ESTUDO COMPARATIVO DA SUBSTITUIÇÃO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO FRENTE À FISSURAÇÃO E ADERÊNCIA

Schafer, M. [1], Erhart, R. L.[2], Souza, R. P. de [3], Kulakowski, M. P.[4], Kazmierczak, C. S.[5]

[1] Universidade do vale do Rio dos Sinos, Mestrando PPGEC, engenheiro civil, e-mail: mauschafer@gmail.com
[2] Universidade do vale do Rio dos Sinos, Mestrando PPGEC, arquiteto e urbanista, e-mail: arquitetoerhart@gmail.com
[3] Universidade do vale do Rio dos Sinos, Graduando em Engenharia Civil, e-mail: pericorodrigo@gmail.com
[4] Universidade do vale do Rio dos Sinos, Professora Doutora, e-mail: marlovak@unisinos.br
[5] Universidade do vale do Rio dos Sinos, Professor Doutor, e-mail: claudiok@unisinos.br

RESUMO

Esta pesquisa tem como escopo analisar a influência da substituição do cimento por cinza de casca de arroz (CCA) em argamassas de revestimento quanto à fissuração e aderência. A fissuração de revestimentos é uma manifestação patológica que possui grande incidência, especialmente em edificações verticais e muitas vezes, está acompanhada pela falta de aderência ao substrato. Assim, foram confeccionadas argamassas com 0%, 4% e 8% de CCA em substituição ao cimento em volume, caracterizadas nos estados fresco e endurecido. As argamassas foram aplicadas em blocos cerâmicos estruturais, cuja superfície foi tratada com chapisco, produzido com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3. Após a moldagem a cura foi realizada de duas maneiras: a primeira em uma sala com temperatura de 23±2ºC e umidade de 60% e outra em mesma temperatura e ambiente saturado. Através deste trabalho foi observada uma tendência de comportamento de redução da variação dimensional com o aumento do teor de CCA. No entanto, o melhor comportamento de aderência observado em condições normais de cura foi para a argamassa com 4% de CCA, obtendo-se um aumento médio de 79% na resistência de aderência. Desta forma, pode-se afirmar que a incorporação de CCA nas argamassas pode contribuir para diminuir as manifestações patológicas em revestimentos argamassados.
Palavras chave: Argamassa de revestimento, fissuração, aderência.

ABSTRACT

This research aims to analyze the influence of the replacement of cement by rice husk ash (RHA) in mortar coating regarding to cracking and adhesion. The cracking of coatings is a common type of pathological features, especially in vertical buildings and often is accompanied by lack of adhesion to the substrate. Thus, were made mortars with 0, 4 and 8 % of RHA replacing cement by volume, characterized in fresh and hardened states. The mortars wereapplied after roughcast (1:3), in structural ceramic blocks . After molding the cure was performed in two ways: the first in a room with a temperature of 23 ± 2 ° C and humidity of 60 % and another at the same temperature and saturated environment. Through this work was observed a trend behavior reduction of dimensional variation with the increase of RHA percentage. However, the best grip performance was observed in normal cure conditions in the mortar with 4% of RHA, obtaining an average increase of 79% bond strength. Thus, it can be stated that the incorporation of RHA mortars can help reduce pathological manifestations in mortars coatings.
Keywords: Mortar coating, cracking, adhesion.

1. INTRODUÇÃO

A ação de tensões provenientes do carregamento nas edificações, as variações térmicas e a retração em que as argamassas de revestimento estão sujeitas podem causar manifestações patológicas. Assim, é necessário que as argamassas tenham a capacidade de deformar-se. No momento em que a deformação da argamassa é impedida, especialmente quando aderida sobre uma superfície porosa, surgem tensões de tração no revestimento que podem levar à fissuração (BASTOS et al., 2010).

Temoche Esquivel et al. (2007) salientam que indiferente dos materiais e dos processos de produção normalmente utilizados, o desempenho do revestimento de argamassa é condicionado basicamente por três exigências: aderência à base, estanqueidade à água de chuva e durabilidade. Devendo ser somado a isto o fator estético, ou seja, o revestimento de fachada.

Segundo Carasek; Cascudo; Scartezini (2001), a aderência deriva da união de três propriedades na interface da argamassa com substrato: a resistência de aderência à tração, a resistência de aderência ao cisalhamento e a extensão de aderência. A aderência de uma argamassa tem início na sua aplicação e adquire resistência já no endurecimento inicial, podendo evoluir ao longo do tempo. A ocorrência de fissuras na argamassa endurecida pode diminuir a sua durabilidade e, por consequência, a vida útil do revestimento.

Já a resistência ao cisalhamento da argamassa de revestimento, associada à aderência à base, define a capacidade do revestimento de suportar as solicitações mecânicas a que estará sujeita (TEMOCHE ESQUIVEL et al., 2007).

