

1 **Análise da resistência do concreto com aditivo de cinza de casca de arroz.**

2
3 ¹Lucas Campos Tirloni

4 ¹Graduando em Engenharia de Transportes – Universidade Federal de Mato Grosso (lucas.tirloni@sou.ufmt.br)

5
6 ²Luis Vinicius Silva Rodrigues

7 ²Universidade Federal de Mato Grosso

8
9 ³Gabriele Cristina Carvalho Rodrigues

10 ³Universidade Federal de Mato Grosso

11
12 Nicole Penelope Vosnes

13 ⁴Universidade Federal de Mato Grosso

14
15 Stella Bárbara Viana

16 Graduada em Engenharia de Transportes - ⁴Universidade Federal de Mato Grosso

17
18
19 **RESUMO:** O cimento é um dos materiais fundamentais na construção civil, e buscar inovações nesse campo é
20 uma prioridade constante para pesquisadores. Após análise de diversos estudos realizados, constatamos que a casca
21 de arroz queimada pode ser um elemento que contribui para o aumento da resistência do concreto, devido à sua
22 alta concentração de sílica, o que facilita uma melhor adesão molecular. Nosso estudo visa demonstrar que o uso
23 desse aditivo pode reduzir a quantidade de cimento necessária ou mesmo diminuir o custo agregado do material.
24 Dessa forma, buscamos evidenciar os benefícios e a viabilidade dessa alternativa para aprimorar as propriedades
25 do concreto, considerando tanto a eficiência quanto a viabilidade econômica.

26
27 **Palavras-Chave:** Concreto, Casca de arroz, Resistência, Sílica, Aditivo.

28
29 **ABSTRACT:** Cement is one of the fundamental materials in civil construction, and seeking innovations in this
30 field is an ongoing priority for researchers. After analyzing various conducted studies, we have observed that burnt
31 rice husk may contribute to increasing concrete strength due to its high silica concentration, enabling better
32 molecular adhesion. Our study aims to demonstrate that the use of this additive can reduce the required amount of
33 cement or even lower its overall cost. Therefore, we aim to highlight the benefits and feasibility of this alternative
34 to enhance concrete properties, considering both efficiency and economic viability.

35
36 **Keywords:** Concrete, Rice husk, Strength, Silica, Additive.

37 38 **1. INTRODUÇÃO**

39
40 Este estudo analisa o uso de um subproduto do processamento de arroz, especificamente a casca
41 queimada do arroz, como aditivo no concreto para aumentar sua resistência. Isso envolve a
42 realização de estudos e testes para comprovar esse aumento. A cura térmica busca acelerar as
43 reações de hidratação do cimento, alcançando a resistência desejada após algumas horas de
44 cura, agilizando o processo de endurecimento e permitindo a continuação da produção em maior
45 escala (FERREIRA JÚNIOR, 2003).

46 O processo de cura térmica é utilizado para acelerar as reações de hidratação do cimento
47 Portland em concretos e argamassas, visando aumentar a resistência mecânica nas fases iniciais,
48 já que as reações químicas de hidratação são catalisadas em temperaturas mais elevadas. É

49 crucial estudar a composição de concretos com adições minerais, como a Cinza de Casca de
50 Arroz (CCA). Isso evita o descarte desse resíduo, permite sua reutilização, reduz o impacto
51 ambiental e ainda proporciona ganhos de resistência, mesmo diminuindo a quantidade de
52 cimento na mistura.

53 Nosso objetivo é apresentar resultados experimentais de resistência à compressão axial,
54 resistência à tração por compressão diametral e módulo de elasticidade para concretos
55 elaborados com CCA, incorporada à mistura em uma dosagem de 5% (em massa), substituindo
56 o cimento. A CCA será obtida de uma empresa de beneficiamento de arroz localizada em
57 Cuiabá – MT, produzida por meio da queima não controlada da casca do arroz.

58 As proporções da mistura de concreto serão definidas com base na avaliação das propriedades
59 mecânicas de corpos de prova de argamassa com e sem adição de CCA. Espera-se que os
60 resultados laboratoriais mostrem aumento de resistência nas amostras com adição de CCA
61 (PEREIRA, 2015).

62 **2. REVISÃO DE LITERATURA**

63 **2.1 O ARROZ**

64 O arroz é um dos alimentos mais consumidos no Brasil, segundo dados do CEPEA (Centro de
65 Estudos Avançados em Economia Aplicada), o consumo interno em 2018 ultrapassou 14
66 milhões de toneladas, todo esse consumo esconde as sobras que são descartadas na fase de
67 processamento.

68 O arroz polido é a matéria prima final do processo de refino, inicialmente o arroz é recebido a
69 granel nos engenhos sendo descarregado em uma espécie de filtro, as moegas, que transportam
70 o arroz para os silos.

