

DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS CONTENDO ADIÇÕES DE CINZAS DA COMBUSTÃO DA CASCA DO ARROZ

L. M. M. MACHADO¹, M. C. BRANDÃO¹, L. M. RODRIGUES¹ e S. N. da SILVA²

¹ Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Engenharia Química

² Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Engenharia de Energias Renováveis e Ambiente

E-mail para contato: sabrinasilva@unipampa.edu.br

RESUMO – Neste trabalho avaliamos a possibilidade de aproveitamento das cinzas da casca de arroz (CCA) como carga em resina alquídica, aplicada como revestimento anticorrosão, com a finalidade de melhorar a propriedade de barreira conferida pelo revestimento. A característica de barreira pode ser atribuída ao fato de as cargas aumentarem o caminho da difusão do O₂ e da H₂O até a interface polímero/metal. Além disso, alguns dos óxidos, constituintes químicos das cinzas de casca de arroz, possuem propriedades inibidoras das reações de corrosão. Analisamos a dispersão do tamanho e a morfologia das partículas por curvas de distribuição granulométrica por espalhamento de luz e por microscopia ótica (MO). As imagens obtidas foram analisadas no software *Image J*. A caracterização dos revestimentos foi realizada por difratometria de raios-X (DRX) e Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). Desenvolvemos revestimentos com diferentes concentrações de cinzas (0, 5 e 10% em massa) e aplicamos sobre placas de aço inoxidável 304. O desempenho da resina com e sem as cargas foi avaliado pela exposição em câmara climática com umidade relativa (UR) e temperatura controladas.

1. INTRODUÇÃO

A cinza da casca de arroz (CCA) possui, como maior componente químico, o dióxido de silício (SiO₂), variando entre 74 a 97%, independentemente do processo de queima (Tashima *et al.*, 2004). O elevado teor de sílica torna a CCA valorizada, mas este resíduo só terá valor econômico se tiver alta qualidade, caracterizada pela elevada superfície específica, tamanho e pureza de partícula, podendo ser usado em diversas aplicações. A queima da casca do arroz também tem sido empregada para a geração de energia elétrica, devido ao elevado poder calorífico deste material. Esta é uma alternativa praticável do ponto de vista tecnológico, viável do ponto de vista econômico e ética do ponto de vista ecológico, uma vez que existe tecnologia para a conversão (Foletto *et al.*, 2005).

Entre os vários re-usos para cinzas, pode-se citar: produção de cimento pozolânico, obtenção de agregados leves para concreto, estabilização de solos, fabricação de concreto celular, produção de materiais construtivos a base de cinza-cal. Cerca de 30% das cinzas atualmente produzidas é aproveitada na indústria cimenteira, o restante é descartado (Casagrande *et al.*, 2008). Deste modo, é importante que novas investigações sejam

desenvolvidas no sentido de procurar novas aplicações para as cinzas, reduzindo, assim, os impactos ambientais.

As técnicas industriais mais empregadas para a captura desses resíduos sólidos são os precipitadores eletrostáticos, os filtros de manga, os lavadores úmidos e os coletores mecânicos. Para descarte das cinzas existem, basicamente, dois métodos: as lagoas de sedimentação e os aterros sanitários.

O aproveitamento da CCA tem importância ambiental, pois quando descartada de forma inadequada, provoca poluição por apresentar certa quantidade de carbono residual. A cinza é considerada altamente prejudicial para a saúde humana, devido ao elevado teor de sílica que pode ocasionar uma doença pulmonar conhecida como silicose. A geração de resíduos na agroindústria tem causado grande preocupação, visto que seu descarte vem desencadeando diversos problemas ambientais, como a poluição do solo, de mananciais e até mesmo do ar (Della *et al.*, 2005).

Considerando esses fatos, o presente trabalho propõe uma forma inovadora e ambientalmente correta de uso da cinza da casca de arroz como carga anticorrosão para composição de tintas.

