



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## **A UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ DA REGIÃO DE DOURADOS EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO AGREGADO MIÚDO EM MICROCONCRETO: RESISTÊNCIA MECÂNICA E DURABILIDADE**

Juliane Palmas de Souza<sup>1</sup>; Hingrid Freire Marques<sup>2</sup>; Aguinaldo Lenine Alves<sup>3</sup>; Antônio Aparecido Zanfolim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/UEMS/FUNDECT. <sup>2</sup>Bolsista PIBIC/UEMS/FUNDECT. <sup>3</sup>Orientador, Docente do Núcleo de Ciências Exatas e da Terra (NCET/UEMS), pesquisador do FUNDECT.

<sup>4</sup>Co-orientador, Docente do Núcleo de Ciências Exatas e da Terra (NCET/UEMS), pesquisador do FUNDECT.

### **RESUMO**

Pode-se observar que os avanços científicos e tecnológicos são elementos fundamentais e essenciais para uma sociedade alcançar seu desenvolvimento, porém estes quase sempre estão acompanhados de problemas de ordem ambiental. Os processos agrícolas e industriais, além de gerar enorme quantidade de resíduos, são responsáveis por um consumo de energia e de matéria-prima não renovável. O reaproveitamento desses resíduos, como subprodutos ou incluso como matéria-prima em outros setores é de fundamental importância na conservação do meio ambiente. Diante destes sérios problemas, a preocupação com o destino que se deve dar aos resíduos tornou-se fundamental. Neste contexto este trabalho destaca-se especialmente na utilização da cinza da casca de arroz da região de Dourados em substituição ao agregado miúdo em microconcreto, com o objetivo de dar um destino viável a esta cinza e de estudar a resistência e a durabilidade deste microconcreto. A caracterização das dos corpos de prova deu-se por resistência a compressão, massa específica aparente, absorção de água e porosidade aparente e os resultados mostraram baixa resistência, maior absorção de água e porosidade dos corpos de prova. Diante destes resultados, acredita-se que possivelmente este tipo de cinza só poderá ser utilizada na produção de microconcreto em porcentagem bem abaixo de 25% em substituição ao agregado miúdo.

**Palavras-Chave:** Casca do arroz, Reaproveitamento, Construção Civil, Microconcreto.

## INTRODUÇÃO

Pode-se observar que os avanços científicos e tecnológicos são elementos fundamentais e essenciais para uma sociedade alcançar seu desenvolvimento, porém estes quase sempre estão acompanhados de problemas de ordem ambiental.

Os processos agrícolas e industriais, além de gerar enorme quantidade de resíduos, são responsáveis por um consumo de energia e de matéria-prima não renovável. O reaproveitamento desses resíduos, como subprodutos ou incluso como matéria-prima em outros setores é de fundamental importância na conservação do meio ambiente.

Diante destes sérios problemas, a preocupação com o destino que se deve dar aos resíduos tornou-se fundamental. O reaproveitamento desses resíduos é uma alternativa para que seja dado um destino correto a estes. Entre esses resíduos, podem-se mencionar os resíduos de construção e demolição, da indústria siderúrgica, agrícolas e outros.

Entre os resíduos agrícolas a casca de arroz é largamente encontrada em regiões onde este cereal é beneficiado. Devido ao seu alto poder calorífico, a casca é amplamente empregada no parque industrial como fonte de energia, tanto na própria indústria de beneficiamento para secagem dos grãos, como em outros diferentes ramos de atividade, tais como frigoríficos e fábricas de adubos e etc.

Isto gera uma grande quantidade de cinza, pois, após a queima completa, cerca de 20% da casca de arroz é convertida em cinza, sem destinação certa, sendo simplesmente descartada ou lançada em aterros, o que gera problemas ambientais, tais como poluição de mananciais de água, do ar e do solo.

Neste contexto este trabalho destaca-se especialmente na utilização da cinza da casca de arroz da região de Dourados em substituição ao agregado miúdo em microconcreto, com o objetivo de dar um destino viável a esta cinza e de estudar a resistência e a durabilidade deste microconcreto.

### 1. Arroz

O cultivo do arroz é tão antigo como a própria civilização. O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo. Atualmente, estima-se que este cereal frequente a mesa de dois terços da população mundial, constituindo-se no principal alimento de vários países.

