



OS PROCESSOS DE FUNDIÇÃO E A REUTILIZAÇÃO DA AREIA

THE CASTING PROCESS AND SAND REUSE

Josimara Cristina Urbano Caciatori - lijosimara@hotmail.com

Dra. Angelita Moutin Segoria Gasparotto - angelita.gasparotto@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil

RESUMO

O crescimento do setor industrial mundial tem significado, nos últimos anos, o aumento das quantidades e dos tipos de resíduos gerados e a sua correta disposição significa um alto custo para as indústrias. No Brasil, a produção de areia de fundição alcança os três milhões de toneladas por ano e o seu descarte significa grande parte dos custos das siderúrgicas, custo que poderia ser reduzido com o seu reaproveitamento. Nesse sentido já foram desenvolvidos trabalhos no Brasil, cujo propósito é reutilizar a areia de fundição na construção de rodovias. O reaproveitamento da areia de fundição como agregado fino, recomendando a utilização de 8% do resíduo em peso na mistura. A possibilidade de utilizar a areia de fundição em misturas asfálticas densas, com incorporação de até 15% de areia em peso, em substituição ao agregado fino, tendo obtido boas propriedades mecânicas sem comprometimento ambiental. Realizar um estudo sobre o processo de fundição, tendo como objetivo a reutilização da areia descartada da fundição na produção de tijolos, telhas para construção de casas populares, calçamentos e misturado em massa asfáltica com a formação de cooperativas. Também colaborar com o meio ambiente, diminuir despesas com transporte e depósito desta areia no aterro sanitário.

Palavras-chaves: Reaproveitamento. Areia de Fundição. Ambiente.

ABSTRACT

The growth of industrial sector has meant in recent years, the increasing quantities and types of waste generated and its proper disposal means a high cost to industries. In Brazil, foundry sand production reaches three million tons per year and its disposal means much of the steel costs, costs that could be reduced with its reuse. In this direction have already been developed works in Brazil, whose purpose is to reuse the sand casting in highway construction. The reuse of casting sand as fine aggregate, recommending the use of the residue from 8% by weight in the mixture. The possibility of using the sand casting in dense asphalt mixtures with incorporation of up to 15% weight in sand, replacing the fine aggregate, obtaining good mechanical properties without environmental commitment. The objective of this research is to conduct a study on the casting process, focusing on reuse of discarded sand casting in the

production of bricks and tiles to build affordable homes, sidewalks and mixed into the asphalt mix with the formation of cooperatives. The survey results point to the urgent need for greater collaboration with the environment, generating decrease in expenses with transport and deposition of this sand in sanitary landfills.

Keywords: Reuse. Sand Casting. Environment.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTIGO:

CACIATORI, Josimara Cristina Urbano; GASPAROTTO, A.M.S. Os processos de fundição e a reutilização da areia. In: **III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga**. Disponível em: <www.fatectq.edu.br/SIMTEC>. 8 p. Outubro de 2015.

1 INTRODUÇÃO

As areias de fundição são misturas de areias e ligantes utilizados pela indústria de fundição para a fabricação de moldes e machos que dão formato às peças de metal. Enquanto os moldes fornecem o formato externo da peça que será fundida, os machos são utilizados internamente aos moldes e depois são retirados, resultando nos espaços vazios das peças (KOFF et al., 2010).

De acordo com Schramm(2013), a produção de peças metálicas pelo processo de fundição – em que ligas metálicas no estado fundido são vazadas em moldes de areia até que se solidifiquem na forma desejada – produz grande quantidade de resíduo sólido descartável, conhecido como areia de fundição (ADF). Cerca de 90% desse material podem ser reinseridos no processo produtivo, mas 10% perdem a função e são desprezados. Esse percentual equivale a três milhões de toneladas de ADF descartadas anualmente no Brasil. Embora o emprego de ADFs em materiais como asfalto e concreto já seja autorizado pela legislação brasileira, o resíduo ainda é muito pouco reaproveitado no país. Normalmente, é lançado em aterros industriais. Antes de ser descartada, a areia é reinserida várias vezes no processo de fundição. Desse modo, uma espécie de desgaste físico-mecânico acaba por torná-la muito fina, dificultando a obtenção da liga necessária para se fazer um molde, o que impede uma nova reutilização desse resíduo no processo. Após demonstrar o baixo potencial de contaminação das areias de fundição, é proposto o seu reaproveitamento com outras finalidades. “As ADFs podem substituir com eficiência parte da areia virgem usada na sub-base de estradas e na fabricação de asfalto, tijolos e telhas”. O método de pesquisa adotado para a elaboração deste artigo foi o de estudo de múltiplos casos, a partir de unidades de análise – fundições de Monte