Com o intuito de minimizar os processos corrosivos, diversos métodos de proteção contra a corrosão são utilizados com o objetivo de evitar, prevenir ou impedir a formação de produtos de corrosão. O uso de tintas e revestimentos protetores sobre superfícies metálicas é o método mais usual, formando uma barreira entre o metal e o meio corrosivo e, conseqüentemente, impedindo ou minimizando o processo de corrosão atmosférica (Almeida e Panossian, 1999).

Revestimentos que protegem por mecanismo de barreira possuem sólidos insolúveis de formato lamelar que retardam ou impedem que reagentes da reação catódica alcancem a superfície metálica, bloqueando a passagem, por exemplo, de oxigênio e água. Revestimentos que agem por mecanismo de barreira são vantajosos, devido ao baixo custo, à facilidade na fabricação e aplicação, e à vasta gama de produtos disponíveis (Sangaj e Malshe, 2004).

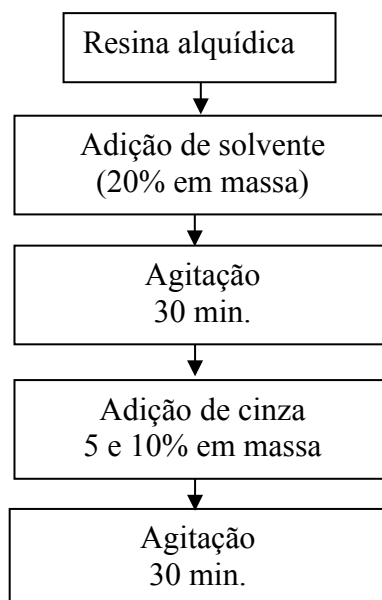
2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para os experimentos utilizou-se resina alquídica de cadeia longa para revestimento decorativo, fornecida pela Empresa Renner. Foram adicionadas cinzas de casca de arroz (CCA) nas proporções de 0, 5 e 10% em massa. Os revestimentos foram aplicados sobre chapas de aço inoxidável AISI 304. E a cinza utilizada neste estudo foi coletada em indústria de beneficiamento de arroz, na cidade de Dom Pedrito – RS, sendo coletada logo após à queima. Essa cinza foi moída e seca em estufa a 60°C até massa constante, após foi mantida sob vácuo até a aplicação.

Na caracterização dos concentrados foram utilizadas as técnicas de análise química de Difractometria de Raios-X (DRX), Espectroscopia μ -Raman e de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). A morfologia foi investigada por análise de imagens obtidas por microscópio ótico (MO). Também foi usada a técnica de Dispersão de tamanho de partículas.

A Figura 1 mostra um fluxograma do procedimento de preparo das tintas. Para comparação de desempenho, durante os ensaios em atmosfera controlada, foi utilizada uma amostra não contendo cinzas.

Figura 1 - Fluxograma do procedimento de preparo dos concentrados.



O revestimento foi aplicado sobre placas de aço AISI 304 laminado a frio e com espessura de 1 centímetro fabricado pela Maller Inox. A composição química, expressa em % em massa, fornecida pelo fabricante, pode ser verificada na Tabela 1. As dimensões das placas foram 1,5 x 3 cm.

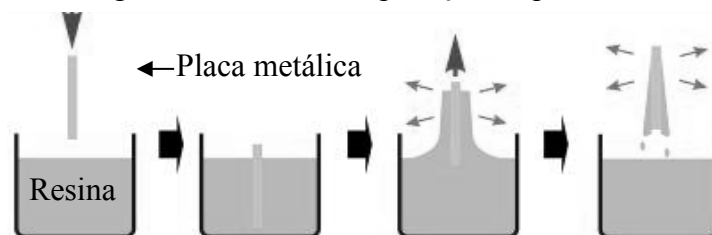
Tabela 1 - Composição química (% em massa) do aço inoxidável AISI 304.