O Brasil é o nono maior produtor mundial (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA). O principal produtor de arroz em casca é o Rio Grande do Sul, com 63,9% de participação

nacional, que no ano de 2010 foi de um total de 11 235 986 toneladas. O estado de Mato Grosso do Sul tem uma área de 28.500 ha plantada, e uma produção esperada de 158.500 t no ano de 2011, de acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010.

A quantidade de arroz em casca produzida, por ano, no mundo é de aproximadamente 700 milhões de toneladas (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE), levando em consideração que 20% é casca ( METHA 2008 e TIBONI 2007) , tem-se 120 milhões de tonelada de casca. A casca é um material fibroso, cujos maiores constituintes são celulose (50%), lignina (30%) e resíduos inorgânicos (20%). O resíduo inorgânico contém, em média, cerca de 95 a 98%, em massa, de sílica, na forma amorfa hidratada. (HOUSTON, 1972 apud POUHEY, 2006 p.9). Vale ressaltar que o percentual de sílica presente na casca de arroz depende de alguns fatores, por exemplo, a variedade plantada, o clima e as condições do solo e localização geográfica. (GOVINDARAO, 1980, AMICK, 1982).

Os 20% em média de casca que compõem o arroz é retirada no processamento e quando não são queimadas visando ao aproveitamento energético, são deixadas no meio ambiente, criando problemas de estética, que se agravam quando levadas pelo vento para outras áreas. A casca de arroz leva para se decompor, aproximadamente 5 anos, produzindo um grande volume de metano (CH<sub>4</sub>). Além disso, a casca apresenta baixa densidade, em torno de 130 kg/m<sup>3</sup>, resultando num grande volume necessário para a sua disposição. Outro destino dado à casca de arroz é a queima não controlada a céu aberto, emitindo grande quantidade de monóxido e dióxido de carbono (CO e CO<sub>2</sub>, respectivamente).

A principal aplicação hoje para a casca de arroz é a geração de energia para o processo de secagem e parboilização dos grãos de arroz. Isso se deve ao elevado poder calorífico de aproximadamente 16,33 MJ/Kg (DINIZ AT AL 2004).

O resultado desse processo produz grande quantidade de cinza que é comumente descartada de forma inadequada, nas margens de rodovias, de riachos e de terrenos baldios, gerando problemas ambientais, pois se trata de um resíduo poluidor.

Segundo SILVA (2009), vários ensaios já mostraram o poder de reaproveitamento da casca do arroz e também da cinza desta casca em diversas áreas, como compostagem, cama para animais, produção de energia, carvão em peletes e na construção civil.

Outra aplicação da casca de arroz que vem ganhando destaque é sua utilização em usinas termoeletricas. Para PEROZZI (2004), a biomassa vegetal surge como alternativa diante de um abastecimento energético limitado e da necessidade de uso cada vez mais racional da água, principal fonte de energia primária do país, além de sua utilização contribuir

para a redução nas emissões de gases de efeito estufa.

Nesse contexto, a casca de arroz destaca-se entre os resíduos agrícolas, por ser produzido em grandes quantidades, o que favorece a sua utilização para geração de energia elétrica e com isso, preserva-se o meio ambiente, mas produzirá muita cinza que precisa ter um destino sustentável.

JONH ET AL (2003, p.164) cita algumas características que contribuem para que a cinza da casca do arroz seja o material de pesquisas sobre o potencial aglomerante das cinzas vegetais: o conteúdo de cinza na casca do arroz é de 18 a 20%, um dos maiores entre os vegetais; a sílica está presente na forma alveolar (90 a 95%), em formato de favo de mel, de grande superfície específica e existe uma grande produção no Brasil e no mundo.

## **2. Materiais de construção civil a base de concreto**

Define-se como concreto o material composto por: cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita) e ar. Pode também conter adições (cinza volante, pozolanas, sílica ativa, etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas. Esquemáticamente pode-se indicar que a pasta é o cimento misturado com a água, a argamassa é a pasta misturada com a areia, e o concreto é a argamassa misturada com a pedra ou brita, também chamado concreto simples (concreto sem armaduras) (BASTOS, 2005).

