



VII Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG
V Salão de Extensão

<http://ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao>

ISSN 2318-8014



**ANÁLISE DA PRODUÇÃO TÉCNICA REALIZADA NO PERÍODO DE 2014 A 2018
SOBRE AREIA DE FUNDIÇÃO**

Éverton Pereira Bueno^a, Jean Marcelo Menezes^a, Junior Belé^a, Andréa Ucker Timm^b, Raquel Finkler^{b*}

a) Faculdade de Tecnologia da Serra Gaúcha (FTSG).

b) Centro Universitário da Serra Gaúcha (FSG).

Informações de Submissão

* Endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366 -
Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472

Palavras-chave:

Areia. Reaproveitamento. Fundição.

Resumo

Este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica de artigos/trabalhos que tratam sobre de areia de fundição e areia descartada de fundição (ADF). A pesquisa foi realizada dentro de um período dos últimos seis anos, 2014 a 2018, sendo este um artigo de revisão. Por meio da análise foram verificados diversos estudos de reutilização da areia de fundição e sobre a melhor destinação da mesma. A areia é um resíduo classificado como classe II, não inerte. Sua geração eleva os gastos das empresas com sua destinação, bem como se configura como uma preocupação pelos órgãos ambientais e comunidade em geral com o elevado passivo.

1 INTRODUÇÃO

A atividade industrial é fundamental para o desenvolvimento de um centro urbano, uma vez que gera renda e empregos. Os processos industriais se caracterizam pela transformação de produtos e bens de consumo, com conseqüente geração de sub-produtos que podem causar impactos negativos ao meio ambiente. Indústrias de diferentes setores produtivos geram mensalmente grandes volumes de diferentes tipos de resíduos sólidos, contendo os mais diversos graus de periculosidade. Desta forma, programar tecnologias que minimizem esse excesso de resíduos na indústria torna-se fundamental (MARTINS, 2010).

O setor de fundição tem um papel importante dentro da economia do país, apresentando também significativos impactos ambientais. Dentre os problemas ambientais do setor, a geração de resíduos é um dos mais importantes. Os resíduos mais expressivos nas indústrias de fundição são as areias descartadas de fundição (ADF) que entram como insumo na montagem dos moldes para a fabricação de peças fundidas (QUISSINI, 2009).

Segundo Klinsky *et al.* (2012), a indústria de fundição utiliza areia para confeccionar os moldes nos quais são fundidas as peças metálicas. As razões do uso de areias são várias, já estão prontas para serem usadas, são altamente refratárias e apresentam baixo custo. A degradação granulométrica da areia durante o processo de fundição e o uso de aditivos limita o seu reuso no próprio processo, motivo pelo qual o descarte se faz necessário para as empresas siderúrgicas. Esse descarte geralmente é realizado em aterros sanitários a altos custos, além da perda de um material de boas propriedades do ponto de vista de utilização em engenharia.

Com base no descrito acima, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre o reaproveitamento da areia de fundição, mais especificamente sobre a areia descartada de fundição (ADF).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na sequência são apresentados os principais conceitos para compreensão da problemática.

2.1 A indústria de fundição

Para Bonet *et al.* (2002) citado por Alves (2012), a indústria da fundição é conhecida como altamente poluidora, talvez, pelo fato de ser confundida, com o setor siderúrgico, ou também pelo fato de décadas anteriores, despejarem seus poluentes na atmosfera, através dos seus fornos de fusão. Hoje, o grande problema das empresas de fundição são os seus altos gastos com a destinação de resíduos. Ainda de acordo com os autores, há uma crescente busca para reduzir os problemas ambientais, entre elas a implementação de novas tecnologias pelas empresas de fundição.

A fundição trata-se de um processo de fusão de metais e vazamento dos mesmos em moldes, com a finalidade de produzir formas sólidas. Esse tipo de processo tem-se constituído numa atividade humana há mais de 4000 anos (BONET, 2002).

O setor de fundição tem como atividade a fabricação de peças fundidas de metais ferrosos e não ferrosos. O processo de fundição consiste em dar a forma adequada ao metal, vertendo-o num molde, o qual tem a forma desejada (QUISSINI, 2009). Segundo Alves (2012 *apud* WINKLER e BOL ‘SHAKOV, 2000), o processo de fundição consiste basicamente na fusão de um metal que é vazado em um molde, e, ao solidificar-se gera uma peça com o formato desejado. Dependendo do metal vazado, as fundições podem ser divididas em duas classes principais: fundições ferrosas e não-ferrosas. Fundições ferrosas são aquelas que fundem ferro (branco, nodular etc.) [...].