Composição Química (% em massa)								
C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Si máx.	Ni	Cr	N máx.	Fe
0,08	2,00	0,045	0,030	0,75	8-10	18-20	0,10	Balanço

As superfícies metálicas foram lixadas com lixa #220, a fim de produzir uma rugosidade satisfatória para promover boa adesão ao substrato. Após, as amostras foram limpas com água destilada e etanol, secas em estufa a 60°C durante 30 min e mantidas sob vácuo até a aplicação dos revestimentos.

A técnica de aplicação da tinta visou garantir a maior espessura possível de filme úmido sobre a placa sem haver escorrimento da mesma. O recobrimento foi realizado por imersão da amostra metálica, conforme mostra a Figura 2. O procedimento foi repetido quatro vezes.

Figura 2 - Método de aplicação da pintura.



As amostras utilizadas nos ensaios de atmosfera controlada (temperatura e umidade relativa) foram colocadas em duplicata na câmara climática, totalizando oito amostras. O período total de exposição foi de 164 horas. A cada 24 h adquiriu-se uma imagem da amostra.

As placas revestidas sofreram uma incisão em forma de “X”, Figura 3, com o objetivo de verificar a progressão da corrosão a partir de uma falha no revestimento. Os ensaios foram avaliados pelas normas ASTM D714 para quantificação de tamanho e frequência de bolhas, bem como a norma ASTM D610 para avaliação de enferrujamento.

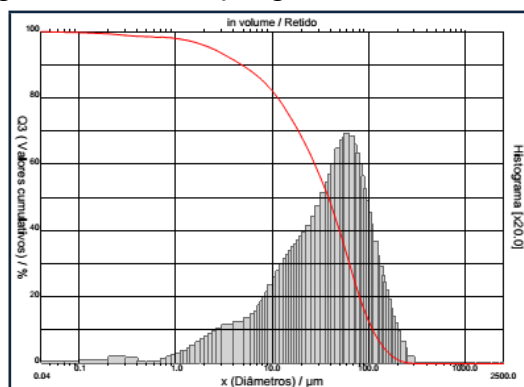
Figura 3 - Incisão na placa metálica para avaliação do grau de enferrujamento.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dispersão do tamanho das partículas de CCA, analisada em granulômetro a laser é mostrada na Figura 4. Com base nesses resultados pode-se observar que o diâmetro médio das partículas é de 52,29 micrômetros.

Figura 4 - Distribuição granulométrica da CCA.



As fases encontradas na CCA, conforme resultado da análise de DRX, podem ser visualizados na Figura 5 e estão sumarizados na Tabela 2.

Figura 5 - Difratoograma do filme puro e composto.

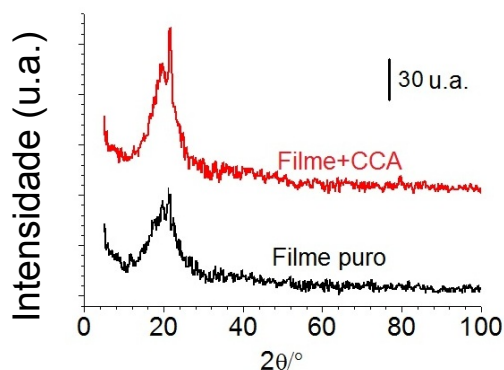
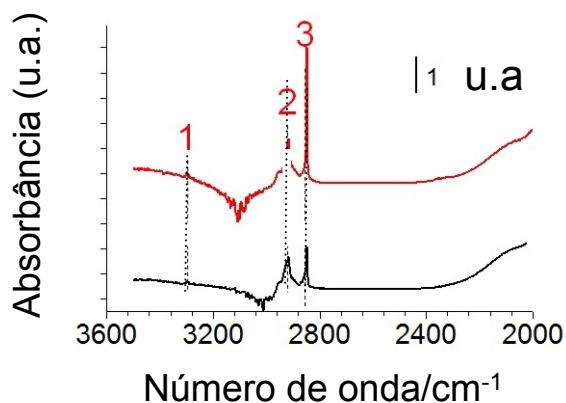


Tabela 2 - Fases encontradas nos concentrados.