A adição de pozolanas às argamassas pode aumentar a aderência em função da modificação dos produtos de hidratação, resultando num aumento das resistências mecânicas (ALMEIDA; FARIA; PINTO, 2007). Nesse sentido, Silva e Liborio (2003) relatam que a sílica da pozolana em reação com o hidróxido de cálcio forma o C-S-H, enriquecendo algumas propriedades da argamassa. Esses autores verificaram ganhos substanciais na resistência de aderência devido à adição da pozolana na argamassa.

Este trabalho tem como objetivo o estudo comparativo da substituição de cinza de casca de arroz em argamassas de revestimento frente à fissuração e resistência de aderência à tração.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os materiais empregados nesta pesquisa foram:

- Substrato - Bloco cerâmico 14 x 19 x 29 cm;
- Agregado miúdo - Areia quartzosa de leito de rio;

- Aglomerante - Cimento Portland CPII F 32;
- Aglomerante - Cal hidratada CH-I;
- Pozolana - Cinza de casca de arroz de leito fluidizado (CCA).

2.2 Caracterização dos materiais

A caracterização dos blocos cerâmicos encontra-se na tabela 1:

Tabela 1: Características físicas dos blocos cerâmicos

Ensaios	Resultado
Índice de absorção de água (%) NBR 15270-3 (ABNT, 2005)	11,69
Índice de absorção de agua inicial (g/193,55cm²/min) NBR 15270-3 (ABNT, 2005)	45,47

A caracterização física do agregado miúdo consta na tabela 2:

Tabela 2: Características físicas do agregado miúdo

Ensaios	Resultado
Massa específica (g/cm³) NBR NM 52 (ABNT, 2009)	2,59
Massa unitária no estado solto (g/cm³) NBR NM 45 (ABNT, 2006)	1,51

A distribuição granulométrica do agregado miúdo consta na tabela 3:

Tabela 3: Distribuição granulométrica do agregado miúdo – NBR NM 248 (ABNT, 2003)

Granulometria		
Série normal (mm)	Massa retida (%)	Massa retida acumulada (%)
2,4	4	4
1,2	10	14
0,6	22	36
0,3	47	83
0,15	7	90
<0,15	10	100
Total	100	---
Dimensão máxima característica	2,4 mm	
Módulo de finura	2,26 mm	

2.3 Caracterização dos aglomerantes

O cimento usado como aglomerante para a produção das argamassas consiste em Portland CPII F 32, conforme a NBR 11578 (ABNT, 1997). Este cimento foi escolhido devido à inexistência de pozolana em sua composição. A tabela 4 apresenta os resultados dos ensaios químicos e físicos do cimento.

Tabela 4: Caracterização química e física do cimento CPII F32

Ensaios	Resultado
Massa específica - NBR NM 23 (ABNT, 2001)	3,11 g/cm³
Área Específica Blaine - NBR NM 76 (ABNT, 1998)	26,3 cm²/g
Finura - Resíduo na Peneira de 0,075 mm (#200) NBR 11579 (ABNT, 2013)	2,04%
Resistência à compressão aos 28 dias - NBR 7215 (ABNT, 1997)	40,8 MPa
Início de pega - NBR NM 65 (ABNT, 2003)	3h:15min
Fim de pega - NBR NM 65 (ABNT, 2003)	3h:57min

Fonte: Itambé, 2013

Empregou-se a cal hidratada do tipo CH-I, conforme NBR 7175 (ABNT, 2003), foi empregada nas argamassas de revestimento e tem suas características químicas e físicas na tabela 5.

Tabela 5: Caracterização química e física da cal CH-I

Ensaios		Resultados
Densidade aparente		0,712 g/cm³
Finura	Peneira # 200	1,50 %
Químicos (%)	MgO	29,80 %
	CaO	43,00 %
	Óxidos Totais (MgO+CaO)	95,40 %
	Óxidos totais não hidratados	10,59 %
	CO_2	1,70%

Fonte: Fabricante (2013).

A figura 1 apresenta a curva granulométrica dos aglomerantes, da pozolana e da fração passante na peneira 75µm do agregado miúdo.