Mas independente dos diferentes processos que as indústrias de fundição usem vamos encontrar a geração do resíduo conhecido como areia descartada de fundição (ADF), a mesma é utilizada no sistema de moldagem para fundições de ferro. Quissini(2009) aponta um aspecto importante, no Brasil, o destino final da ADF tem sido a disposição em aterros industriais, onde ocupam um volume elevado. Em relação à cadeia de impactos gerados pela destinação das ADF em aterros, podem ser observadas perdas tanto para o meio ambiente, quanto para empresas e a própria comunidade.

Para se ter uma ideia de quanto é gasto com destinação de resíduos de areia, Mariotto (2001) aponta um aspecto importante que, a disposição das ADF em células de aterros industriais terceirizados pode custar até aproximadamente R\$ 350,00/t para resíduos perigosos e R\$ 70,00/t para resíduos não perigosos.

A produção de fundidos entre janeiro e março deste ano totalizou 566.919 t, entre ferro fundido (453.537 t), aço (66.108 t) e metais não ferrosos (47.274 t). Nestes últimos, estão contidos o cobre (5.121 t), zinco (294 t), alumínio (40.599 t) e magnésio (1.260 t). No caso da indústria de fundição, a alta em relação aos três primeiros meses do ano passado foi de 3%. No comparativo com 2017, o crescimento foi de 9,4%.

2.2 Tipos de areia de fundição

Silva (2007) descreve que, as fundições na sua grande maioria utilizam em seus processos, areia base, areia de quartzo ou sílica como matéria-prima fundamental para a confecção de moldes e machos, para a obtenção de peças fundidas. Esta areia é encontrada com relativa abundância na natureza.

A areia verde de fundição é constituída basicamente por: areia, pó de carvão, bentonita e água. A areia verde recebe esta denominação devido ao seu processo de fabricação, no qual grãos com diferentes tamanhos são dispostos no compactador e com aplicação de uma força externa se acomodam, compactando-se (SILVA, 2007).

Na confecção do molde e do macho, são utilizadas, geralmente, três matérias-primas principais: areia base (cromita, sílica, sílica vítrea e zirconita), ligantes (argila, cimento, resinas e silicato de sódio) e produtos de adição (carvão mineral, óxido de ferro e serragem). Além da areia base, para formar as areias de fundição são utilizados também ligantes e em alguns casos, aditivos carbonáceos e aditivos celulósicos. E de acordo com o sistema ligante utilizado elas podem ser divididas em dois tipos genéricos principais: as areias verdes, que utilizam sistemas ligantes a base

de argila e, as areias quimicamente ligadas (ou resinadas, ou fenólicas, ou de macharia ou mesmo “o’bake”) que são feitas com sistemas a base de resinas sintéticas (WINKLER e BOL’SHAKOV, 2000).

2.3 Características da areia

Para produzir moldes com uma areia aglomerada com argila, é necessário que ela possua as três características que seguem (MARIOTTO, 1986):

- **Escoabilidade:** propriedade de permitir aos grãos da areia de moldagem escorregar uns em relação aos outros, sob a ação de forças externas, de modo a obter as formas do modelo em todos os seus detalhes e alcançar um grau de compactação uniforme em todo o molde. A escoabilidade é tanto maior quanto menor o esforço para alcançar uma determinada densidade para dado esforço aplicado. Portanto, é uma propriedade importante para a economia da moldagem, pois determina a quantidade de energia gasta nessa operação.
- **Consistência:** capacidade que a massa de areia de moldagem compacta deve ter de reter a sua forma. O teste normalmente usado para avaliar a consistência é a resistência à compressão a verde.
- **Plasticidade:** capacidade que a massa de areia de moldagem compactada deve ter de deformar-se plasticamente quando solicitada por esforço externo. A sua avaliação pode ser realizada por meio de deformação a verde, medida durante o ensaio de resistência à compressão a verde.

Assim, quando as três características citadas estão bem equilibradas, elas permitem que uma determinada areia de moldagem obtenha moldes uniformemente compactados, reproduzam com fidelidade as formas do modelo, mantenham essas formas e possam sofrer certa deformação antes que se rompam sob a ação de esforços mecânicos externos.

3 METODOLOGIA

Este estudo teve como principal objetivo coletar informações que pudessem ter relevância em relação ao tema escolhido, para que se possa ter um melhor entendimento sobre os seus conceitos e características optou-se para realização desse trabalho a metodologia voltada para revisão bibliográfica sobre o assunto.

De acordo com Dane (1990) *apud* Conforto *et al.*(1990), a revisão bibliográfica é importante

para definir uma linha muito próxima da pesquisa que se deseja desenvolver. Ainda assim, segundo o autor, é preciso definir os principais tópicos, como por exemplo: os autores, as palavras, os periódicos e as fontes de dados preliminares. Nesse sentido, realizar uma revisão bibliográfica pode ser considerado um primeiro passo para qualquer pesquisa científica. A pesquisa bibliográfica possui, portanto, caráter exploratório, visto que é desenvolvida com base em materiais já elaborados como livros, artigos e teses.

