

REGENERAÇÃO DE AREIAS PARA FUNDIÇÃO POR DEGRADAÇÃO BACTERIANA

V.S. Rodrigues¹, B. Karolski², J.A.S. Tenório¹

¹Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

²Centro de Pesquisa em Meio Ambiente (Cepema)

¹Rua do Lago, 250 – 2º andar, CEP 05508-080 – São Paulo – SP - Brasil

v.sardilli@gmail.com

RESUMO

As areias de fundição têm como características refratárias para a preparação dos moldes e machos que conformam as peças metálicas. E é necessário descartar regularmente uma quantidade de areia usada equivalente à quantidade de areia nova comprada, e essa areia contaminada é classificada como “não – inerte”, que se enquadra na classe II segundo a NBR 10.004. A regeneração desse material é fundamental para ajudar na redução dos custos dos produtos e minimização dos problemas ambientais. O presente trabalho tem como objetivo recuperar totalmente o uso da areia contaminada, ou seja, devolvendo as características mais próximas possíveis das areias novas, de forma a permitir novamente sua introdução como matéria – prima no processo de fundição, substituindo integralmente ou parcialmente a areia virgem. O método de tratamento utilizado na pesquisa foi o de degradação por bactérias, viabilizando o custo por ser mais econômico independente da escala ser industrial.

Palavras – chave: Resina fenólica, Resina Furânica, Biotecnologia, Meio Ambiente

INTRODUÇÃO

As areias de molde ou de fundição são resultantes de fratura e decomposição das rochas pela ação das águas, de ventos, gelos, erosões e outros fenômenos naturais. São definidas como grão de matéria mineral na faixa de 0,05 a 2,00 mm. [1]. Elas têm também como características refratárias para a preparação dos moldes

e machos que conformam as peças metálicas. [2] São composições de sílica (SiO_2) podendo também estar associadas a diversos minerais, tais como a ilmenita, a magnesita, a olivina e entre outros.[1]

São misturadas com resinas sintéticas, que é um termo usado para classificar substâncias que possuem composições químicas complexas, alto peso molecular e ponto de fusão indeterminado, difícil degradação natural. Estes compostos apresentam a propriedade de polimerização ou cura, isto é, fusão de várias moléculas para formar longas cadeias moleculares. Ao se polimerizarem, as resinas sintéticas endurecem, formando blocos de material sólido e quimicamente inerte. [1]

Umas das resinas mais usadas é a resina fenólica, como vista sua fórmula molecular na Fig. 1, é uma resina sintética termofixa, ou seja, supera temperaturas muito elevadas, produzidas pela reação de fenol e formol. [3] As resinas fenólicas podem ser produzidas por processo alcalino ou ácido, resultando em resinas alcalinas ou resóis e resinas ácidas ou novolacas. [1]

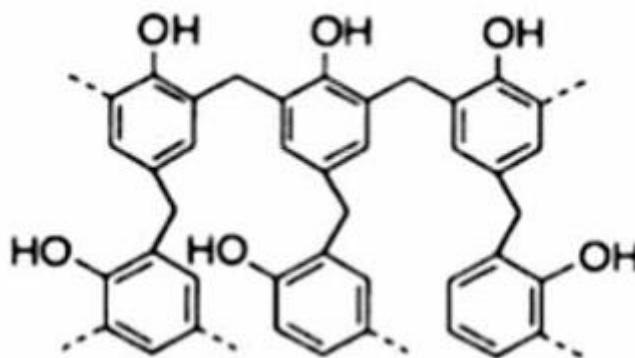


Figura 1 - Uma das possíveis estruturas moleculares da resina fenólica depois da cura [3]

As resinas resóis caracterizam-se por um excesso de formol em relação ao fenol e são produzidas com catalisadores alcalinos, do tipo hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de bário, e entre outras bases. A temperatura para a obtenção de resóis varia de 40 a 120 °C, sendo a faixa de 70-80°C a mais utilizada. De forma geral, os resóis são líquidos, podendo também ser obtidos na forma sólida, quando necessário. Estas resinas exigem altas temperaturas para cura, acima de 130°C, nível em que não necessitam de conversores, uma vez que sua proporção molecular e seu ambiente já estão em equilíbrio para uma perfeita cura final. [1]

E tem o grupo das resinas novolacas que é obtido a partir de catalisadores ácidos e se caracteriza por um excesso de fenol com relação ao formol. As novolacas são normalmente sólidas, e diferentes produtos são obtidos pela variação de mistura com derivados fenólicos, com catalisadores (que podem ser orgânicos ou inorgânicos) e com pequenas alterações no processo. As resinas novolacas podem ser entregues para consumo tanto na forma sólida quanto em solução em solventes orgânicos. Estas resinas se caracterizam pela sua excelente estabilidade na armazenagem. [1]. Tanto as resinas fenólicas do tipo resol como as novolacas

encontram largo emprego como aglomerantes de areia, bem como na preparação de revestimentos de machos e moldes para fundição. [1]