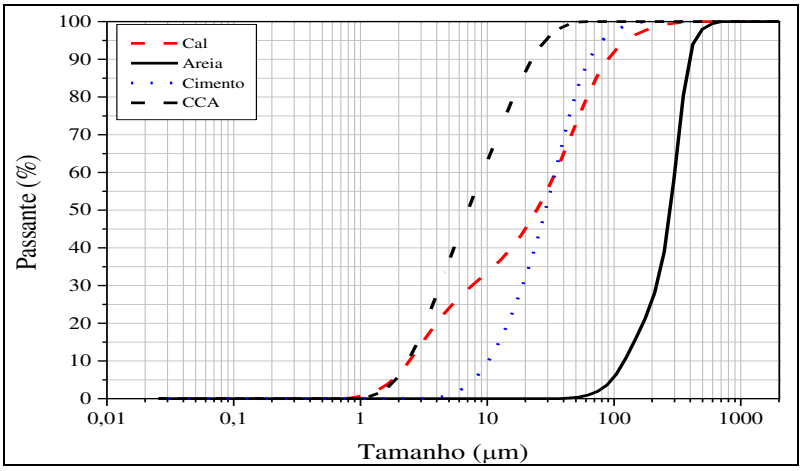


Figura 1: Granulometria por difração a laser

A figura 2 apresenta o difratograma da caracterização minerológica da CCA realizada no equipamento Siemens D5000.

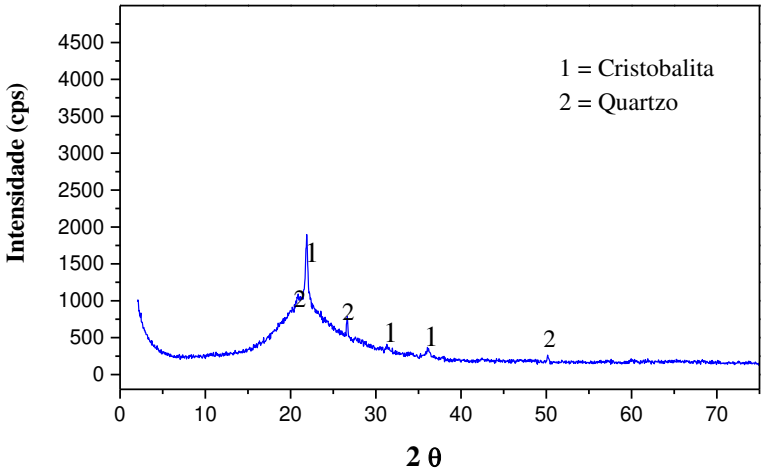


Figura 2 – Difratograma de Raios X da Cinza de casca de arroz.
Fonte: Fedumenti (2013)

A presença de picos de cristobalita (SiO_2) pode ser em decorrência do potássio presente na casca de arroz, visto que o mesmo incrementa a velocidade de fusão e cristalização de sílica amorfa, conforme comenta Della, Kühn e Hotza (2001). Já a presença do quartzo se explica pela possível contaminação da amostra no processso de fluidização da casca de arroz no leito do forno (ANGEL et al., 2009).

2.4 Produção das argamassas

Para a produção das argamassas foi utilizado um traço de 1:1:6 em volume. A mistura das mesmas foi realizada através de uma pré-mistura de areia, cal, resíduo e água, de 16 a 24 horas antes de adicionar o cimento, baseado na NBR 13276 (ABNT, 2005). Para as argamassas com substituição parcial por cinza de casca de arroz foram utilizadas os percentuais de 4% e 8% de substituição sobre o volume do cimento. A preparação da pré-mistura foi realizada numa argamassadeira de eixo vertical, em que areia foi misturada com a cal e 50% da água da mistura.

Após 24 horas de hidratação da pré-mitura, foi realizada a mistura da argamassa, adiconando-se o cimento, a CCA e água necessária para o ajuste do índice de consistência. A fim de manter um mesmo padrão para todas as argamassas**,** foi fixada a trabalhabilidade através do índice de consistência em 260 ± 5 mm, conforme a NBR 13276 (ABNT, 2005). Após a confecção das argamassas foram realizados os ensaios de caracterização no estado fresco, e as moldagens no estado endurecido. Durante a cura das argamassas foi realizado o ensaio de variação dimensional NBR 15261 (ABNT, 2005), e após 28 dias, os ensaios no estado endurecido.

Para a avaliação da resistência de aderência à tração foram utilizados blocos cerâmicos estruturais. Estes blocos foram revestidos com uma camada de chapisco no traço de 1:3 e permaneceram 72 horas em cura em sala climatizada com temperatura de 23±2ºC e umidade de 60%. A fim de manter uma certa uniformidade na aplicação, as argamassas de revestimento foram aplicadas com o emprego de uma caixa de queda, a um metro de altura.