A composição química do cimento é basicamente formada por (TACHARD ET AL, 2006):

- Óxido de cálcio (CaO) - 60 a 70%
- Sílica (SiO<sub>2</sub>) - 20 a 25%
- Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - 2 a 9%
- Óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) - 1 a 6%
- Óxido de magnésio (MgO) - 0 a 2%

A areia consiste de um material de origem mineral e finamente dividido em grânulos de dimensões que podem variar de 0,063 a 2 mm. A composição química da areia é basicamente formada por dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>), podendo ainda conter vários constituintes provenientes de impurezas, como a mica muscovita e caulinita, além de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O (QUEIROZ ET AL).

Os materiais de construção civil a base de concreto (telhas, lajotas, etc.) são fabricados

basicamente através da utilização de uma argamassa homogênea de cimento, areia, pedra ou brita e água; opcionalmente podem-se adicionar pigmentos e aditivos plastificantes, sendo que, no caso das telhas utiliza-se um impermeabilizante. Esse tipo de material constitui-se num artefato moderno, além de possibilitar a coloração de telhados e calçadas sem o uso de tinta, pois a própria peça é fabricada colorida - verde, vermelha, amarela, azul - e começam a pintar a paisagem das cidades brasileiras.

No Brasil, ainda há uma enorme área a ser coberta por esse tipo de produto, que apenas ensaia os primeiros passos no país, pois sua participação não passa dos 3%, segundo fabricantes e especialistas da área. Na Europa, por exemplo, as telhas de concreto detêm mais de 50% do mercado e na Itália atingem 70%. Assim, estima-se que há um enorme potencial, ainda inexplorado, no mercado brasileiro.

Um dos diferenciais que este tipo de material apresenta é a qualidade do produto, muito superior aos tradicionais. Os equipamentos de fabricação, de avançada tecnologia, praticamente induzem os bons resultados no final da linha de produção: um bom maquinário, cimento e agregados adequados, além de respeito às dimensões e especificações das normas técnicas, juntos, fazem com que se tenha um elevado padrão de qualidade. Outra diferencial é ambiental. A fabricação a partir da cerâmica requer muita energia e libera, em seu processo de produção, grande quantidade de CO<sub>2</sub>. A produção a partir do concreto - por depender apenas da cura do cimento - não libera praticamente nenhum resíduo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Confecção dos corpos-de-prova em microconcreto**

Foram utilizadas como agregado miúdo, amostras de cinzas de casca de arroz da Região de Dourados e areia comum adquirida em estabelecimento apropriado para a confecção de corpos de prova em microconcreto. O agregado graúdo deverá ter  $D_{máx} \leq 9,5$  mm, e traço a ser definido com a melhor relação água/cimento. Os corpos-de-prova foram moldados em forma cilíndrica de 5 X 10 cm de altura para os ensaios de resistência à compressão. Foram confeccionados corpos de prova com o emprego de concentrações de 25%, 50%, 75% e 100% de cinza em massa em substituição da areia.

### **Cura dos corpos-de-prova**

A cura dos corpos-de-prova ocorreu em atmosfera com 100% de umidade relativa.

## **Ensaio de Resistência à Compressão**

Os corpos-de-prova foram rompidos por compressão nas idades de 7, 14 e 28 dias seguindo as recomendações da NBR-5739/1994, para corpos de prova MC e MA. Nesta etapa foi possível ter conhecimento do material que apresentou maior resistência mecânica.

## **Absorção de água**

Os ensaios de absorção de água seguiram as recomendações da NBR-9778/1987, submetendo três corpos-de-prova nas condições MC e MA. Foram analisados nas idades de 28 dias. Este estudo torna-se relevante na estimativa da durabilidade de uma estrutura construída com esse material, já que quanto menor a absorção de água, maior sua durabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para a realização dos resultados de retração linear, massa específica aparente, absorção de água, porosidade aparente, teor de umidade e resistência à compressão foram utilizados dois corpos de prova confeccionados com 2,0 kg de areia, 1 kg de pedra brita, 450 ml de água e 1 kg de cimento portland e dois corpos de prova confeccionados com os mesmos elementos dos primeiros, mas com 25%, 75% e 100% de cinza da casca do arroz em substituição a areia.

Pelo fato da cinza da casca do arroz absorver água diferente da areia, houve diferença na quantidade de água na confecção dos corpos de provas com, 25%, 50%, 75% e 100%.

### **Retração linear dos corpos de prova (RL %)**

O Tabela 1 e a Figura 1 mostram as retrações lineares dos corpos de prova, antes e depois de acrescentar a cinza da casca de arroz, com 24 horas em estufa a aproximadamente 110°C.