71 Depois de ficar armazenado nos silos o arroz vai para a pré-limpeza, onde é retirado diversas
72 impurezas, como palha, pedaços da planta do arroz, partículas metálicas, pedaços de madeira,
73 etc. Logo depois, realiza-se a secagem dos grãos, e posteriormente com o beneficiamento dos
74 grãos, inicia-se a separação da casca de arroz (Figura - 2), e é esta que será utilizada em nosso
75 trabalho. Após a brunição, é executada a separação e secagem.

76 A brunição, também conhecida como branqueamento, é complementada pelo polimento, que
77 consiste no acabamento do produto e remoção dos resíduos de farelo. O coproduto resultante
78 constitui o farelo, que representa cerca de 8% do grão em casca ou 10% do produto descascado
79 (CASTRO et al., 1999).

80 **2.2 A CASCA DE ARROZ**

81 A casca do arroz, removida durante o refinamento do grão, é um resíduo derivado do rejeito
82 agrícola de atividades industriais dos produtores de arroz espalhados pelo mundo. Seu baixo
83 valor comercial ou interesse para uso na agricultura tem causado grandes problemas aos
84 produtores, devido à necessidade de armazenamento desse resíduo (GONÇALVES, 2009).

85 **2.3 A CINZA DA CASCA DE ARROZ**

86 A cinza da casca de arroz representa 20% (em massa) da quantidade total de arroz colhida.
87 Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a produção
88 estimada de arroz em 2014 é de 12.501.317 toneladas. Tanto a casca de arroz quanto as cinzas
89 resultantes da sua queima são fontes de poluição e contaminação, vindo a impactar o meio
90 ambiente e a saúde pública da população, quando gerenciadas de forma inadequada. Assim, a
91 utilização da cinza da casca de arroz como aditivo na composição do concreto é uma forma de
92 valorização deste resíduo, além de oferecer as seguintes vantagens para o meio ambiente:
93 eliminação da necessidade de aterros, redução do perigo tóxico e diminuição da demanda de
94 matérias primas. (PEREIRA, 2015).

95 A temperatura de queima da cinza é um fator muito importante para determinar a morfologia
96 da cinza da casca do arroz. A atividade pozolânica da CCA está diretamente relacionada à
97 composição morfológica como também ao tempo de moagem desta cinza. A CCA quando
98 produzida a partir de queima controlada, com temperatura inferior a 600°C possui na sua
99 morfologia a presença de sílica no estado amorfo, obtendo desta forma maior reatividade com
100 o cimento e com a cal. Quando queimada a temperaturas muito elevadas, observa-se o
101 surgimento de fases cristalinas na estrutura morfológica, diminuindo desta forma a reatividade
102 com outros componentes, sendo desta forma inviável para utilização em concretos e
103 argamassas. (PEREIRA, 2015)

104 As cinzas da casca de arroz (Figura 1) são utilizadas pela indústria como produto para fornalhas
105 de aquecimento, após a queima da casca o resíduo gerado é o gás e as cinzas carbonizadas. A
106 CCA mais adequada são cinzas amorfas, com elevada reatividade e coloração clara. Portanto,
107 nosso experimento requer que a queima seja efetuada em temperatura inferior a 600°C.

108 Figura 1: Casca de Casca de Arroz (CCA).



109

110

Fonte: MFRural (2019).

111 A obtenção de uma casca de arroz carbonizada (CCA) com boas características para aplicação
112 em argamassa depende do método de produção empregado. Os métodos mais comuns são,
113 queima a céu aberto, em caldeiras e em fornalhas.

114 **2.4 USO DA CASCA DE ARROZ CARBONIZADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

115 Foletto et. e al. (2005) define as possibilidades de uso da casca de arroz carbonizada: • Sílica
116 pura: utilizada para a fabricação de vidros, cerâmica, tijolos, cosméticos e detergentes
117 industriais. É obtida através do processo de aquecimento realizado para remover o carbono

118 residual contido na queima, possibilitando uma quantidade de 95% de sílica pura. • Uso em
119 concretos e produção de cimento: usada para melhorar as propriedades do cimento, no estado
120 fresco e após seu endurecimento.

121

122 **2.5 O CONCRETO**

123 O concreto é o material mais utilizado na construção civil, obtido com a junção da argamassa
124 mais um agregado graúdo. O cimento é o aglomerante do concreto que une os agregados miúdos
125 ou graúdos. Sua resistência e durabilidade dependem da proporção entre os materiais que as
126 constitui.

127 Os materiais constituintes do concreto são; Aglomerante (cimento Portland), Agregado Miúdo
128 (areia natural ou artificial, pó de pedra), Agregado Graúdo (pedra britada ou seixo natural),
129 Água, Aditivo, Adições (metacalium, cinza volante, pozolanas, cal, pó de pedra) O concreto
130 (Figura 4) tem como principal característica a resistência à compressão simples.

