

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

**REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE A INFLUÊNCIA DE AREIA DESCARTADA  
DE FUNDIÇÃO EM CONCRETOS E ARGAMASSAS DE CIMENTO  
PORTLAND<sup>1</sup>**

**SYSTEMATIC REVIEW ON THE INFLUENCE OF DISCARDED FOUNDRY  
SAND ON CONCRETES PORTLAND AND CEMENT PORTLAND**

**Leonardo Giardel Pazze<sup>2</sup>, Andréia Balz<sup>3</sup>, Lucas Fernando Krug<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido junto a disciplina de Tópicos em Engenharia Civil: Utilização de Resíduos na Construção

<sup>2</sup> Bacharel em Engenharia Civil - e-mail: leonardo.pazze@gmail.com

<sup>3</sup> Bolsista voluntária do Grupo de Estudos do Curso de Engenharia Civil - e-mail: bzandrea@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor Mestre, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Unijui - e-mail: lucas.krug@unijui.edu.br

## **INTRODUÇÃO**

A areia descartada de fundição (ADF) é um subproduto da indústria de fundição, sendo originalmente areia de sílica utilizada para produção de peças de metal, essa é reutilizada várias vezes até ser degradada e então descartada, passando a se chamar de “areia de fundição”. Suas características físicas e químicas variam de acordo com o processo de fundição ao que são submetidas. A areia verde é a mais popular e apresenta de 85 a 95% de sílica e uma coloração escura. Já a areia de moldagem à base de aglutinantes químicos apresenta de 99 a 93% de sílica, esta apresenta coloração mais clara (MARCON, 2013).

Uma grande questão ambiental é a quantidade de areia descartada pelo processo de fundição, visto que são consumidos, por peça, um montante de 0,8 a 1 tonelada de areia para cada tonelada de fundido, logo, estima-se que 2,8 milhões de toneladas de areia de fundição são descartadas todo ano no país (ABIFA, 2009 apud PINTO, 2013).

A construção civil é um grande consumidor de areia natural, e é sempre viável buscar-se alternativas para esse material. Nesse contexto, a ADF pode ser pode assumir uma importante função, caso seja adicionada em concretos e argamassas, uma vez que além de proporcionar uma redução na extração da areia natural, permite também uma destinação adequada desse resíduo.

Portanto, essa pesquisa objetiva averiguar estudos realizados sobre a incorporação (adição ou substituição) da ADF no concreto e em argamassas, através de uma revisão literária sobre o assunto.

## **METODOLOGIA**

Tendo em vista a necessidade ambiental recorrente ao meio da construção civil, o reuso da ADF na construção civil pode constituir uma destinação adequada desse resíduo, logo, esse estudo

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

buscou por meio de uma pesquisa bibliográfica analisar os possíveis teores de incorporações da ADF no setor da construção civil, bem como suas implicações na microestrutura na produção de concretos e argamassas.

## RESULTADOS

Normalmente, a ADF é utilizada como material em substituição da areia natural, portanto é importante conhecer sua distribuição granulométrica. Dessa forma, Klinsky e Fabbri (2009) analisaram a distribuição granulométrica de uma ADF de uma empresa de fundição de Sertãozinho/SP, bem como também da mesma areia antes do processo de fundição (areia virgem). Concluíram que a ADF é muito similar com a areia virgem, diferenciando-se em uma maior concentração de finos. Complementarmente, a Tabela 1 contém informações das principais características da ADF e da areia de construção civil.

Tabela 1: Principais características dos resíduos e da areia de construção

Características	Areia de construção civil	ADF
Módulo de Finura (AFS)	73,17	72,11
Teor de Finos (%)	3,95	3
Argila AFS (partículas inferiores a 0,02 $\mu$ m) (%)	1,7	11,8
Teor de Sílica (%)	98,29	92,96
Umidade (%)	5,6	1,4
Densidade (Kg/m <sup>3</sup> )	1287,05	1206,1

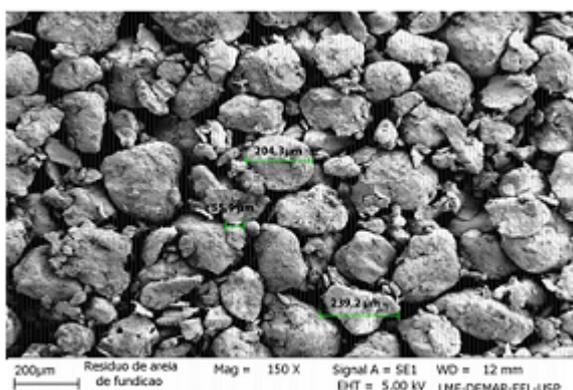
Fonte: adaptado ARMANGE et al (2005)