Para o cálculo das retrações lineares utilizamos a equação 1.

$$RL_S = (C_V - C_S) \cdot 100 \div C_S \quad (1)$$

onde:

$C_V$  é o comprimento do corpo de prova verde;

$C_S$  é o comprimento do corpo de prova seco em estufa a uma temperatura de aproximadamente 110°C.

TABELA 1 – Retrações lineares dos corpos de prova.

	Cura de 14 dias	Cura de 28 dias
Sem cinza (Padrão)	0,239 ± 0,098	0,910 ± 0,308
Com 25% de cinza	0,184 ± 0,120	0,898 ± 0,132
Com 75% de cinza	0,464 ± 0,136	1,341 ± 0,210
Com 100% de cinza	0,554 ± 0,197	1,280 ± 0,102

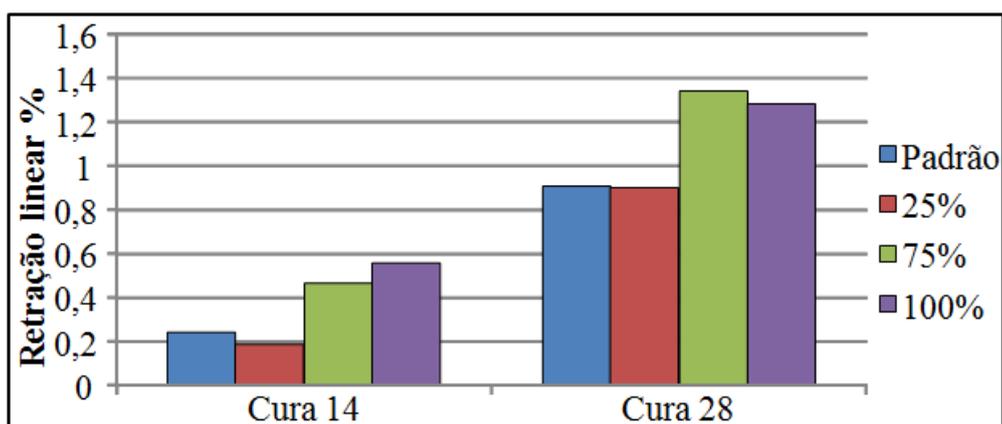


FIGURA 1 – Gráfico em colunas mostrando as retrações lineares dos corpos de prova.

Na Tabela 1 e na Figura 1 observou-se que os corpos de prova secos em estufa, confeccionados com 75 e 100% de cinza da casca de arroz em substituição ao agregado miúdo tiveram retrações maiores do que o confeccionado sem cinza, já o confeccionado com 25% sofreu dilatações parecidas com o confeccionado sem cinza, indicando que 25% não compromete a fabricação do microconcreto, pois dilatações e contrações causam deformações e trincas tornando os microconcretos mais frágeis (SANTOS, 1989).

### Massa Específica Aparente (MEA)

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram as massas específicas aparentes dos corpos de prova, antes e depois de acrescentar a cinza da casca de arroz, com 24 horas em estufa a aproximadamente 110°C.

Para o cálculo das massas específicas aparentes utilizamos a equação 2.

$$MEA = (m \div V_a) \quad (2)$$

Onde: **m** é a massa da amostra.

$V_a$  é o volume aparente da amostra.

TABELA 2 – Massa específica dos corpos de prova em  $\text{g/cm}^3$ .

	Cura de 14 dias	Cura de 28 dias
Sem cinza (Padrão)	$2,132 \pm 0,010$	$2,212 \pm 0,007$
Com 25% de cinza	$1,614 \pm 0,002$	$1,731 \pm 0,011$
Com 75% de cinza	$1,129 \pm 0,011$	$0,996 \pm 0,009$
Com 100% de cinza	$0,806 \pm 0,005$	$0,892 \pm 0,010$