131 A variação de índices de resistência se dá, principalmente, pela relação água/cimento (a/c),
132 sendo que, quanto maior a quantidade de cimento, maior será a resistência do concreto
133 (RECENA, 2002)

134

135

136 **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

137 Neste tópico serão apresentados materiais e métodos baseados em artigos relacionados ao
138 campo do projeto de pesquisa em questão.

139 Conforme Ludwig (2014), autor que foi tomado como base para elaboração do projeto, o
140 procedimento de teste da resistência do concreto com a adição de cinza da casca de arroz
141 consiste em três etapas, coleta do material, moldagem dos corpos de provas e teste de
142 resistência.

143 A primeira etapa consiste em coletar o material (areia, brita cimento e aditivo), a cinza da casca
144 de arroz foi obtida em uma empresa de beneficiamento de arroz (Arroz Cremoso Ltda), os
145 outros materiais podem ser obtidos em lojas de materiais de construção.

146 Na segunda etapa a moldagem dos corpos de prova segue as normas da NBR-5739 (ABNT,
147 2007). Foi estipulado um traço sem CCA (Cinza de Casca de Arroz) e outro com a utilização
148 de 5% de CCA em substituição ao cimento, conforme definido em norma, e seguindo os
149 processos de pesagem, desmoldagem, armazenagem e cura.

150 Na terceira etapa realizou-se o rompimento dos corpos de prova de concreto, frisando que foi
151 utilizado óleo lubrificante para ajudar na desmontagem dos corpos de prova, o teste de
152 resistência a compressão obedece a NBR-5739 (ABNT,2007). As idades dos rompimentos são
153 de 3, 7 e 28 dias. Esta etapa consiste em verificar se a porcentagem estipulada pode ajudar no
154 aumento da resistência a compressão do concreto.

155

156 **3.1 Materiais**

157

158 • Casca de Arroz Carbonizada.

159 • Cimento Portland CP II – F -32 Votorantim Cimentos.

- 160 • Areia Média. • Brita 2 Calcário.
- 161 • Água. • Betoneira Monofásica CSM 120 L.
- 162 • Enxada Estreita 25.
- 163 • Carrinho de Mão 65.
- 164 • Colher de pedreiro 7”.
- 165 • Pá de bico N3.
- 166 • Moldes Corpos de Prova 20 cm e 10 cm.
- 167 • Estufa.
- 168 • Óleo Mineral lubrificante.
- 169 • Prensa com acionamento elétrico de classe 1, Solotest (Certificada pela RBC). 8

170
171 A seguir serão descritos os materiais com maiores traços e os métodos de ensaios e de avaliação.

172
173

174 **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

175

176 Baseado nos resultados obtidos por Pereira em 2015, observa-se que os valores de resistência à
177 compressão axial, tração diametral e módulo de elasticidade, para a substituição de 5% do
178 cimento por cinzas da casca de arroz, são muito mais relevantes quando realizados com cura
179 úmida, considerando que eles apresentam resultados satisfatórios quando comparados com o
180 traço controle.

181 Já com a cura térmica os resultados com a mesma porcentagem de substituição de CCA são
182 diferentes, apresentando pequenas variações durante o seu ciclo, sem grandes valores
183 expressivos, sendo elas ligeiramente superiores ou inferiores quando comparados com o traço
184 controle.

185 Além disso, vale ressaltar que esse material causa um impacto ambiental relevante quando não
186 designado a lugares apropriados, considerando ainda que a utilização do resíduo pode agregar
187 valores significativos quanto a sua adição como substituinte de parte do cimento.

188 A partir disso, observa-se que os resultados são muitos dependentes de diversos outros fatores,
189 sendo os principais, o tipo e o tempo de cura, os diferentes níveis de moagem, e as porcentagens
190 de adições do CCA. Levando a considerar uma necessidade de mais estudos relacionados ao
191 tema para concluir de fato quais as condições ideais.

192

193 **CONCLUSÕES**

194

195 Uma análise criteriosa de trabalhos anteriores destacou que o cimento pode ser produzido
196 efetivamente a partir da cinza da casca de arroz, devido ao seu baixo custo e à relativa facilidade
197 de aquisição, em substituição à areia. Ajiwe V.I.E, C.A Okeke, F.C Akigwe produziram
198 cimento com variações de 23 a 26% de cinza de casca de arroz, concluindo que a proporção
199 ideal é de 24,5%. No entanto, Ismail e Waliuddin analisaram os efeitos da cinza da casca de
200 arroz no concreto e, por meio de experimentos com diferentes composições de cinza,
201 observaram a possibilidade de produzir um concreto com alta resistência à compressão, embora
202 inferior à obtida com o uso exclusivo de cimento.