Pinto (2013) estudou a ADF como adição no concreto, incorporando-a nos teores de 10% e 20%, estabelecendo um abatimento de 0 - 50mm e avaliando corpos de provas com idades de 7 e 28 dias. Para o ensaio de difração por raio x, revelou-se um alto teor de carbono (grafite) e Óxido de Silício (SiO<sub>2</sub>). Para o concreto fresco, realizou o ensaio de abatimento *Slump Test*, e este apresentou diminuição dos valores de abatimento para o concreto com adição de 10 e 20%, demonstrando haver um incremento na coesão e consistência. Já nos resultados do ensaio de compressão axial, percebe-se a resistência aumentar para o teor de 10% e voltar a diminuir para o teor de 20%.

Pinto (2013) também realizou uma análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV), obtendo uma distribuição heterogênea dos tamanhos das partículas, com dimensões que variam de 55 a 250  $\mu$ m, possuindo uma morfologia de partícula angular tendendo a esférica, isto pode ser observado na Figura 4. Assim afirmou que o uso de resíduos de areia de fundição no concreto diminui os espaços vazios no mesmo.

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

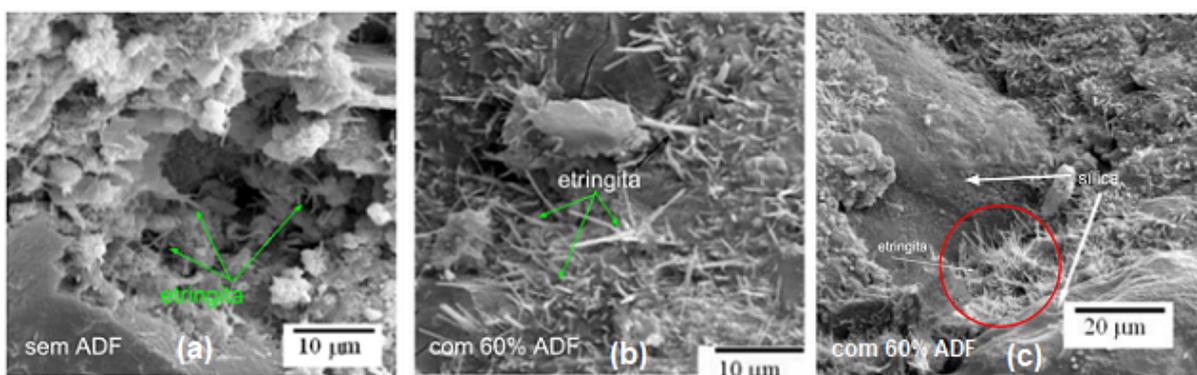
Figura 1: MEV de concreto com ADF



Fonte: Pinto (2013)

De forma complementar, Armange et al (2005), estudaram a substituição de diversos percentuais da areia natural por ADF em argamassas e, ao realizaram a análise microestrutural puderam afirmar que a ADF alterou a hidratação do cimento. Segundo os autores, argamassas produzidas com 60% de ADF tiveram uma formação muito maior de etringita quando comparada com a argamassa de referência. Essa modificação pode ser associada a argila presente na ADF, a qual proporciona, devido a sua morfologia em placa, uma maior fixação, germinação e crescimento dos cristais de etringita. Essas informações podem ser verificadas na figura abaixo, a qual traz a microestrutura da argamassa sem ADF (Figura 2 A) e com 60% ADF (Figura 2 B). Ainda, é apresentado (Figura 2 C) os cristais de etringita envolta de grãos de sílica da argamassa com 60% de ADF.

Figura 2: Microestrutura da argamassa sem e com ADF



Fonte: adaptado Armange et al (2015)

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

Essa formação privilegiada envolta dos grãos de sílica é devido a argila presente na ADF, a qual encontra-se substancialmente sobre a superfície dos grãos de sílica na forma de uma fina camada. Portanto, é bem provável que pelo menos um dos grãos de sílica da Figura 2 é do resíduo (ARMAGE et al, 2015). Ao analisar outra argamassa produzida com uma ADF que possui um teor ainda mais alto de argila, notou-se um aumento ainda maior da produção de etringita, logo, é possível realmente afirmar essa influência da argila no processo de hidratação do cimento.