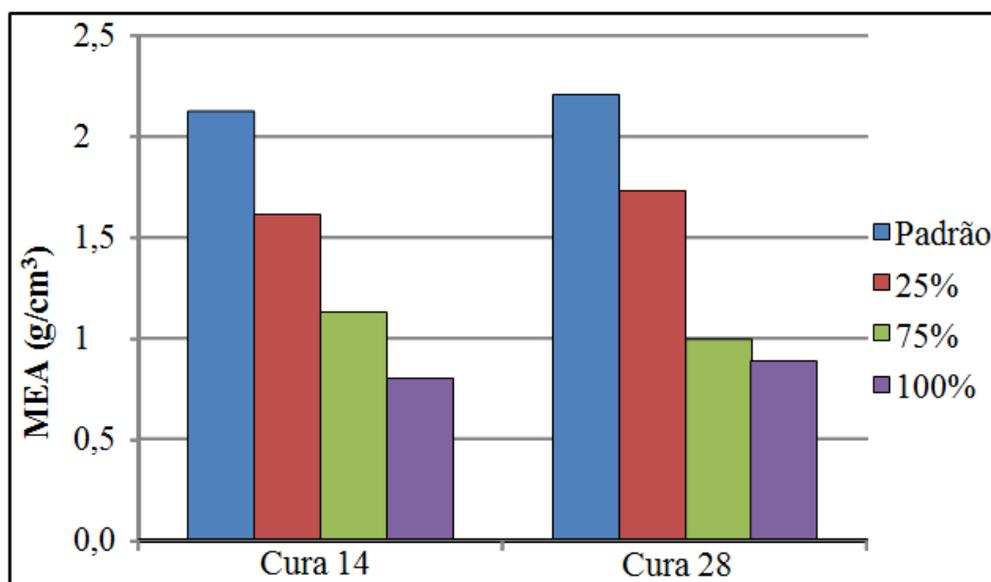


FIGURA 2 – Gráfico em colunas das massas específicas aparentes dos corpos de prova.

Na Tabela 2 e na Figura 2 observou-se que a massa específica aparente (densidade aparente) dos corpos de prova diminui com a porcentagem de cinza em substituição a areia.

Como a massa específica aparente dos corpos de prova é dada pela razão entre a massa e o volume do mesmo sua diminuição quando confeccionados com a cinza em comparação com os confeccionados sem a cinza, se deve provavelmente a diminuição da massa pela introdução da cinza .

### Absorção De Água (AA%)

A Tabela 3 e a Figura 3 mostram as absorções de água das amostras estudadas, antes e depois de acrescentar a cinza da casca de arroz em substituição a areia, com 24 horas em estufa a aproximadamente  $110^{\circ}\text{C}$ .

Para o cálculo das absorções de água utilizamos a equação 3.

$$AA(\%) = (m_u - m_s) \cdot 100 \div m_s \quad (3)$$

Onde:  $m_u$  é a massa úmida do corpo de prova;

$m_s$  é a massa seca em estufa.

TABELA 3 – Mostra as absorções de água dos corpos de prova em %.

	Cura de 14 dias	Cura de 28 dias
Sem cinza (Padrão)	7,990 ± 0,296	7,860 ± 0,058
Com 25% de cinza	20,770 ± 0,437	20,550 ± 0,533
Com 75% de cinza	47,350 ± 0,977	59,390 ± 0,660
Com 100% de cinza	77,230 ± 0,303	73,530 ± 0,283

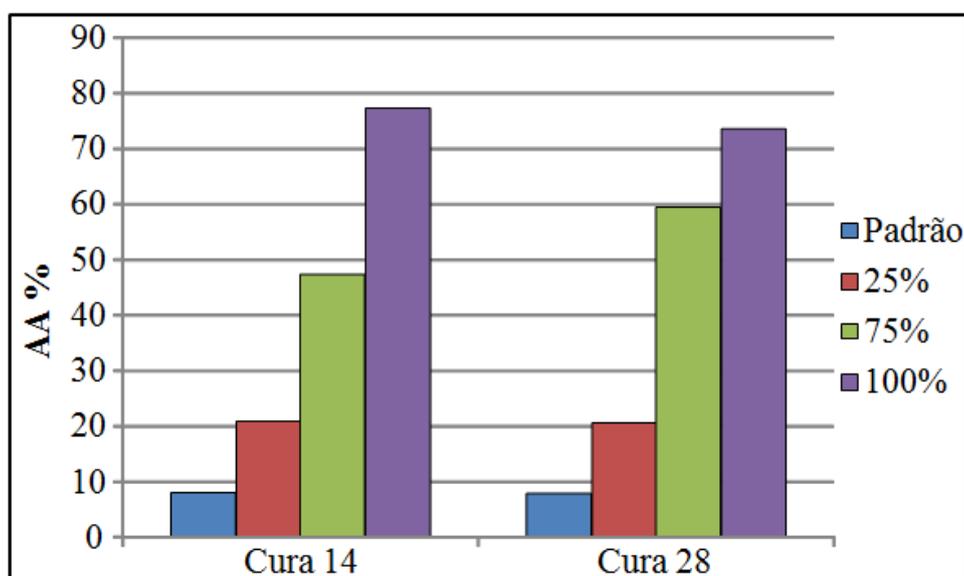


FIGURA 3 – Gráfico em colunas das absorções de água dos corpos de prova.