Alto e Região. A estrutura do artigo está disposta nos seguintes tópicos: introdução, revisão de literatura, método de pesquisa adotado e conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Conforme Garcia (2006) a ADF é um material de grande volume (são estimados em mais ou menos 95% e está sendo efetuado estudos para saber o número exato), são classificadas segundo a Norma ABNT NBR 10004 como resíduos classe II A. Os órgãos ambientais de todo o Brasil utilizam a norma NBR 10004 como parâmetro único para decidir o que fazer com as ADF. É definido que as empresas devem enviar as ADF para aterros comerciais ou construir aterros próprios seguindo a norma 13896/ 97 que rege este tipo de empreendimento. Isto ocorre apesar da Norma 10004, segundo a própria ABNT, ter o objetivo de ser uma referência e não ter a finalidade de definir se pode ser reutilizada ou não. Também é muito importante deixar claro que não estamos propondo ou querendo que a areia de fundição seja liberada de cuidados. Pelo contrário, nosso objetivo é que sejam cada vez mais conhecidas pelas empresas geradoras e destinadas corretamente de acordo com suas características físico químicas, classificações ambientais e possibilidades de reutilização e armazenamento.

Segundo Bonet (2002) a indústria da fundição é conhecida como altamente poluidora, talvez, pelo fato de ser confundida com o setor siderúrgico, ou também pelo fato de em décadas anteriores, despejarem seus poluentes na atmosfera, através dos seus fornos de fusão. Hoje, o grande problema das empresas de fundição são os seus resíduos sólidos, constituídos dos excedentes das areias usadas na confecção dos moldes e machos.

Os grandes volumes de resíduos bem como os impactos ambientais gerados por esses resíduos acontece que existem diversos tipos de ADF, com características e composições diferentes, porém as empresas às misturam antes de descartá-las. As ADF obtêm esta classificação porque apresentam nos ensaios de lixiviação e solubilização Al (Alumínio), Fe (Ferro), e Mn (Manganês) acima do Valor Máximo Permitido- VMP da Norma. A NBR 10004 utiliza como referência de solo para VMP (já que no Brasil não há referências formais) parâmetros de solos Europeus (acordo da Basileia segundo nos explicou a ABNT), parâmetros estes que se fossem utilizados para analisar diversos solos do Brasil estes também estariam classificados como classe II-A. Ou seja muitas vezes estamos destinando para aterros materiais com composição parecida com os próprios solos dos locais aonde estão as empresas. A legislação ambiental brasileira é rígida, complexa e prevê que os técnicos dos

órgãos ambientais tenham na pessoa física um enorme grau de responsabilidade civil e criminal por suas decisões, fazendo com que estes, com razão, se sintam receosos com qualquer desenvolvimento de soluções se estas não estão previstas na NBR 10004. Por isso 90% das ADF, segundo os órgãos ambientais devem ser enviadas para aterros comerciais licenciados ACL - para resíduos classe II A. A quantidade de aterros comerciais no Brasil não são suficientes para toda demanda de ADF, por exemplo em Minas Gerais existe um único aterro. Sendo que em Minas Gerais concentra-se um número elevado de fundições. Diversos estudos já realizados comprovam tecnicamente que vários tipos de ADF poderiam ser utilizadas como matéria prima para substituir principalmente pó de pedra na composição de asfaltos e areias na composição de artefatos de concreto e blocos para a construção civil.

Estudos realizados por ABICHOU *et al.* (1998a) com blocos de concreto, onde os agregados finos foram substituídos com quantidades de 15-20% de ADF produziu tubos de concreto com a mesma resistência que os tubos controle usando areia convencional. Este trabalho concluiu que as ADF contendo resinas podem substituir um total de até 45% do agregado fino do concreto, enquanto areias verdes podem somente substituir até 15%.