Marcon (2013), empregou areia de fundição em concretos plásticos, para isso confeccionou corpos de prova de argamassa de traço 1:3:0,55:0,5%, substituindo o agregado miúdo em parcelas de 50 e 100%. Moldou corpos de provas prismáticos de 25x25x285mm e cilíndricos 50x100mm. Após realizado o ensaio de *Flow Table* para a medida do índice de consistência, obteve, para o concreto referência, um resultado acima de 250mm, enquanto para 50% e 100% de substituição o resultado foi 200mm e 150mm, respectivamente. O tempo de pega foi de 13,8h para o referência, 6,9h para 50% e 4,9 para 100%. No ensaio de resistência a compressão conclui que 50% de substituição reduz a resistência em aproximadamente 16% e 100% de substituição reduz em 57% (MARCON, 2013).

Como os resultados não foram satisfatórios Marcon (2013), optou por submeter a ADF a um tratamento térmico à 900°C e repetir os ensaios. Neste novo teste, obteve consistências de 300 mm para o referência, aproximadamente 280 mm para a substituição de 50% e também quase 280 mm para 100%. Enquanto isso, após o tratamento térmico da ADF, as resistências a compressão axial do concreto praticamente se equalizaram com a do referência, tendo uma redução de 5% para o com substituição parcial e um incremento de 4% para o com substituição total.

Lima (2014) realizou em seu trabalho de conclusão de curso a análise da substituição parcial e total da areia natural por ADF e um dos ensaios realizados é o Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), o qual é capaz de identificar os compostos do concreto. As substâncias que se encontram em uma maior concentração no concreto são cálcio e silício, em ambas as condições analisadas. Como os picos são longos e estreitos, essas substâncias fazem parte da microestrutura do concreto e a maior presença (o dobro do referência) de Silício na condição de substituição confirma a maior resistência desse concreto em relação ao concreto referência (LIMA, 2014).

## CONCLUSÕES

Percebe-se pelo trabalho de Pinto (2013), que a incorporação da areia de fundição diminui os vazios e conseqüentemente aumenta a resistência axial de compressão, entretanto apenas até o valor de 10% de substituição, quando analisado o teor de 20% há uma queda substancial da resistência, ainda que esta é maior que as de referência, é possível afirmar que o teor ideal de substituição é menor que 20% para a dosagem em questão.

Já com teores mais elevados de substituição como trabalho de Marcon (2013), mostra a dificuldade de obter valores positivos. Necessitando passar a areia de fundição por um processo de queima a 900°C, para obter valores de resistência próximos aos de referência. Contudo

**Evento:** XXVII Seminário de Iniciação Científica

percebe-se a alta viabilidade da substituição de areia de fundição pelo resultado no teor de 100% de substituição, o qual, resultou em uma resistência 41,5 MPa sendo o de referência 39,8 MPa. Este é um excelente resultado, pois, mesmo não aumentando significativamente a resistência ele não está prejudicando a propriedade mecânica do concreto.

Através dos estudos realizados por Armage et al (2015) conclui-se que a argila presente na areia de fundição acaba afetando a microestrutura da argamassa/concreto, aumentando a hidratação do cimento e gerando uma maior quantidade de cristais de etringita primários. Enquanto isso, Lima (2014) observou o aumento da resistência dos concretos produzidos com ADF, isso diretamente justificado pelo aumento do percentual de Sílica presente na microestrutura do concreto.

Todos os trabalhos estudados apresentam grandes alternativas da substituição da areia de fundição no concreto, não apenas pelas suas resistências à compressão axial apresentarem valores positivos, mas por darem uma possibilidade de destino ao resíduo.

Estudos mais aprofundados devem ser feitos com esses teores e incluir por exemplo o tratamento térmico em diferentes temperaturas. Frisa-se a necessidade também de analisar química e fisicamente a composição da ADF, pois determinados compostos podem alterar por exemplo o tempo de pega, além da análise quanto a poluição gerada por esse material.

## REFERÊNCIAS

- ARMANGE, Luciana Cristina et al. Utilização de Areia de Fundição Residual para uso em Argamassa. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, pp. 51 - 62, mar. 2005. Disponível em: <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10631/>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- KLINSKY, Luis Miguel Gutiérrez; FABBRI, Glauco Tulio Pessa. Reaproveitamento da areia de fundição como material de base e sub-base de pavimentos flexíveis. **Transportes**, v. 17, n 2, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/transportes.v17i2.358>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- LIMA, Geannina Terezinha dos Santos. **Análise de resistência e microestrutura em concretos com substituição parcial de areia natural por areia de fundição**. 2014. 87p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2937>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- MARCON, Matheus Felipe. **Aproveitamento da Areia de Fundição como Agregado Miúdo Fino em Concretos**. 2013. 67p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/115449>. Acesso em: 28 nov. 2018.
- PINTO, Fernando Batista. **O Uso de Areia Descartada de Fundição (ADF) na Produção de Concreto**. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/792>. Acesso em: 28 nov. 2018.