos e mais duráveis.



Figura 4 - Corpos de prova desmoldados

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio Mecânico

Após atingir a cura de cada idade proposta, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão. Sendo assim, as amostras foram colocadas em uma máquina universal de ensaios da marca EMIC DL 10000, onde foram carregadas por compressão até a ruptura. Durante o ensaio, foi utilizado um equipamento com capacidade de carga de 100 kN, com taxa de carregamento de $0,45 \pm 0,15$ MPa/s conforme prescrição da Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 7215 (2019). O ensaio foi realizado no Laboratório de Ensaio Mecânicos (LABEM) da UNIPAMPA. A Figura 5 apresenta o corpo de prova posicionado no equipamento (a); o corpo de prova durante o ensaio (b) e o corpo de prova rompido (c).

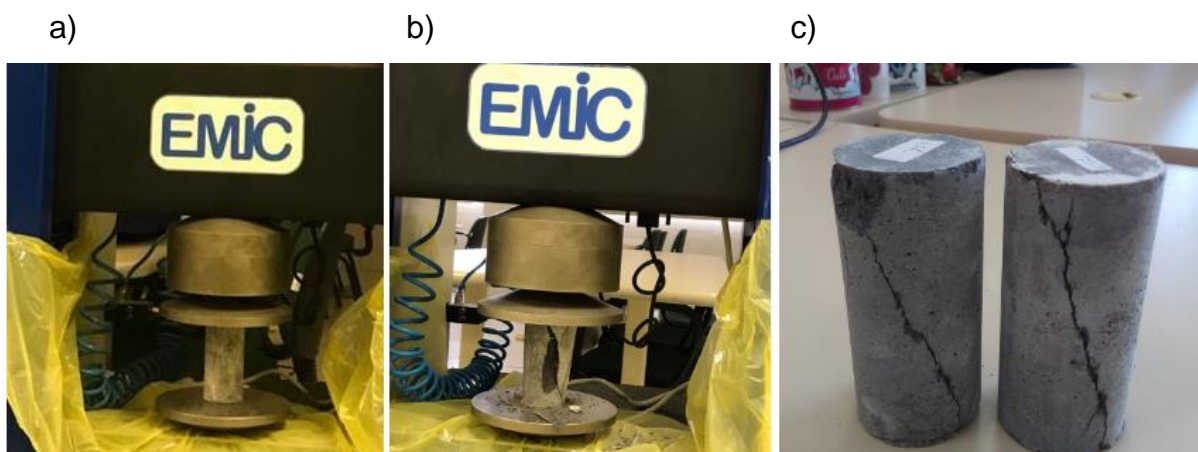


Figura 5 - Corpos de prova durante a execução do ensaio e rompidos

Posteriormente a obtenção dos resultados do ensaio, foi calculada a média da resistência à compressão, o resultado foi arredondado para o décimo mais próximo, conforme prescrição da NBR 7215 (2019). A Figura 6 apresenta os resultados do ensaio de compressão.



Figura 6 - Resultados dos rompimentos em 28 dias

De acordo com o gráfico, observou-se que quanto maior o tempo de moagem da CCA maior a resistência mecânica. Este fenômeno pode ser justificado pela influência que a granulometria da CCA exerce nas propriedades finais dos produtos com matrizes cimentícias. Quanto maior for o nível de porosidade da argamassa, mais fácil será a entrada dos agentes agressivos. A moagem de 3h da CCA garantiu uma maior redução na permeabilidade do material, mantendo suas propriedades reológicas e conseqüentemente uma argamassa de boa qualidade, chegando a valores muito próximos dos corpos de prova de referência (sem CCA).

4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para uma investigação mais profunda da influência da granulometria da CCA sobre a resistência mecânica de materiais cimentícios, a sugestão para trabalhos futuros é o processo de moagem por períodos mais longos, a fim de garantir grãos com tamanhos menores e mais homogeneidade, que irão influenciar diretamente na resistência mecânica do material.

5 CONCLUSÃO

O uso de CCA em materiais cimentícios pode ter amplo espaço comercial em meio ao mercado da construção civil, visto que o produto testado com 15% e 3h de moagem de CCA possui desempenho muito próximo ao corpo de prova com traço de referência neste trabalho.

Cabe salientar que o tamanho do grão da CCA influencia diretamente na resistência mecânica do material, justificando a importância da análise granulométrica realizada nesta pesquisa.

Desta forma, constatou-se que a adição de CCA é benéfica para a produção de argamassas, elevando sua resistência, mesmo que em uma quantidade não tão alta.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://conab.gov.br>

Hofmann, R.; Jahn, S. L.; Bavaresco, M.; Sartori, T. C. Aproveitamento da cinza produzida na combustão da casca de arroz: estado da arte. 2010. 14 p.

Lopes, D. F. Avaliação das propriedades de argamassas armadas com adição de resíduos da geração termelétrica. Qualificação de Mestrado - Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pampa, Bagé - RS.

Pouey, M. T. F. Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas à produção de cimento composto e/ou pozolânico. 2006, 316p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

Sokolovicz, B. C. Microestrutura e durabilidade a cloretos de protótipos de concreto com cinza de casca de arroz com e sem moagem prévia. 2013. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2013.

Sosbai. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/28. Porto Alegre-rs, 2010. 188 p

Ungericht, A. J., Piovesan, A. Z. Influência da cura da argamassa em relação às propriedades mecânicas e absorção de água. Revista Unoesc & Ciência – ACSA, v. 2, pp.75-86, 2011.