E tem as resinas furânicas, como apresenta na Fig. 2 sua fórmula molecular, que são resinas complexas, e podem se apresentar em três componentes ativos: uréia – formol / álcool furfurílico (UF/FA) ou fenol – formol / álcool furfurílico (FF/FA). São resinas líquidas e termofixas, catalisadas por sistemas ácidos. [1], [4]

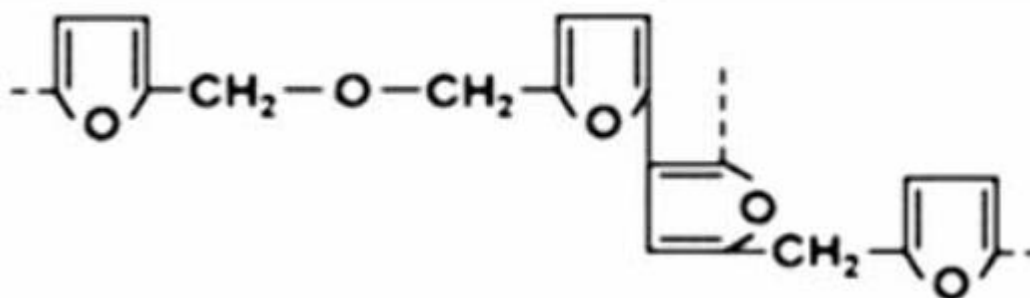


Figura 2 - Possível estrutura molecular da resina furânica [3]

A resina fenol – formol / álcool furfurílico ou resina fenólica – furânica apresenta teor de álcool furfurílico entre 30 e 70%, com um desempenho ligeiramente inferior à UF/FA em termos de desenvolvimento de resistência a frio. [1]

O álcool furfurílico é um composto oriundo da hidrogenação catalítica do furfural e esta diretamente ligada na produção da resina fenólica – furânica. [5]

As resinas precisam de compostos que auxiliam em promover polimerização ou cura. Há sempre um conversor adequado para cada situação específica de produção.

De forma geral, as resinas fenólicas novolacas de cura a quente utilizam como conversor a hexamina, que, pela ação do calor, se desdobra em amoníaco e formol, promovendo a reação de cura. [1]

As resinas de cura a frio utilizam como conversores alguns ácidos fortes. Os ácidos mais freqüentemente utilizados com resinas furânicas são os ácidos fosfórico, o ácido para – tolueno sulfônico (PTSA) e o ácido xileno sulfônico (XSA). [1]

Essas areias após o uso são necessárias descartar regularmente uma quantidade equivalente à quantidade de areia nova comprada, e essa areia contaminada é classificada como “não – inerte”, que se enquadra na classe II segundo a NBR 10.004. [6] A regeneração desse material é fundamental para ajudar na redução dos custos dos produtos e minimização dos problemas ambientais, pois existem determinadas leis que forçam a diminuição das quantidades a serem descartadas em aterros industriais, cujos gastos são elevados. [4] Esse resíduo industrial, é considerado um perigo potencial ao impacto ambiental, segundo a legislação atual, supervisões sobre o descarte tem sido executado e estudos vêm

ocorrendo por um bom tempo no Brasil, para que essa areia seja reutilizada e não descartada em aterros, pois elas são contaminadas com resinas fenólicas, metais pesados e outras espécies químicas não degradáveis, com isso podem ocorrer à solubilização em água e atingir os lençóis freáticos nos aterros industriais. [7] E uma das alternativas de regeneração ou recuperação dessas areias é o método de tratamento de degradação da resina sintética por bactérias, onde esses microrganismos atacam o composto orgânico, no caso os anéis aromáticos, e assim modificando para uma espécie mais inofensiva ao meio ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

A areia rejeitada após o uso no processo de fundição do aço foi passada por um tratamento bacteriano. Utilizou – se 50 mL de meio de cultura em sais minerais mínimos (MM), contendo Na_2HPO_4 20,9 g / L de KH_2PO_4 10,6 g / L de NH_4Cl a 5 g / L FeSO_4 0,28 g / L, MgSO_4 246 g / L, CaCl_2 a 147 g / L, e suplementado com a amostra sílica envolvida com a resina fenólica - furânica como a única fonte de nutrientes e energia. Esta solução permaneceu por 7 dias em temperatura e rotação constante, sendo 28°C a 180 rpm. Depois do período do tratamento a areia foi lavada, assim ficando o sobrenadante contendo as bactérias e entre outros compostos orgânicos e inorgânicos, e a areia também foi seca.

