

## ESTUDO PARA UTILIZAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM BLOCOS DE PAVIMENTOS INTERTRAVADOS

### **Geannina dos Santos Lima**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
geanninasantos@hotmail.com

### **Geisiele Ghisleni**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
ghisleni.geisi@gmail.com

### **Lucas Pufal**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
lucaspufal@hotmail.com

### **Mariana Bamberg Amaral**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
marianabambergamaral@hotmail.com

### **Cristina Eliza Pozzobon**

Professora/Mestre do curso de Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul  
pozzobon@unijui.edu.br

**Resumo.** *A produção de fundidos, que são materiais produzidos através de ligas ferrosas (aço e ferro fundido) e não ferrosas (alumínio, cobre, zinco, magnésio entre outros), vem crescendo gradativamente ao longo dos anos (BITENCOURT, 2006) e isso significa, também, o aumento de resíduos gerados por este processo. A areia de fundição, classificada segundo a NBR 10004 de 2004 na classe II, como não perigosa, é um dos principais resíduos gerados na fabricação de peças metálicas, na etapa de desmoldagem. Quando armazenada inadequadamente, traz inúmeros problemas ambientais. Este estudo tem como objetivo analisar o desempenho de blocos de pavimentos intertravados, quanto à absorção de água e a resistência à compressão, quando se utiliza areia de fundição em substituição parcial à areia fina, a fim de trazer uma solução para a reutilização desse resíduo industrial que pode afetar o meio ambiente.*

**Palavras-chave:** *Areia de fundição; Material Alternativo; Resíduos.*

*At least 3 keywords must be specified*

### **1. INTRODUÇÃO**

O processo de fundição produz vários tipos de resíduos sólidos, sendo o principal deles a areia de fundição, gerado na etapa de desmoldagem de peças metálicas. Quando essa areia é lançada inadequadamente se torna um risco ao ambiente, pois pode alterar as características físicas, químicas e biológicas do solo e da água.

A legislação ambiental brasileira determina que os resíduos sólidos gerados durante os processos industriais devem ser depositados em aterros específicos ou incinerados. Tais resíduos, como a areia de fundição, quando depositados em aterros não controlados, prejudicam o lençol freático e, quando dispostos em aterros de resíduos

industriais, apresentam custos elevados para a sua manutenção.

Diante deste contexto de preservação ambiental e de viabilidade econômica, a indústria da construção civil tem ocupado papel de destaque, por demandar grandes quantidades de materiais, apresentando-se, portanto, como potencial consumidor de resíduos sólidos industriais e urbanos. A reutilização ou reaproveitamento da areia de fundição é uma opção de sustentabilidade, proporcionando economia de matéria-prima, redução de espaços destinados aos aterros para resíduos industriais e diminuição dos custos de coleta e de destinação.

Este estudo tem como objetivo analisar o desempenho de blocos de pavimentos intertravados, quanto à absorção de água e a resistência à compressão, quando se utiliza areia de fundição em substituição parcial à areia fina, proporcionando uma solução para a reutilização desse resíduo industrial.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

A pesquisa foi planejada para ser desenvolvida em quatro grandes etapas, sendo que estas consistem em: 1) recebimento e armazenamento das matérias primas; 2) fabricação dos produtos; 3) realização dos ensaios e; 4) análise dos resultados obtidos.

### **2.1 Recebimento e armazenamento das matérias primas**

A primeira etapa consiste no recebimento e armazenamento das matérias primas na empresa que fabrica os produtos em estudo (blocos para pavimentos intertravados). As matérias primas se dividem em agregados miúdos, agregados graúdos e aglomerantes.

A chegada do agregado miúdo (areia natural) e da areia de fundição é realizada através do transporte rodoviário. A chegada do aglomerante (cimento) é a granel, ou também através de transporte rodoviário. O

armazenamento é feito separadamente, por tipo de material, em diferentes silos.