Com a Tabela 3 e a Figura 3 verificou-se que absorção da água foi maior nos corpos confeccionados com 75 e 100% da cinza da casca do arroz, e menor nos corpos confeccionados com 25% da substituição e na amostra sem substituição. Segundo Paula (2006) a quantidade de carbono e de matéria orgânica tem grande influência na absorção de água, pois o material carbonoso é extremamente fino, o que ocasiona um aumento na demanda de água. Considerado ainda que a cinza obtida foi por queima a céu aberto, todos

estes fatores possivelmente teve grande influência na absorção de água, pois é consenso na literatura que variáveis como temperatura de queima, tempo de residência, atmosfera de calcinação e taxa de aquecimento influenciem diretamente tanto nas propriedades físico-químicas quanto nas estruturas morfológicas da CCA.

### Porosidade Aparente (PA%)

A Tabela 4 e a Figura 4 mostram as porosidades aparentes dos corpos de prova, antes e depois de acrescentar a cinza da casca de arroz em substituição a areia, com 24, horas em estufa a uma temperatura de aproximadamente 110°C.

Para o cálculo das porosidades aparentes utilizamos a equação 4.

$$PA(\%) = (m_u - m_s) \div (m_u - m_i) \cdot 100 \quad (4)$$

Onde:  $m_u$  é a massa úmida do corpo de prova;

$m_s$  é a massa seca em estufa;

$m_i$  é a massa imersa.

TABELA 4 – Porosidades aparentes dos corpos de prova em %.

	Cura de 14 dias	Cura de 28 dias
Sem cinza (Padrão)	17,253 ± 2, 663	16,800 ± 1, 712
Com 25% de cinza	33,968 ± 16, 117	34,378 ± 1, 157
Com 75% de cinza	52,813 ± 7, 403	55,507 ± 9, 989
Com 100% de cinza	60,569 ± 3, 839	60,470 ± 5, 795

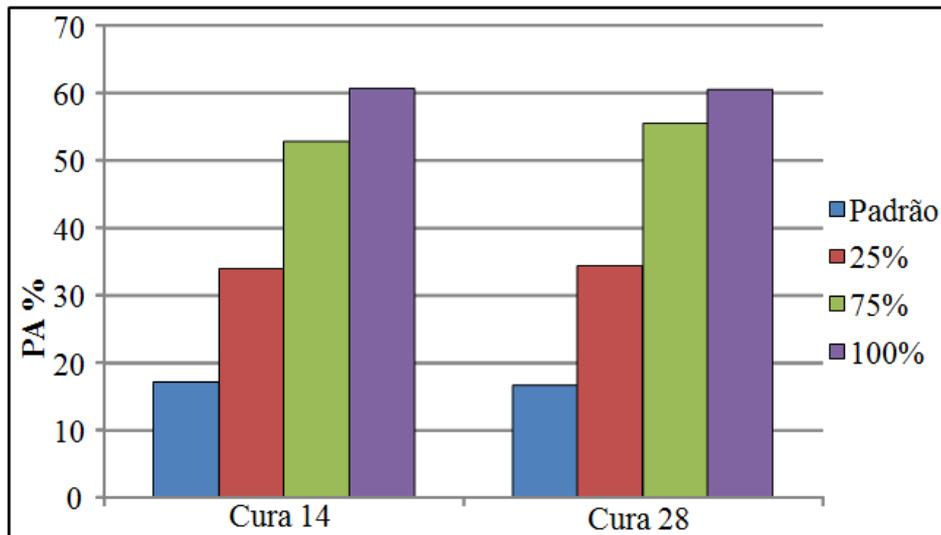


FIGURA 4 – Gráfico em colunas das porosidades aparentes dos corpos de prova.