Após a secagem foi para análise de caracterização que foi utilizado Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplado no EDS (*Energy Dispersive System*), dando uma melhor visualização dos grãos e a possibilidade de qualificar e quantificar os compostos químicos presentes na amostra. Esse procedimento foi repetido para a areia não tratada e para a tratada para ter uma melhor comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 3 é a imagem da areia sem o tratamento, nota-se um grão arredondado e como pouco uniformidade, já na Fig. 4 esta representada a areia tratada, não havendo muita diferença na morfologia, porém uma leve esbranquiçada na superfície.



Figura 3 - Grão de areia sem tratamento (Imagem oriunda do MEV)

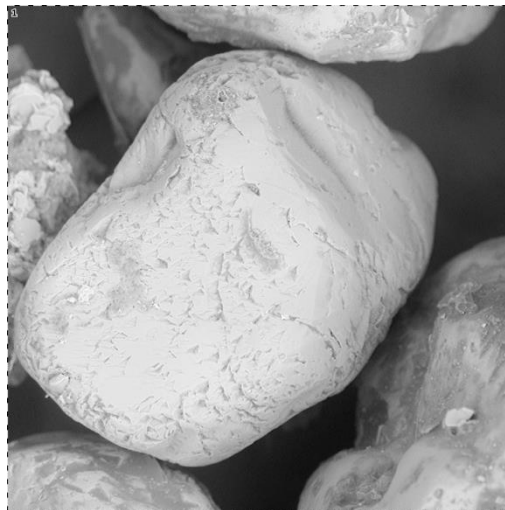


Figura 4 - Grão de areia após tratamento (Imagem oriunda do MEV)

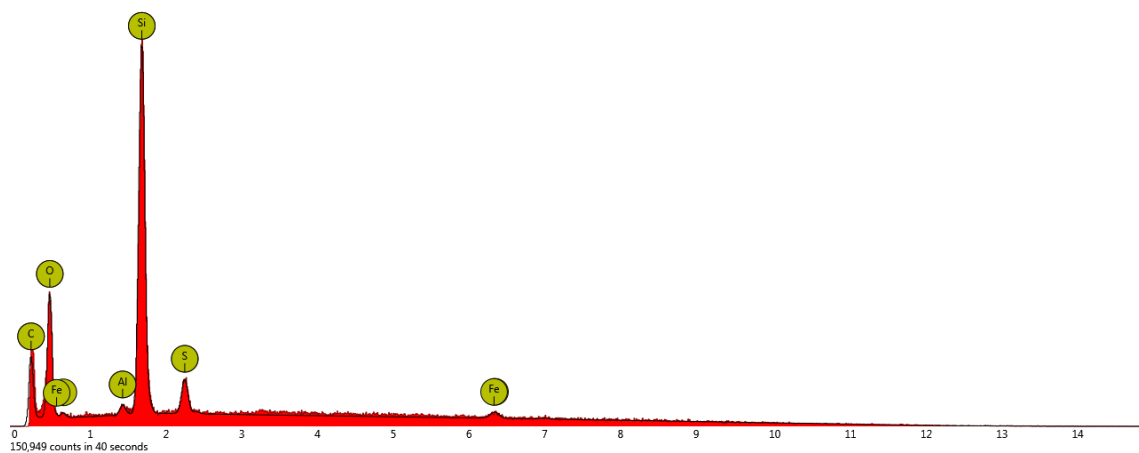


Figura 5 - Espectrometria EDS da areia sem tratamento

Tabela 1 - Valores respectivos ao do diagrama da Espectrometria EDS / Areia sem tratamento

Número atômico	Símbolo Elemento	Nome do Elemento	Concentração (%)
14	Si	Silício	27.2
8	O	Oxigênio	57.5
6	C	Carbono	7.9
16	S	Enxofre	4.1
13	Al	Alumínio	1.1
26	Fe	Ferro	2.1