### **2.2 Processo de fabricação**

O processo de mistura das matérias primas é realizado por sistema mecanizado. Após a programação da máquina dosadora com as quantidades necessárias, obtém-se a informação de qual silo(s) de armazenamento serão retirados os materiais, sendo estes lançados a uma esteira que os transfere ao Skip (equipamento responsável por levar a mistura de agregados até o misturador) e, então, adiciona-se cimento, água e aditivo (se necessário à mistura).

A composição da mistura com substituição parcial de areia natural por areia de fundição é realizada junto ao silo dos agregados.

Com a mistura concluída, é transferida até a esteira com os moldes específicos de cada produto, fez-se a prensagem do produto, deixando-o pronto. Ficando 24 horas na estufa de cura. Vale resaltar que a cura dos produtos é de extrema importância, pois pode ter grande influência na resistência.

Com a conclusão da cura, foram separados dois lotes para cada porcentagem de substituição da areia de fundição para a realização dos ensaios. Para finalizar o processo de fabricação foi feita a cubagem automatizada.

### **2.3 Ensaios realizados**

#### **2.3.1 Ensaio de absorção de água**

O ensaio de absorção de água nos blocos para pavimentos intertravados foi executado conforme preconiza a NBR-9781, com o propósito de analisar seu comportamento quanto à absorção de água aos 7 e 28 dias.

Os blocos, após sua cura, foram imersos em água a temperatura ambiente por 24 horas. Após esse tempo, foram retirados e deixados parados por cinco minutos para que sua superfície torna-se levemente seca, para

em seguida serem pesado. Este processo foi repetido a cada duas horas, até que o resultado do seu peso fosse igual ou variasse em 0,5% de sua massa anterior.

Prosseguindo com o ensaio, levaram-se os corpos de prova à estufa com temperatura à  $110 \pm 5$  °C, por 24 horas. Este processo foi realizado para que retirasse toda a umidade contida no bloco. Após, novamente pesaram os blocos para se obter os resultados. A repetição deste método deve ser realizado a cada duas horas, até que o resultado do seu peso seja igual ou varie em 0,5% da sua massa anterior.

A absorção de água que cada corpo de prova (bloco) obteve foi calculada através da seguinte Eq. (1):

$$A = \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1} \right) \cdot 100$$

Onde

A= é a absorção de cada corpo de prova, expressa em porcentagem (%);

m1= é a massa do corpo de prova seco, expressa em gramas (g);

m2= é a massa do corpo de prova saturado, expressa em gramas (g).

### 2.3.2 Ensaio de resistência à compressão

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados conforme a NBR 9780 (1997), que estabelece métodos para a resistência de peças pré-moldadas de concreto com destino à pavimentação de vias urbanas e pátios de estacionamentos.

As idades de rupturas foram estabelecidas conforme especificações conhecidas. Além da idade característica de 28 dias que a norma prevê, foi escolhida a idade de 7 dias, para haver um comparativo. Os procedimentos para a realização deste ensaio foram os seguintes: Primeiramente os blocos foram capeados com argamassa de cimento e areia fina de traço 1:1 e espessura de 2 cm. Após a secagem do capeamento as peças foram imersas por 24 horas em um

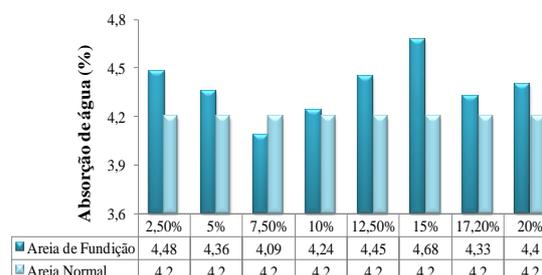
recipiente com água, com o objetivo de ter uma saturação completa no ensaio. Aos 7 e 28 dias, as peças foram submetidas ao ensaio de compressão buscando analisar o desempenho dos blocos em função de sua resistência.