Através da Tabela 4 e da Figura 4 observou-se que a porosidade aparente é maior para os corpos de prova confeccionados com cinza. A maior porosidade aparente apresentada nos corpos de prova com cinza se deve provavelmente a condições de queima, composição da cinza e o fator água cimento . Este aumento na porosidade pode ser melhor corrigido controlando –se o processo de queima e Segundo BARBOSA (1998), controlando-se o fator água/cimento de cada combinação estudada.

TIBONE (2007) afirma que o concreto é potencialmente vulnerável a diversas ações tais como: gelo, ataque por sulfato, reação álcali-agregado e corrosão do aço. Cada um destes processos envolve movimento de água ou outros fluidos, transportando agentes agressivos através da estrutura porosa do concreto. Portanto, a porosidade e a permeabilidade são propriedades importantes que afetam a durabilidade do concreto e, conseqüentemente, impermeabilidade é uma das propriedades essenciais em concretos que se espera um alto desempenho.

### Resistência à compressão

A Tabela 5 e a Figura 5 mostram os módulos de resistência a compressão dos corpos-de-prova com 28 dias de cura.

TABELA 5 – Resistência a compressão dos corpos de prova, expressos em MPa.

	Cura de 28 dias
Sem cinza (Padrão)	28,579

Com 25% de cinza	17,206
Com 50% de cinza	6,874
Com 75% de cinza	3,899
Com 100% de cinza	2,537

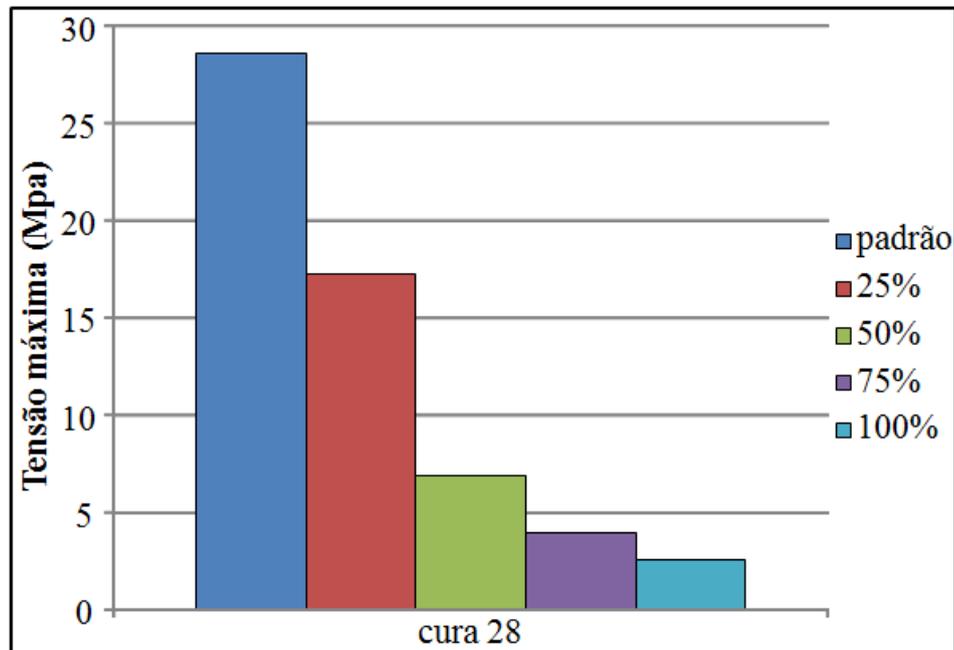


FIGURA 5 – Gráfico em colunas da resistência a compressão dos corpos-de-prova com cura 28 dias.

Através da Tabela 5 e da Figura 5 observou-se que a resistência é muito menor para os corpos de prova confeccionados com cinza e diminui com a porcentagem de cinza substituindo a areia. Acredita-se que a queda de resistência, ocorreu devido ao processo de queima, à composição da cinza e a presença de matéria orgânica na cinza e o fator água/cimento.

Também em relação à resistência mecânica, para Aïtcin e Neville (2003) apud TIBONE (2007) não é a porosidade a propriedade que mais afeta o concreto, e sim a aderência entre as partículas da matriz. A causa de misturas com altas relações água-aglomerante terem resistências menores consiste no fato de estas misturas terem mais dificuldade em desenvolver a aderência. Isto ocorre porque a extensão entre as superfícies dos produtos de hidratação torna-se maior e, conseqüentemente, torna-se mais difícil a criação de novos produtos intermediários. Misturas porosas significam aderência mais fraca pelo mesmo motivo de misturas com altas relações água-aglomerante.