Para a realização do estudo, foi utilizada como palavras chave: “reaproveitamento de areia de fundição”. A pesquisa foi feita para o período de 2014 a 2019 por meio de consulta no *Google Acadêmico*.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para melhor compreensão dos estudos encontrados para composição do material bibliográfico deste artigo, segue quadro (Quadro 1), o qual foi construído através da pesquisa feita no *Google Acadêmico*, onde foram buscados artigos que tivessem coerência com o trabalho desenvolvido.

A busca dos artigos permitiu a identificação de 45 artigos tendo utilizando a escrita “reaproveitamento de areia de fundição” no período de 2014 até 2018. Dentre estes, foram selecionados nove artigos (Quadro 1), analisados para verificar o perfil dos trabalhos científicos na área.

Quadro 1 – Artigos analisados no período de 2014 a 2018 sobre areia de fundição.

	ANO	TÍTULO DO ARTIGO	AUTOR	PERIÓDICO
1.	2014	VIABILIDADE TÉCNICA A AMBIENTAL DE MISTURAS DE SOLO COM AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO	FERREIRA <i>et al.</i>	<i>Transportes</i> , v. 22, n. 2 (2014), p. 62–69
2.	2014	O PROBLEMA DO DESCARTE DA AREIA DE FUNDIÇÃO: ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	BRONDINO, SILVA e BRONDINO	<i>Trabalho apresentado no COBENGE (2014)</i>
3.	2016	AS BARREIRAS DE ENTRADA DE UMA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE CAXIAS DO SUL: UM ENSAIO EXPLORATÓRIO SOBRE O	FERRARI	<i>Dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em</i>

		BLOCO DE CONCRETO FABRICADO COM AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO		<i>Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul</i>
4.	2017	VALORIZAÇÃO DA AREIA DE FUNDIÇÃO EM MASSA CERÂMICA PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	MORETÃO, AGUSTINI e SAGAVE	<i>Trabalho apresentado no CRICTE(2017).</i>
5.	2017	REUSO DE AREIA DE FUNDIÇÃO RESIDUAL PARA FINALIDADES RODOVIÁRIAS	FORNARI <i>et al.</i>	<i>Trabalho apresentado no Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte ANPET (2017)</i>
6.	2018	RESÍDUO AREIA DE FUNDIÇÃO COMO OBJETO DE ESTUDO NOS PROGRAMAS <i>STRICTO SENSU</i> NO BRASIL	ZANARDI	<i>Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul</i>
7.	2018	ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DA APLICAÇÃO DA AREIA DE SIDERÚRGICA PARA MISTURA ASFALTICA	VIOLA, SABEDOT e MALYSZ	<i>Trabalho apresentado no SEFIC (2018)</i>
8.	2018	ANÁLISE DA COMPACIDADE E DA RESISTÊNCIA DA MISTURA DE AREIA DE FUNDIÇÃO COM SOLO ARGILOSO	LOEBENS	<i>Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul</i>
9.	2018	ESTUDO DA VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DO RESÍDUO DE FUNDIÇÃO NA FABRICAÇÃO DE ARGAMASSA	BARGA	<i>Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil do Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo</i>

Fonte: elaborado pelos autores.

Após a leitura e análise dos artigos selecionados identificamos que os autores Brondino, Silva e Brondino (2014), buscaram mostrar a realidade do descarte da areia de fundido,

identificando qual a gravidade dos resíduos gerados pelo processo de fundição e esclarecendo o tamanho do impacto ambiental e também econômico.

Na pesquisa realizada pelos autores Ferreira e Domingues (2014), foram realizados testes para reaproveitamento dos resíduos da ADF na construção civil para utilização como sub-base de um pavimento flexível.

Por sua vez, os autores Fornari *et al.* (2017) optaram por realizar pesquisa para reaproveitar a areia de fundição residual na construção de camadas de pavimentos conseguindo resultados positivos.

Barga (2018) avaliou a adição de ADF em argamassa através da realização de ensaios de compressão e tração (NBR 13281/2005) como alternativa para minimização desse tipo de resíduos. O autor constatou que os corpos de prova que continham ADF + argamassa obtiveram bons resultados nos ensaios mecânicos nos quais foram submetidos.