O Meio Ambiente teria suas areias de rios e cavas preservadas se as ADF as substituíssem na construção civil e pavimentação. Também poderia ter novas “jazidas” minerais para o futuro se as ADF fossem guardadas de forma controlada separadamente de outros resíduos, também tem a grande quantidade de caminhões que são necessários para transportar essas areias, até os aterros comerciais, poluição com a queima de combustíveis, geração de resíduos de pneus, danifica estradas e ruas GARCIA(2006).

As areias de fundição estão se tornando um subproduto muito viável para a substituição de materiais convencionais por causa do seu baixo custo, alta disponibilidade e performance satisfatória. O tipo de ADF mais comum para aplicações de reutilização são as areias verdes principalmente de fundições ferrosas e de alumínio (DAYTON *et al.*, 2009).

2.1 Construção de depósitos próprios

Não existe uma norma específica para depósitos de ADF, sendo necessário o licenciamento como um aterro comercial classe IIA. O impacto ambiental e os custos de construção e operação de depósitos poderiam ser bem menores do que os aterros comerciais porque ADF é altamente impermeável e não gera gases ou “chorumes”. A ADF se guardada corretamente pode se tornar uma jazida de “minério” e não um depósito de resíduo.

Necessidade de investimentos iniciais e prazos de implantação de mais de 1 ano. Necessidade de alto nível de rigidez no projeto, construção e operação. Exclusivo para ADF e não uma solução para outros resíduos classe IIA da empresa. Ideal como solução de médio prazo para empresas que tenham espaço dentro do próprio site, porém, mesmo em locais fora do site é viável técnica e financeiramente desde que feito dentro dos padrões técnicos necessários. Ideal para empresas que tem volumes maiores de descarte. Empresas com volumes menores podem se unir em “consórcios”, porém o controle tem de ser ainda maior para evitar lançamentos e contaminações por outros resíduos. Única solução “legalmente constituída” sem necessidade de novos licenciamentos. Torna-se inviável para a grande maioria das empresas devido ao custo de transporte e dos preços cobrados pelos aterros comerciais. Como por existir pouca oferta o preço por tonelada é muito alto. Custa-se mais caro enviar a areia para o aterro do que comprar a areia nova. Sérios danos socioambientais causados pelo transporte. Estes não são levados em consideração. Risco para as empresas de fundição em caso de contaminações acidentais futuras, serão sempre consideradas as vilãs e com certeza responsabilizadas. Ausência de perspectivas de melhorias, pelo contrário, cada vez mais a relação oferta e demanda será prejudicial às empresas geradoras GARCIA(2006).

2.2 Utilização como cobertura de aterros de lixos domésticos

Segundo Garcia (2006), teoricamente a solução ideal porque são grandes volumes em áreas já licenciadas para receber classe IIA e pode reduzir custos e impactos ambientais na gestão destes aterros eliminando a necessidade de buscar terra para cobertura. Largamente utilizada no exterior, principalmente USA. A CETESB já se manifestou favoravelmente desde que seja em aterros licenciados e seja feito um trabalho de engenharia que comprove a viabilidade técnica na manutenção ou melhoria nas características das coberturas originalmente prevista em projeto.

3 MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

Como método de pesquisa adotado, esta pesquisa classifica-se como: A) Pesquisa bibliográfica, pois procura explicar um problema a partir de referenciais teóricos publicados em documentos. Seu principal objetivo é conhecer e analisar as contribuições científicas sobre um determinado assunto, tema ou problema (CERVO; BERVIAN, 1996). B) Estudo de

múltiplos casos, pois envolve uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2003; GIL, 2009).