A cura do revestimento foi realizada em duas situações: em sala climatizada com temperatura de 23±2ºC e umidade de 60%, denominada de cura *seca*; e outra em sala com temperatura de 23±2ºC e umidade de 95 a 100%, denominada de cura *úmida*. Após o período de cura do revestimento por 28 dias, foram aplicadas pastilhas metálicas de diâmetro de 50 mm com adesivo epóxi sobre a argamassa de revestimento. No total, foram realizados 12 arrancamentos por tipo de revestimento. O ensaio foi baseado na NBR 13528 (ABNT, 2010) e realizado com dinamômetro portátil da marca Dinateste.
Paralelamente, foi realizado o companhamento da fissuração nos revestimentos, nas idades de 1, 3, 7, 14 e 28 dias. Contudo, esta manifestação patológica não foi identificada.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Blocos cerâmicos

Dos substratos cerâmicos ensaiados quanto ao Índice de absorção de água, o resultado do 11,69% encontra-se dentro da faixa estipulada pela NBR 15270-2 (ABNT, 2005), que prevê que o índice de absorção de água não deva ser inferior a 8% e nem superior a 22%.
O resultado do Índice de absorção de água inicial de 45,47 (g/193,55 cm²)/min, indica, conforme a NBR 15270-3 (ABNT, 2005), que este tipo de base deve ser umedecida previamente para seu melhor desempenho.

3.2 Caracterização da Argamassa no Estado Fresco

Na tabela 6 são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização das argamassas no estado fresco.

Tabela 6: Argamassas no Estado Fresco

Ensaios de caracterização	**Método**	**Argamassas**		
		Referência	Substituição 4%	Substituição 8%
Índice de Consistência por Espalhamento (mm)	NBR 13276 (ABNT, 2005)	260,3	263,5	261
Teor de Ar Incorporado (%)	NBR 13278 (ABNT, 2005)	6	5,5	5,8
Densidade de Massa (kg/m³)	NBR 13278 (ABNT, 2005)	2.057,54	2.028,19	2.034,94
Retenção de Água (%)	NBR 13277 (ABNT, 2005)	99,43	99,59	99,67

Observa-se que foi atingida a consistência especificada no programa experimental.
As argamassas no estado fresco podem ser classificadas, segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), conforme se apresenta na tabela 7.

Tabela 7: Classificação das argamassas no Estado Fresco

Requisito	Argamassas / Classes		
	Referência	Substituição 4%	Substituição 8%
Densidade de Massa	D5/D6	D5/D6	D5/D6
Retenção de Água	U6	U6	U6

Considerando os requisitos no estado fresco da NBR 13281 (ABNT, 2005), as três argamassas ensaiadas encontram-se na mesma classe. Considerando as médias individuais dos ensaios verificou-se que as variações são pequenas, o que justifica a mesma classificação.
O ensaio de squeeze-flow foi realizado de acordo com a NBR 15839, (ABNT, 2010), na velocidade de 0,1 mm/s para 15 minutos após a mistura. Na figura 3 estão apresentados os resultados do squeeze-flow das argamassas utilizadas.

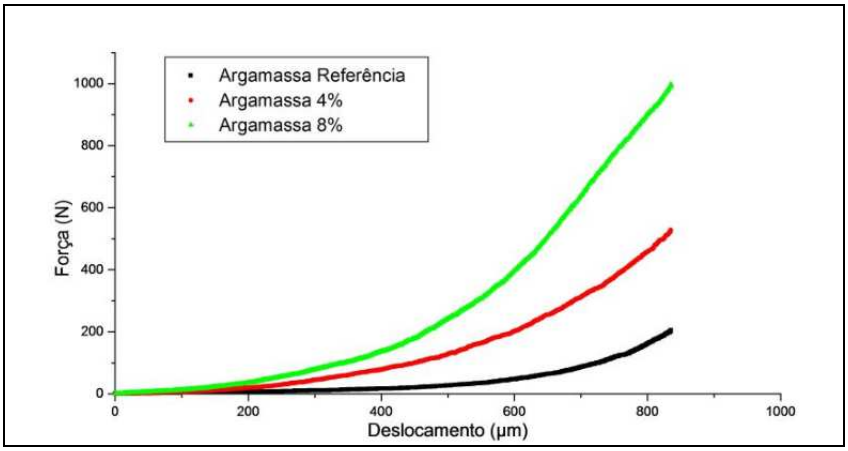


Figura 3: Squeeze-flow

Segundo Freitas (2010), os resultados do ensaio squeeze-flow permitem realizar uma analogia com a aplicação da argamassa no revestimento. As argamassas que possuem maior deslocamento com menor carga, tendem a ter maior trabalhabilidade, o que foi observado na argamassa de referência. Já a argamassa com teor de 4% apresenta, em função da carga aplicada, uma trabalhabilidade intermediária. Os resultados obtidos para a argamassa com teor de 8%, indicam que possivelmente a aplicação manual será de difícil aplicação e resultariam em baixa produtividade.

3.3 Caracterização da Argamassa no Estado Endurecido

Na tabela 8 são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização da argamassa no estado endurecido.