203 Weber também apontou a vantagem do baixo custo, observando que o uso de cinza de casca de
204 arroz na produção de concreto e argamassa é economicamente vantajoso, principalmente pela
205 menor demanda de água necessária para atingir uma consistência desejada. É importante
206 ressaltar que a cinza de casca de arroz é um resíduo muitas vezes despejado no meio ambiente,
207 causando danos ambientais.

208 Zhang et al. compararam o concreto feito com cimento Portland com o cimento produzido com
209 cinzas de casca de arroz, concluindo que ambos apresentaram resistência à compressão
210 semelhante. Cisse e Laquerbe avaliaram as características mecânicas do concreto com cinza da
211 casca de arroz, constatando que a adição da cinza melhora tanto as propriedades físicas quanto
212 mecânicas do cimento. Já Isaia investigou a adição de cinza de casca de arroz e microssílica em
213 concreto de alto desempenho, visando verificar a durabilidade em relação à corrosão da
214 armadura.

215
216 Zhang e Malhotra avaliaram as propriedades físicas e químicas da cinza de casca de arroz no
217 concreto, analisando seu desempenho tanto no concreto fresco quanto no endurecido. Eles
218 verificaram que os concretos com cinzas e os com cimento Portland apresentaram resultados
219 semelhantes em resistência à tensão de cisalhamento, flexão, retração e módulo de elasticidade.
220 No entanto, destacaram que o concreto com cinza apresentou excelente resistência à penetração
221 de cloretos.

222
223

224 5. REFERÊNCIAS

225

226 CASTRO, E. M.; VIERA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. Qualidade de grãos em
227 arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999.

228
229 FERREIRA JÚNIOR, Epaminondas Luiz. Avaliação de propriedades de concretos de cimento
230 portland de alto-forno e cimento portland de alta resistência inicial submetidos a diferentes
231 condições de cura. Campinas, SP: [s.n.], 2003.

232
233 FOLETTTO, HOFFMAN, SCOPEL, LIMA, JAHN. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz.
234 Departamento de Engenharia Química, UFSM – RS. Quim. Nova, V.28 N°6, 2005, 1055-1060
235 pp.

236
237 GONCALVES, Gislaine Elisana et al. Síntese e caracterização de mulita utilizando sílica obtida
238 da casca de arroz. Rem. Ver. Esc. Minas, Ouro Preto, v62, n. 3, set 2009. Disponível em
239 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>. Acesso em 14 nov. 2018.

240
241 LUDWIG, Douglas Giongo. Concreto com adição de casca de arroz. UNIVATES, Lajeado, jun
242 2014. Disponível em:
243 <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/574/1/2014DouglasGiongoLudwig.pdf> Acesso
244 em 16 nov. 2018.

245
246 NITZKE, Julio Aberto; BIEDRZYCKI, Aline. Terra do Arroz. Rio Grande do Sul, UFRGS,
247 2019, Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradoarroz/index.htm>

248
249 PEREIRA, Adriana Maria et al. Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de
250 cinza de casca de arroz. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 227-238, Mar. 2015.
251 Disponível em 06 Feb. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150001.0023>.

252

253 RECENA, Fernando A. Piazza; SERRA, Geraldo G. Dosagem empírica e controle de qualidade
254 de concretos convencionais de cimento Portland. Porto Alegre: EdiPucrs, 2002. 166 p.
255
256 TASHIMA, Mauro Mitsuuchi. Cinza de Casca de Arroz altamente reativa: método de produção,
257 caracterização físico-química e comportamento em matrizes de cimento Portland, São Paulo,
258 UNESP, Ilha Solteira, outubro de 2006. Disponível em:
259 [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91490/tashima_mm_me_ilha_prot.pdf?se](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91490/tashima_mm_me_ilha_prot.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
260 [quence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91490/tashima_mm_me_ilha_prot.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Acesso em 16 nov. 2018.
261
262 Ajiwe, V. I. E.; Okeke, C. A.; Akigwe, F. C.; Bioresource Technology. 14 2000.
263
264 Weber, S.; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2001.
265
266 Kiliñkale, F. M.; Cem. Concr. Res. 1997.
267
268 Zhang, M. H.; Lastra, R.; Malhotra, V. M.; Cem. Concr. Res. 1996, 26, 963..
269
270 Cisse, I. K.; Laquerbe, M.; Cem. Concr. Res. 2000, 30, 13.
271
272 Isaia, G. C.; Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 1995.
273
274 Zhang, M. H.; Malhotra, V. M.; Proceedings of the 5th Canmet/ACI International Conference
275 on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzalans in Concrete, Wisconsin, Canadá, 1995.
276
277 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaios de
278 compressão de corpos-de-prova cilíndricos Rio de Janeiro, 2007.
279
280 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5733: Cimento Portland de
281 alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.
282
283 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7225: Materiais de Pedra e
284 Agregados Naturais. Rio de Janeiro, 1993.