Fase	Fórmula	2θ/°
Quartzo	SiO ₂	21 e 27
Caulinita	Al ₂ Si ₂ O ₇ .2H ₂ O	20, 28
Calcita	CaCO ₃	26, 34, 40
Rutilo	TiO ₂	25, 27
Hematita	Fe ₂ O ₃	30
Siderita	FeCO ₃	33
Pirita	FeS ₂	40

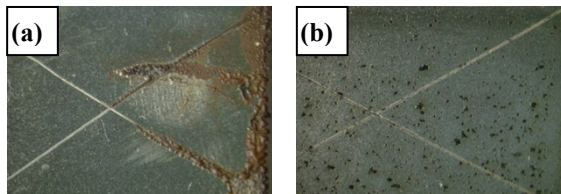
Por FTIR foram encontradas bandas características das vibrações internas no tetraedro TO₄ (T = Al, Si). Estes tetraedros são unidades básicas de construção de alumina (1,2) e sílica (3), conforme pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6 - Espectros de FTIR do filme puro e composto.



Nos ensaios em atmosfera controlada, observou-se, após 164 horas de exposição, que o revestimento sem carga, teve o mais baixo desempenho nos ensaios de corrosão. Após 20 horas o revestimento já apresentava bolhas, indicando que houve infiltração de água no filme, possivelmente devido à delaminação deste, conforme mostrado na Figura 7 (a). Com a adição de 10% de CCA a amostra manteve sua integridade, mesmo após 164 horas de exposição, Figura 7 (b).

Figura 7 - Amostras expostas ao ensaio de atmosfera controlada (a) sem carga após 20 horas e (b) com 10% de CCA após 164 horas.



4. CONCLUSÕES

Quanto aos objetivos propostos, pode-se concluir que:

- Foi proposta uma alternativa inovadora e ambientalmente correta de uso da cinza da casca do arroz como carga anticorrosão para composição de tintas.

- A CCA promove efeito inibidor às tintas aumentando a resistência à corrosão do aço AISI 304, conforme verificado nos ensaios de atmosfera controlada.

- O efeito inibidor deve-se principalmente à característica de barreira atribuída ao fato das cargas aumentarem o caminho da difusão do O_2 e da H_2O até a interface polímero/metal. Além disso, óxidos, principalmente de Si e Al, constituintes químicos das cinzas, possuem propriedades inibidoras das reações de corrosão.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N.; PANOSSIAN, Z. *Corrosão Atmosférica: 17 anos*. São Paulo: IPT, 1999.
- CASAGRANDE, M. C.; SARTOR, M. N.; GOMES, V.; DELLA, V. P.; HOTZA, D; OLIVEIRA, A. P. N. Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Industriais. *Cerâmica Industrial*, n.º. 13, Janeiro/Abril, p. 34-42, 2008.
- DELLA, V. P.; KÜHN, I.; HOTZA, D. Reciclagem de resíduos agro-industriais: Cinza de casca de arroz como fonte alternativa de sílica. *Cerâmica Industrial*, v. 10, p. 22-25, 2005.
- FOLLETO, E. L.; HOFFMAN, R.; HOFFMAN, R. S.; PORTUGAL Jr., V. L.; Jahn, S. L. Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz. *Química Nova*, v. 28, p. 1055-1060, 2005.
- GENTIL, V.. *Corrosão*. 5ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- SANGAJ, N. S.; MALSHE, V. C. Permeability of Polymers in Protective Organic Coatings. *Progress in Organic Coatings*, v. 50, p. 28-39, 2004.
- TASHIMA, M. M.; SILVA, C. A. R. L.; AKASAKI, J. L. Concreto com adição de cinza de casca de arroz (CCA) obtida através de um processo de combustão não controlada. In: Jornadas Sud-Americanas de Ingeniería Estructural, 31, 2004, Mendoza, Argentina.