Tabela 8: Argamassas no Estado Endurecido

Ensaios de caracterização	Método	Argamassas		
		Referência	Substituição 4%	Substituição 8%
Resistência à Compressão (MPa)	NBR 13279 (ABNT, 2005)	5,51	5,59	5,60
Resistência à Tração na Flexão (MPa)	NBR 13279 (ABNT, 2005)	2,81	2,80	2,61
Determinação da Absorção Total de Água (%)	NBR 9778 (ABNT, 2005)	39,89	39,98	41,08
Coeficiente de Capilaridade ($g/dm^2.min^{1/2}$)	NBR 15259 (ABNT, 2005)	3,95	6,47	8,10
Densidade de Massa (kg/m^3)	NBR 13280 (ABNT, 2005)	1.919,60	1.932,90	1.950,23
Índice de Vazios (%)	NBR 9778 (ABNT, 2009)	24,52	25,81	23,36
Massa Especifica Real (g/cm^3)	NBR 9778 (ABNT, 2009)	2,51	2,50	2,43

Na tabela 9 são apresentados as classificações dos resultados dos ensaios de caracterização da argamassa no estado endurecido, segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005).

Tabela 9: Classificação das argamassas no Estado Endurecido

Requisito	Argamassas / Classes		
	Referência	Substituição 4%	Substituição 8%
Resistência à Compressão	P4/P5	P4/P5	P4/P5
Resistência à Tração na Flexão	R4/R5	R4/R5	R4
Coeficiente de Capilaridade	C3/C4	C4/C5	C5
Densidade de Massa	M5/M6	M5/M6	M5/M6

A variação dimensional das argamassas estudadas foi realizada segundo a NBR 15261 (ABNT, 2005), apresentou-se um único perfil de retração, conforme figura 4. Barbosa et al (2011) observaram que uma taxa de variação inferior 0,7 mm/m indica menor potencial de fissuração. Neste sentido, pode-se observar que tanto a argamassa de referência quanto as argamassas com CCA não apresentam risco potencial de fissuração (Figura 4).

Assim como os resultados de variação dimensional, a perda de massa para os três tipos de argamassa não apresentaram diferenças tecnicamente significativas. Observa-se que as maiores perdas de massa e variações ocorreram entre 3 e 7 dias.

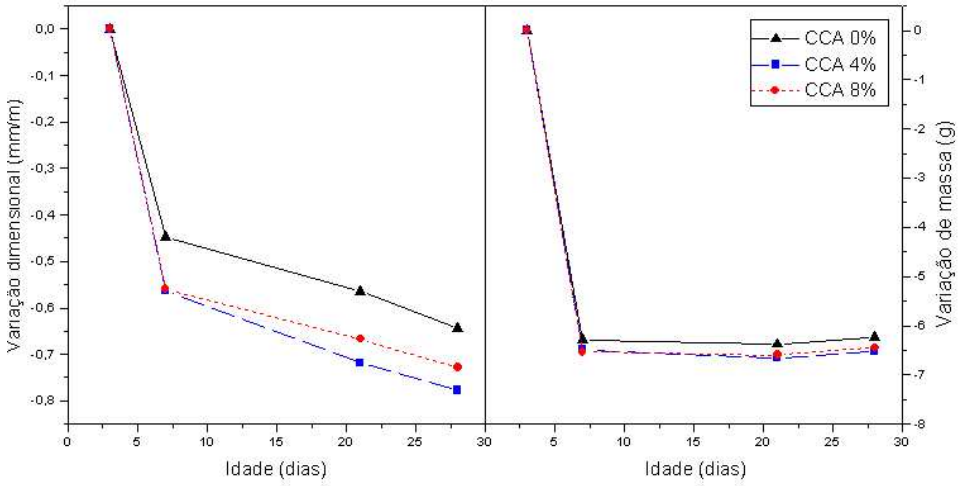


Figura 4: Variação dimensional

Quanto aos resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão (Rc) e tração na flexão (Rf), pode-se observar que todas as argamassas encontram-se nas mesmas faixas de variação. A análise de variância (ANOVA) indicou, a um nível de significância α de 5%, que o teor de CCA não exerce influência significativa nas propriedades estudadas, pois o valor 'p' retornado para Rc e Rf foi de, respectivamente, 0,89 e 0,56, ambos maior do que α. A figura 5 apresenta o comportamento das resistências obtidas.