Zanardi (2018) avaliou a produção bibliográfica de produções no catálogo da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior no período de 1987 a 2016. Como conclusões, observou a crescente pesquisa sobre areia de fundição a partir da década de 90. Além disso, o autor constatou que a maior quantidade de produção técnica relacionada à temática foi produzida nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise das publicações na temática, foi observada a realização de diversos trabalhos e estudos sobre destinação e utilização de ADF, que tem uma estimativa de geração anual em torno de três milhões de toneladas. Muitos dos artigos/trabalhos demonstram que a substituição de outros elementos pela ADF é vista e comprovada de forma positiva nas questões de resistências e durabilidade dos produtos a serem fabricados como, por exemplo, os blocos de cimento, e também se apresenta positivamente na cobertura da camada de aterros sanitários. Verificamos que além de todos esses estudos positivos, o maior problema ainda encontrado é a validação dos órgãos ambientais para a utilização da ADF. Já temos alguns casos no Brasil como em São Paulo, onde a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) já aprovou a utilização da ADF na fabricação de blocos de concreto.

Em outras regiões do Brasil ainda encontramos bastante resistência dos órgãos ambientais quanto à aprovação da ADF, mas vale ressaltar que estão sendo realizadas iniciativas regionais como o que já foi feito pela Associação Brasileira de Fundição (ABIFA), que através de

profissionais da área ambiental das empresas, reunidos na Comissão de meio ambiente e nas Comissões de estudos do ABNT/Cb-59 que discutem, analisam e elaboram normas técnicas, para ajudar a dar um destino viável às areias utilizadas na fundição.

Com estas participações é possível melhorar o entendimento da natureza desta areia de fundição, do suposto contaminante e sobre as possibilidades de aplicações, porém ainda verificamos que o caminho a percorrer para melhorar a destinação da ADF ainda é longo, mas já temos muitos estudos e bases para no futuro otimizar a sustentabilidade das fundições e também a redução do passivo ambiental.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, B.S.Q. **Estudo da viabilidade ambiental da reutilização das areias descartadas de fundição**. Florianópolis: UFSC, 2012. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO. Indústria de fundição cresce 3% no primeiro trimestre. Disponível em: <<http://www.abifa.org.br>> Acesso: em maio 2019

BARGA, L. **Estudo da viabilidade de aplicação do resíduo de fundição na fabricação de argamassa**. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo. Presidente Prudente (SP): Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo, 2018.

BONET, I.I. **Valorização do resíduo areia de fundição (RAF). Incorporação nas massas asfálticas do tipo C.B.U.Q.** Florianópolis: UFSC, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

BRONDINO, O. C.; SILVA, J. P. G. da; BRONDINO, N. C. M. O problema do descarte da areia de fundição: Ensino para o desenvolvimento sustentável. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, XLII, 2014, Juiz de Fora. **Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Juiz de Fora: 2014.

CAVALLI, R; BERTOLDI, L. **Reaproveitamento de resíduo sólido industrial, constituído por areia de fundição residual, na produção de concreto**. Unoesc & Ciência – ACET Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 235-246, jul./dez. 2016

FERREIRA, G.C; DOMINGUES, L. G; et al. **Viabilidade técnica e ambiental de misturas de solo com areia descartada de fundição**. Transportes, v. 22, n. 2 (2014), p. 62-69.

KLINSKY, L. M. G.; FURLAN, A. P.; FABBRI, G. T. P. Efeito da adição de areia de fundição e cal em algumas propriedades de solos argilosos. **Transporte**, v.20, p. 22-30, 2012.

LOEBENS, S.V. **Análise da compacidade e da resistência da mistura de areia de fundição com solo argiloso.** Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul.

MARIOTTO, C. L. **Areias ligadas quimicamente.** São Paulo: Apostila do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., 2001.

MARIOTTO, C. L. **Curso de Areias de Moldagem:** Volumes 1 e 2. 15. Ed. São Paulo: ABM, 1986.

MARTINS, B.P. **Estudo de alternativas para reaproveitamento de resíduos sólidos das indústrias metal-mecânicas em processos siderúrgicos.** UFRGS, 2010. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Química) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

MORETÃO, C.V. et al. **Valorização da areia de fundição em massa cerâmica para produção de blocos de vedação.** XXVIII congresso regional de iniciação científica e tecnológica em CRICTE 2017.

QUISSINI, C.S. **Estudo da aplicação de areia descartada de fundição como material alternativo para camada de cobertura de aterro de resíduos.** Caxias do Sul: UCS, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais), Universidade de Caxias do Sul, 2009.

WINKLER, E. S.; BOL'SHAKOV, A. A. Characterization of foundry dry sand waste. Massachusetts: Chelsea Center for Recycling and Economic Development, 82 p., October, 2000. (Technical Report number 8).

ZANARDI, I. **Resíduo de areia de fundição como objeto de estudo nos programas *Stricto Sensu* no Brasil.** Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul (RS): UCS, 2018.