## CONCLUSÃO

Com a análise dos resultados foi possível concluir que a adição de cinza da casca de arroz produzida por queima a céu aberto de casca de arroz da região da grande Dourados afeta o comportamento do microconcreto, tanto na absorção de água, porosidade e principalmente na resistência a compressão, pois os valores com a adição da cinza tiveram uma diferença no sentido de piorar essas propriedades. Tais resultados provavelmente ocorreram, devido o método de produção da cinza, processo de queima, a composição da cinza e o traço água/cimento. Diante destes resultados, acredita-se que possivelmente este tipo de cinza só poderá ser utilizada na produção de microconcreto em porcentagem bem abaixo de 25% em substituição ao agregado miúdo.

## REFERÊNCIAS

AÏTCIN, P.C.; NEVILLE, A. (2003). **How the Water-Cement Ratio Affects Concrete Strength**. Concrete International. v.25, n.8 – August, p.51-58.

AMICK, J.A. **Purificacion of rice hulls as a source of solar grade silicon for solar cells**. J.Electronchem, New Jersey, v.129, n.1, 1982.p.864-866.

BARBOSA, M.F., LIMA, E., PIRES SOBRINHO, C. W. A. **Estudo de argamassas com adições de cinza de casca de arroz e cinza de cana-de-açúcar**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Qualidade no Processo Construtivo. 27 A 30 de Abril de 1998 – Florianópolis – SC.

BASTOS, P.S.S.; **Fundamentos do concreto armado**. UNESP - Campus de Bauru/SP. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil, 2005.

DINIZ, J.; CARDOSO, A.L.; STAHL,J.A.; VILLETTI, M.A.; MARTINS, A.F. **Poder calorífico da casca de arroz, caroço de pêssigo, serragem de eucalipto e de seus produtos de pirólise**. Ciência e Natura, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v.26, n.2, p.25-32, 2004.

GOVINDARAO, V. M. H. **Utilizacion of rice husk: a preliminary analysis**. Journal of

Scientific and Industrial Research, Nova Deli, v.39, n.1, 1980. p.495-515.

HOUSTON, D. F. **Rice hulls, rice chemistry and technology**. Minnesota: American Association of Cereal Chemistry. 1972. p. 301-352.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

**Indicadores conjunturais: produção agrícola**. Brasília: IBGE 2010. Disponível em:

<[www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm)>

Acesso em: 8 Abr. 2013.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice production and processing**.

s.n.t.

Disponível

em:

<[http://www.irri.org/index.php?option=com\\_k2&view=item&layout=item&id=9151&lang=en](http://www.irri.org/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=9151&lang=en)>

Acesso em: 17 de abr. de 2013.

JOHN, V.M.; CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. G. **Cinzas e aglomerantes alternativos**.

In: FREIRE, W. J. ; BERALDO, A. L. (Coordenadores) **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Unicamp, 2003. 164p.

METHA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**.

3.ed. São Paulo: IBRACON, 2008. 307p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Arroz**. s.n.t. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>

. Acesso em: 6 Abr. 2013.

NITZKE, J.A.; BIEDRZYCHI, A. **Terra de arroz**. s.n.t. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/Alimentus/terraearroz/referencias.htm>>

. Acesso em: 6 Abr. 2013.

PAULA, M. O., 2006, **Potencial da cinza do bagaço de cana-de açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland**. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

PEROZZI, M. **Arroz em foco**. 2004. Disponível:

<<http://www.arroz.agr.br/sitearrozemfoco/040305.php>>. acesso em: out de 2009.

QUEIROZ, L. F. T., MONTEIRO, S. N., VIEIRA, C. M. F. **Caracterização de areia para utilização em cerâmica vermelha.** – UENF- LAMAV.

SANTOS, P.S. **Tecnologia de argilas.** Vol.1. 2ª. Edição. Editora Edgar Blücher, 1989.

SILVA, E. J. **Contribuição para utilização de cinza de casca de arroz na construção civil.** 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2009.

TACHARD, A.L.R.S.; RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M.R. **Avaliação da resistência mecânica de argamassas de cimento Portland contendo serragem de couro tratada em meio ácido.** 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

TIBONE, R. **A utilização de cinza de casca de arroz de termoelétrica como componente do aglomerante de compósitos à base de cimento Porthand.** 2007. 139f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.