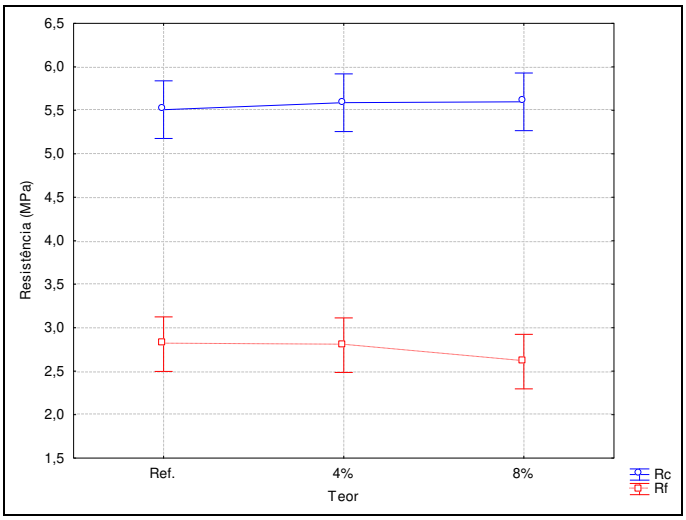


Figura 5: Resistência à tração na flexão e compressão

3.4 Resistência de aderência à tração

O efeito do teor de CCA e do tipo de cura sobre a resistência de aderência das argamassas foram analisadas por análise de variância (ANOVA), apresentada na Tabela 10. A análise considerou os 12 ensaios realizados para cada combinação entre fatores e níveis de estudo.

Tabela 10 - Análise de variância (ANOVA) do efeito da CCA na condição de cura úmida

FATOR	SQ	GDL	MQ	F	Valor de P	Efeito significativo
CCA	0,00525	2	0,00263	0,2102	0,81116	NS
CURA	0,64404	1	0,64404	51,5457	0,00000	S
CCA * CURA	0,16309	2	0,08154	6,5264	0,00320	S
Erro	0,57475	46	0,01250			

Onde: GDL = grau de liberdade; SQ = soma quadrada; MQ = média quadrada; NS= não significativo; S = significativo.

A análise indicou que o teor de CCA isoladamente não apresenta efeito significativo sobre a resistência de aderência. Ou seja, seu emprego, substituindo o cimento, não prejudica o desempenho de aderência da argamassa de revestimento. Já o tipo de cura influencia significativamente a resistência de aderência, sendo que a cura seca retornou resultados com desempenho superior à cura úmida, na ordem de 52% maior. A interação entre CCA e a cura também foi significativa, sendo que para a condição seca o melhor desempenho observado foi para a argamassa com o teor de 4% de CCA, na ordem de 1,3 vezes maior do que as outras duas argamassas.

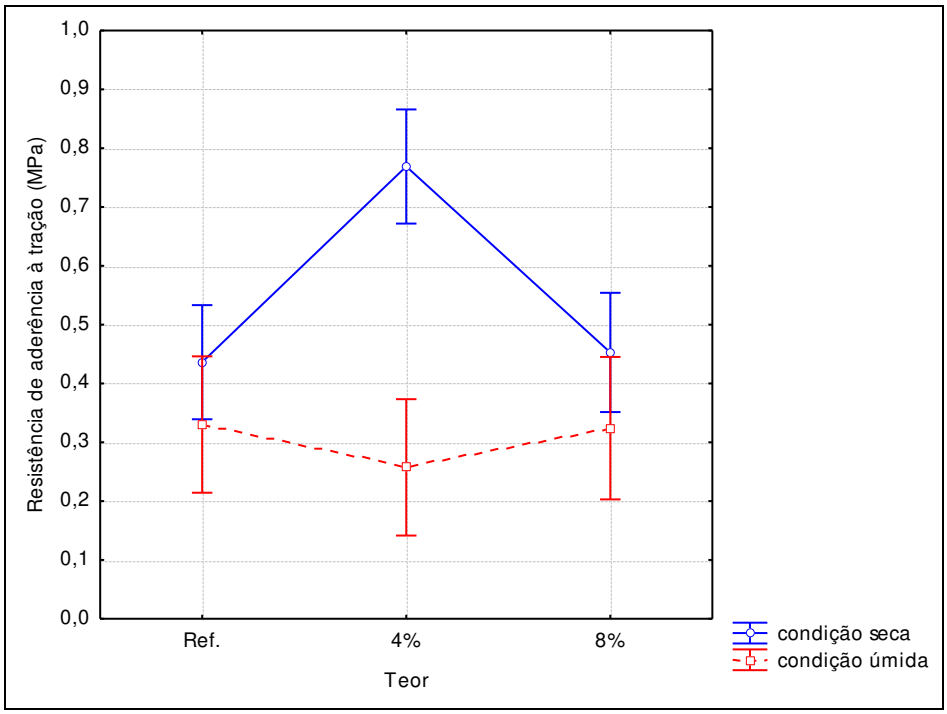


Figura 6: Resistência de aderência à tração

Os resultados de resistência de aderência à tração foram analisados considerando o tipo de ruptura ocorrida durante o ensaio. Para tanto, recorreu-se à representação gráfica pelo método de otimização de quadrantes, empregado por Carasek (1996). Os gráficos representam os tipos de ruptura, seja por falta de coesão da argamassa ou do substrato, ou por falta de aderência da argamassa ao substrato com as resistências de aderência obtidas. Deve-se salientar que Carasek (1996) ao se referir à "falta de coesão" quer dizer que à falha na ruptura

ocorreu ou na argamassa ou no substrato, ou seja, por deficiência de um destes componentes. As figuras 7, 8 e 9 apresentam os gráficos para cada condição analisada.
Cabe salientar que neste caso foram considerados os limites de aderência à tração, conforme a NBR 13749 (ABNT, 2013), para paredes externas (>0,30 MPa).