## 3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Absorção de água

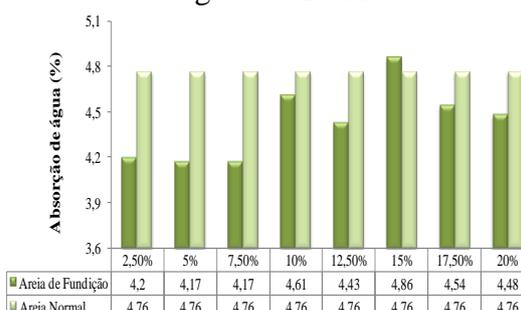
Os resultados do ensaio de absorção de água para o bloco em 7 dias estão apresentados na Fig. 1. Analisando-se as misturas com a substituição de diferentes percentuais de areia de fundição, e uma mistura feita com areia natural, observa-se que a mistura com 7,5% de areia de fundição absorve uma menor quantidade de água do que a mistura que contém somente areia natural.

Figura 1 - Resultados de absorção de água aos 7 dias



Na Fig. 2 apresenta-se os resultados obtidos aos 28 dias. Percebe-se que houve um aumento de absorção de água, porém todos os valores estão conforme está previsto na NBR 9781.

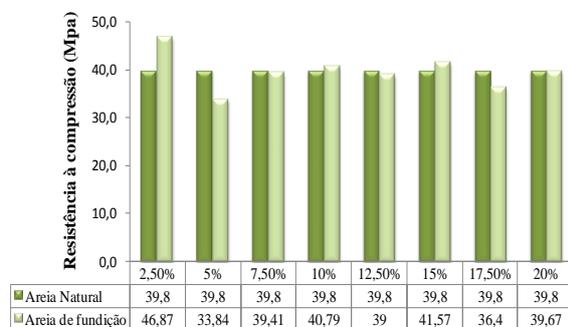
Figura 2 - Resultados de absorção de água aos 28 dias



### 3.2 Resistências à compressão

Conforme discutido anteriormente, o ensaio realizado para avaliação do desempenho dos blocos foi o de resistência à compressão, sendo importante para a produção dos blocos de pavimentos intertravados. Os resultados obtidos através da média do rompimento dos blocos com diferentes substituições de areia de fundição aos 7 dias, estão expostos na Fig. 3.

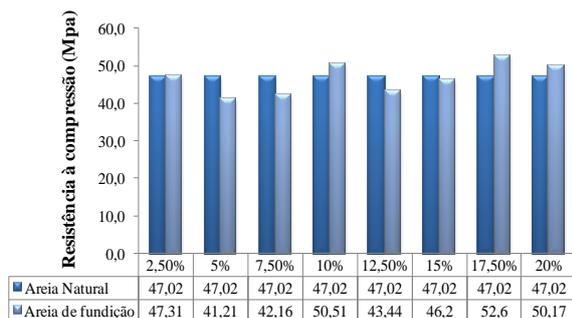
Figura 3 – Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 7 dias



Analisando e comparando os resultados das misturas, observa-se que a substituição de 2,5% de areia de fundição obteve uma maior resistência à compressão chegando a 46,87 MPa, sendo maior que a resistência do bloco fabricado somente com areia natural.

Na Fig. 4, são apresentados os resultados para os 28 dias de idade dos blocos.

Figura 4 – Resultados do ensaio de resistência à compressão aos 28 dias



Com um tempo de cura maior, destacou-se o aumento de resistência nas misturas, resultando valores superiores aos apresentados aos 7 dias de idade.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se encontra em andamento, sendo necessária, ainda, a realização do ensaio de lixiviação.

Pode-se concluir até o momento que os blocos de pavimentos intertravados com a substituição de parte da areia natural por areia de fundição, vêm dando resultados significativos, pois apresenta uma menor absorção e uma maior resistência que o bloco de pavimento intertravado natural, conforme a norma recomenda. Quanto à aparência superficial do bloco, não ficou comprometida em função da substituição da área natural pela areia de fundição.

### 5. REFERÊNCIAS

#### ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9780:

Método de ensaio para determinação da resistência à compressão de peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. NBR 9781: Método de ensaio para determinação da resistência à compressão de peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BITENCOURT, D. **Estudo investigativo para utilização de areias de fundição na confecção de concreto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2006.