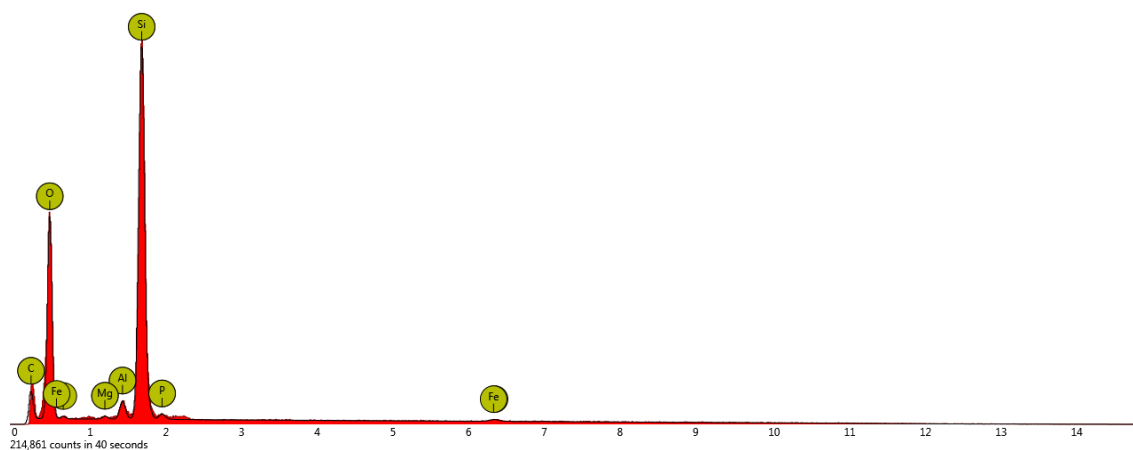


Figura 6 - Espectrometria EDS da areia tratada

Tabela 2 - Valores respectivos ao do diagrama da Espectrometria EDS / Areia Tratada

Número atômico	Símbolo Elemento	Nome do Elemento	Concentração (%)
14	Si	Silício	26.2
8	O	Oxigênio	67.1
6	C	Carbono	3.0
13	Al	Enxofre	1.9
15	P	Alumínio	0.7
26	Fe	Ferro	0.6
12	Mg	Magnésio	0.5

Acima observa – se o diagrama da espectrometria realizada pelo EDS da areia sem tratamento (Fig. 5) e da areia tratada (Fig. 6), e respectivamente as tabelas (Tab. 1 e Tab. 2) com as concentrações percentuais de cada elemento contido no substrato, e nota – se que o teor de carbono da amostra pós - tratamento é inferior que a da não tratada, isso retrata que as bactérias estão digerindo os compostos orgânicos.

CONCLUSÃO

O método de tratamento utilizado na pesquisa e as análises até agora feitos nos viabiliza de uma forma positiva que as bactérias estão digerindo o composto orgânico, no caso a resina fenólica – furânica.

REFERÊNCIAS

- [1] A. QUÍMICA, *Resinas sintéticas*. 1989.
- [2] C. L. Park, B. G. Kim, and Y. Yu, “The regeneration of waste foundry sand and residue stabilization using coal refuse,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 203–204, pp. 176–182, 2012.
- [3] C. S. Bitencourt and V. C. Pandolfelli, “Resinas termofixas e a produção de refratários contendo carbono: base teórica e insights para futuros desenvolvimentos,” *Cerâmica*, vol. 59, pp. 1–26, 2013.
- [4] S. Ji, L. Wan, and Z. Fan, “Spent Foundry Sands,” *Mater. Sci.*, pp. 347–364, 2001.
- [5] P. R. Ribeiro, J. R. M. Carvalho, R. Geris, V. Queiroz, and M. Fascio, “Furfural-da biomassa ao laboratório de química orgânica,” *Quim. Nova*, vol. 35, no. 5, pp. 1046–1051, 2012.
- [6] Associação Brasileira De Normas Técnicas, “Classificação De Resíduos Sólidos Norma Abnt Nbr 10.004:2004,” pp. 1–14, 2006.
- [7] G. Penkaitis and J. B. Sígolo, “Waste foundry sand. Environmental implication and characterization,” *Geol. USP - Ser. Cient.*, vol. 12, no. 3, pp. 57–70, 2012.

REGENERATION OF FOUNDRY SANDS BY BACTERIAL DEGRADATION

Abstract

The foundry sands have characteristics as refractory for the preparation of molds and cores that form metal parts. And it is necessary to regularly dispose of a quantity of sand used equivalent to the amount of new sand purchased, and this contaminated sand is classified as "non - inert", which falls into the class II according to NBR 10.004. A regeneration of this material is essential to help reducing costs of products and minimizing environmental problems. In this work problems aims to fully recover the use of contaminated sand, and returning the closest possible features of the new sand, in order to again allow its introduction as raw - material the casting process, replacing whole or in part the virgin sand. The treatment method used in the research was the bacterial degradation, allowing the cost to be more economical regardless of scale to be industrial.

Key - words: *Phenolic resin, Furan resin, Biotechnology, Environment*