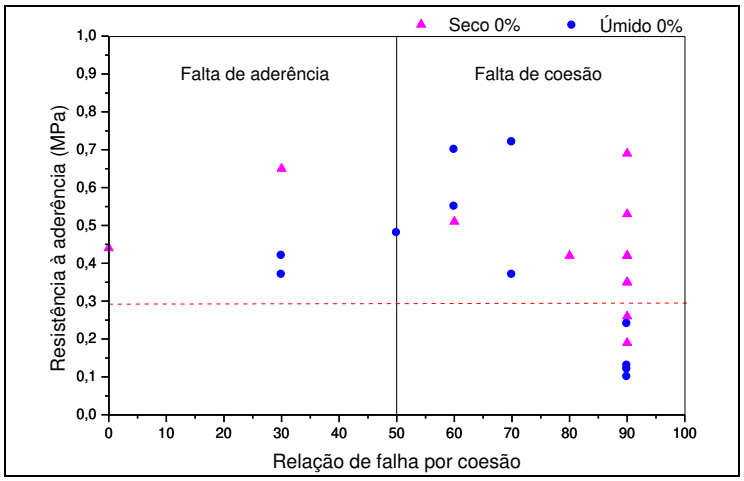


Figura 7 - Resistência de aderência em função do tipo de ruptura com argamassa de referência nas condições seca e úmida

De acordo com a figura 7, o revestimento do traço de referência com cura seca apresentou os seguintes resultados: 17% falta de aderência, 58% falta de coesão e 25% não atingiram a resistência de aderência à tração mínima exigida por norma. O revestimento do traço de referência com cura úmida apresentou 33,3% - falta de aderência, 33,3% - falta de coesão e 33,3% não atingiram a resistência mínima de aderência à tração.

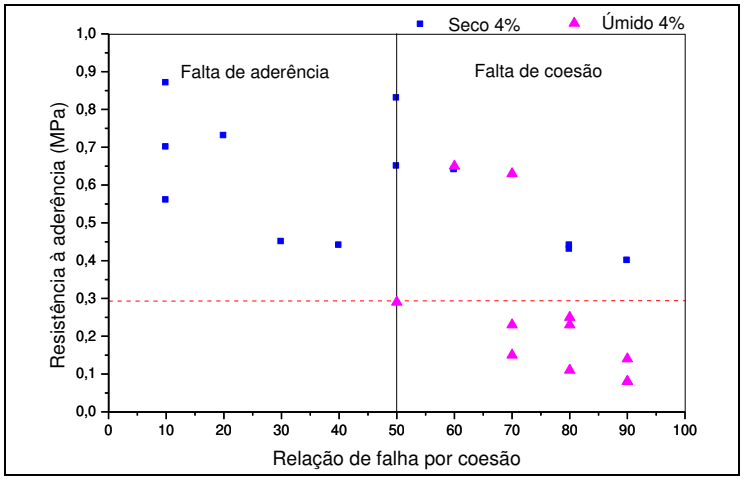


Figura 8 - Resistência de aderência em função do tipo de ruptura com argamassa com 4% de CCA nas condições seca e úmida

Segundo a figura 8 o revestimento do traço com 4% de substituição curado na condição denominada seca apresentou em 58% falta de aderência, em 42% do revestimento falta de

coesão e atingiu a resistência de aderência à tração mínima exigida por norma. O revestimento do traço com 4% de substituição curado na condição denominada úmida não apresentou falta de aderência, 25% falta de coesão e 75% não atingiram a resistência mínima de aderência à tração.