4 CONCLUSÃO

Devido ao alto crescimento de empresas no ramo de fundição, começa um estudo com o que fazer com a areia depois de utilizada no processo de fundição, verifica-se a necessidade de reaproveitar a mesma. As agências ambientais precisam esclarecer melhor quais são os critérios aplicáveis para a classificação das ADF e quais os limites máximos para atendê-los. Pois, apesar de haver legislações específicas para isso, nem sempre elas são suficientes para uma prática de reutilização ser aprovada pelo órgão ambiental. Para o desenvolvimento de políticas públicas, as diretrizes legislativas devem incluir informações sobre planos de amostragem e sobre a frequência de amostragem exigida. A comparação das concentrações dos contaminantes encontrados nas ADF como aquelas encontradas nos materiais virgens e solos nativos é uma abordagem melhor para a avaliação da possibilidade de reutilizar as ADF, do que a análise do resíduo puramente em si, pois avalia a interferência do processo nas areias. A comparação de amostras de diversas fundições é ainda uma maneira de avaliar os riscos que o resíduo pode apresentar. A viabilização do reaproveitamento de ADF em aplicações para a construção civil é uma prática consolidada, sendo abundante o número de estudos que tratam a respeito. Diversas pesquisas têm sido apresentadas, principalmente nos EUA, para ajudar a estabelecer não apenas os tipos de constituintes de ADF, mas também a magnitude dos níveis das pesquisas para estes constituintes que seria necessário para assegurar a proteção do ambiente e da saúde humana. O mesmo não acontece em países como o Brasil, onde o reaproveitamento deste resíduo ainda se encontra incipiente. Devido ao baixo custo unitário da areia virgem, há uma necessidade de que os Estados aumentem as taxas sobre a mineração de áreas naturais a fim de estimular e encorajar a substituição do agregado natural pelas ADF. A reutilização da areia de fundição é um projeto que deve ser adotado por todas as empresas. O poder político ou algum empresário interessado no assunto montar uma cooperativa para retirar esta areia das empresas e as transformar em produtos. Além de proteger o meio ambiente estes produtos teriam um preço mais acessível e a sua utilização em construção de casas populares e na pavimentação das cidades. É necessário desenvolver uma melhor gestão destes resíduos onde as partes interessadas se comuniquem de maneira efetiva

entre si. No qual, as fundições garantam a constância da qualidade das ADF fornecidas à reutilização externa, pois impurezas geram diferenças nas propriedades funcionais, e, os usuários forneçam informações suficientes sobre suas necessidades quanto às características das ADF, para que haja o estabelecimento de um mercado. O que se percebe hoje é que as iniciativas tem sido feitas de forma individual por parte das fundições e muitas vezes não conseguem prosperar pois não são tomadas em conjunto com as agencias ambientais. Além disso, a falta de informação técnica disponível para subsidiar a tomada de decisões por parte dos órgão reguladores é uma das causas que entrava a aceleração da reutilização das areias descartadas de fundição.

REFERÊNCIAS

ABICHOU, T., BENSON, C. e EDIL, T. B. (1998a). __Database on beneficial reuse of foundry by-products. “Recycledmaterials in geotechnicalapplications, Geotech. Spec. Publ. No. 79.

Areia descartada de fundição em substituição ao agregado Fino em misturas asfálticas para pavimentação.

Disponível em:<http://www.solucoesadf.com.br/img_paginas/Artigo_clauber.pdf > Acesso em 28 mar 2014.

Areias Descartadas de Fundição ADF.Disponível em:

<<http://www.faroengenharia.com.br/adf/artigos/Artigo%20F%E1bio%20questionando%20o%20porque%20da%20situa%E7%E3o%20das%20ADF.pdf>> Acesso em 07/04/2015.

BONET, Ivan Ideraldo. **Valorização do Resíduo Areia de Fundição (RAF): Incorporação nas Massas Asfálticas do Tipo C.B.U.Q.** 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia científica.** 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

CETESB - Decisão de Diretoria nº 152/2007/C/E, de 08.08.2007, que dispõe sobre procedimentos para gerenciamento de areia de fundição.

COUTINHO, B. N. (2004) **Avaliação do reaproveitamento de areia de fundição como agregado em misturas asfálticas densas.** Tese de Doutorado - EESC/USP.

DAYTON, E. A. WHITACRE, S. D. DUNGAN, R S; BASTA, N. T. Characterization of physical and chemical properties of spent foundry sands pertinent to beneficial use in manufactured soils. **PlantandSoil**, v. 329, n. 1-2, p. 27-33, 11 ago 2009.

Fábrica produz tijolo desenvolvido no ceset. Disponível em

<http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/julho2003/ju220pg11.html> Acesso em 11 abr 2014.

KOFF, J. P. LEE, B. D. DUNGAN, R S; SANTINI, J. B. Effect of compost-, sand-, or gypsum-amended waste foundry sands on turfgrass yield and nutrient content. **Journal of environmental quality**, v. 39, n. 1, p. 375-83, 2010.

SCHRAMM, F.P. **Do Descarte ao Reuso**. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticia/2013/09/do-descarte-ao-reuso>> Acesso em: 13 Mai 2014.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. 3.ed. SAGE Publications, Inc., 2003.