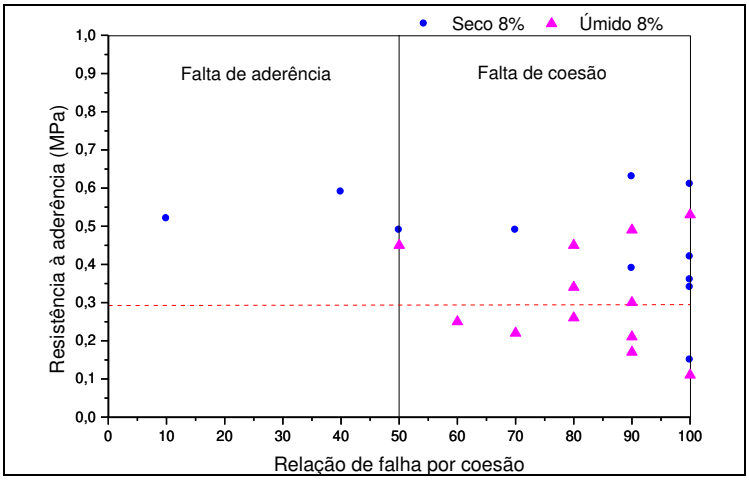


Figura 9 - Resistência de aderência em função do tipo de ruptura com argamassa com 8% de CCA nas condições seca e úmida

A figura 9 apresenta o revestimento do traço com 8% de substituição, curado na condição denominada seca, em que 25% são por falta de aderência, 67% do revestimento por falta de coesão e 8% não atingiu a resistência de aderência à tração mínima exigida por norma. O revestimento do traço com 8% de substituição curado na condição denominada úmida apresentou 8% por falta de aderência, 42% por falta de coesão e 50% não atingiram a resistência mínima de aderência à tração.

De uma forma geral, o melhor resultado obtido foi de 4%, o que apresenta a mesma tendência que Kieling *et al.* (2009), obtiveram em seus estudos uma resistência de aderência superior na argamassa que recebeu 5% de CCA.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Há viabilidade no emprego de cinza de casca de arroz nos revestimentos, porém é necessário realizar mais pesquisas sobre os teores a serem empregados;
- Quanto à caracterização da argamassa no estado fresco e endurecido, as argamassas apresentaram praticamente as mesmas classificações, através de seus comportamentos semelhantes;
- Nenhuma das argamassas de revestimento apresentou fissuração;
- Os revestimentos com melhor desempenho foram aqueles na condição denominada seca, com umidade 60% e temperatura 23±2°C, dentro das limitações desta pesquisa;
- A substituição em 4% sobre o cimento promoveu resultados mais satisfatórios quanto à resistência de aderência à tração.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. G.; FARIA, P.; PINTO, A. P. **Argamassas com base em cal aérea e cinzas de casca de arroz para conservação do patrimônio construído.** In: 2° CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSA DE CONSTRUÇÃO. 2007.

ANGEL, J. D. M. et al. **Caracterização de cinza obtida por combustão de casca de arroz em reator de leito fluidizado**. Química Nova, v. 32, n. 5, p.1110-1114, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7175: **Cal hidratada para argamassas - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: **Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578: **Cimento Portland composto - Especificação**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279: **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13280: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281 - **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13277: **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13278: **Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à

tração. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13749: **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15259: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15261 - **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear).** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-1: **Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-2: **Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-3: **Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15839 - **Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos - Caracterização reológica pelo método squeeze-flow**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios.** Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: **Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: **Agregados - Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.

Barbosa, Waleska da S.; Tanabe, Aline; Fukui, Eiji; Silva, Isac J. da: **Estudo do teor de aditivo compensador de retração em argamassa de revestimento de baixa espessura** - 2011 in IX simpósio brasileiro de tecnologia de argamassas Belo Horizonte 1-12p.

BASTOS, P. K. X. et al. **Estudo do Módulo de Elasticidade de Argamassas de Revestimento Sujeitas à Sucção de Água pela Base**. In: SOB A ÉGIDE DA ENERGIA. APFAC. 2010.

CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos - avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação.** São Paulo, SP: (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, 1996. Tese de Doutorado.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L. M. **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa.** In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. 2001.

DELLA, V.P.; KÜHN, I.; HOTZA, D.. **Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica**. Química Nova, v.24, n.6, p. 778-782, 2001.

FEDUMENTI, M.B. **Avaliação da influência da cinza de casca de arroz na penetração de íons cloreto em concretos com agregado reciclado de concreto**. São Leopoldo, 2013. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos.

FREITAS, C. DE. **Argamassas de revestimento com agregados miúdos de britagem da região metropolitana de Curitiba: propriedades no estado fresco e endurecido**. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil.

KIELING, A. et al. **Influência da adição de cinza de casca de arroz na aderência de argamassas de revestimento**. Estudos Tecnológicos em Engenharia, 16 set. 2009. v. 5, n. 2, p. 157–170. São Leopoldo, 2013.

SILVA, V. S.; LIBORIO, J. B. L. **Revestimentos aplicados sobre chapiscos com adições de sílica ativa da casca de arroz.** In: ANAIS DO 47° CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA. 2003.

TEMOCHE ESQUIVEL, J. F. et al. **Influência da taxa de defeitos de interface nas tensões de origem térmica em revestimentos de argamassa.** In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. 2007.