

UTILIZAÇÃO DE AREIA DE FUNDIÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO

Aline Baruffi

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo
alinebaruffi@hotmail.com

Francisco Dalla Rosa, Dr.

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo
dallarosa@upf.br

Resumo. A areia de fundição (ADF) é um resíduo industrial gerado através da fundição de materiais metálicos na produção de peças. A ADF vem sendo descartada em aterros industriais apresentando elevado custo às empresas para sua disposição, além de riscos ao meio ambiente. Esse trabalho visa estudar um meio para reaproveitar esse resíduo em blocos de concreto para pavimentação (pavers) em diferentes concentrações, 0%, 4%, 8% e 16% de ADF em substituição da areia natural (AN). Primeiramente analisou-se as propriedades físicas dos agregados e em seguida determinou-se a quantidade de materiais, para os traços 1:4 e 1:5, para a produção de pavers através do método proposto por Frasson. Moldou-se corpos-de-prova cilíndricos de 10cmx20cm (diâmetro x altura), onde após 7 dias de cura eram submetidos a ensaios de compressão. O melhor resultado encontrado foi no o traço 1:4 com 4% de ADF em substituição de AN, com resistência média de 35MPa.

Palavras-chave: ADF. Pavers. Concreto.

1. INTRODUÇÃO

A ADF é considerada como o resíduo industrial de maior volume no mundo, segundo dados da (ABIFA/2012). Este resíduo é proveniente de indústrias siderúrgicas, automobilísticas, entre outras, e atualmente vem sendo descartado em aterros de resíduos industriais que, mesmo controlados, causam impactos ambientais e

econômicos. Estes impactos têm chamado a atenção de indústrias em relação a utilização da ADF, como matéria prima no desenvolvimento de novos materiais aplicados a Engenharia Civil.

Por outro lado, o crescimento da infraestrutura urbana aumentou a demanda do uso contínuo de materiais para pavimentação, necessitando na sua composição de muita matéria prima recorrente de recursos naturais, ocasionando no decorrer dos anos na falta das mesmas. Pensando em problemas futuros, as universidades e empresas estão investindo em busca por soluções que ajudem na produção de pavimentos com materiais recicláveis.

Devido a esse incentivo, o presente trabalho tem como meta descobrir se é possível utilizar areia de fundição na produção de pavers.

2. METODOLOGIA DE DOSAGEM E ANÁLISE DOS RESULTADOS

2.1. Materiais empregados

Os materiais utilizados na pesquisa foram: o cimento CPV – ARI, pois apresenta maior resistência inicial, o agregado graúdo pedrisco, o agregado miúdo areia natural e ADF.

2.2. Caracterização dos materiais

A composição granulométrica (figura 1), módulo de finura e dimensão máxima característica dos agregados (tabela 1) foram determinadas através da NBR 7211 (2009).

A massa específica foi verificada através das normas DNER – ME 194 (1998), DNER-ME 085 (1994), DNER-ME 084 (1995) e

NBR NM 53 (2003). Os resultados seguem na tabela 1.

Figura 1. Curva granulométrica dos agregados.

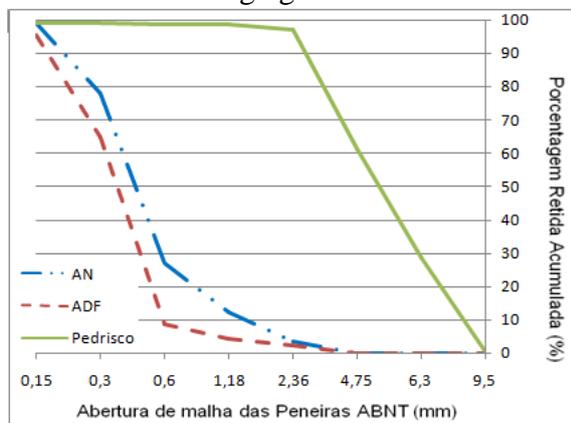


Tabela 1. Caracterização dos agregados

Material	Módulo de Finura Médio	Dimensão Máxima Característica	Massa Específica (g/cm ³)
AN	2,19	2,36	2,63
ADF	1,76	1,18	2,44
Pedrisco	5,82	9,50	2,60

Pode-se notar na figura 1 que 51% da AN e 56% da ADF ficaram retidas entre as peneiras de 600 μ m e 300 μ m classificando-se assim através da NBR 7211(2009) na Zona Utilizável, e o módulo de finura de ambas areias (tabela 1) se enquadram na Zona Utilizável Inferior (1,55 a 2,20). Já o pedrisco possui 36% de material passante na peneira 4,75mm e retido na peneira 2,36mm.

2.3. Dosagem

Teor de ADF. Considerando as experiências realizadas por FOGUESATTO (2007), onde utilizou teores de ADF em substituição de AN iguais a 25%, 50% e 75% apresentando como melhor resultado o teor de 25%, utilizou-se na pesquisa os seguintes teores: 0%, 4%, 8% e 16% de ADF em substituição de AN.

Proporção de agregados. A proporção de agregados enquadra-se na faixa proposta por FRASSON (2000, apud OLIVEIRA 2004), onde 30% do agregado é grauído (Pedrisco) e 70% do agregado é miúdo (AN e ADF).

Traço Médio. Com base nos resultados encontrados por FRASSON (2000, apud

OLIVEIRA 2004) e por FOGUESATTO (2007), optou-se por um traço médio de 1:5.

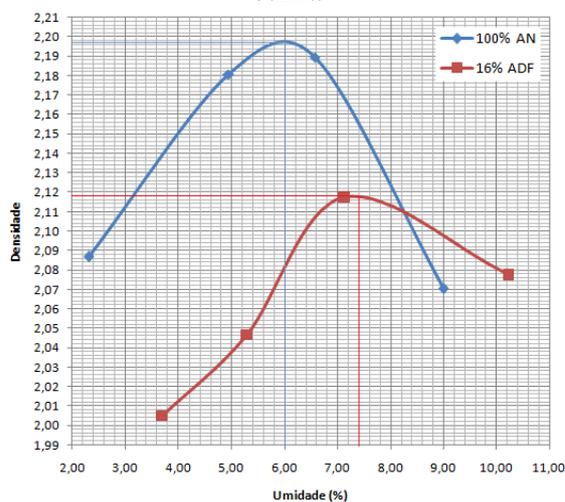
2.4. Ensaio de Compactação Proctor Modificado.

O teor de umidade ótimo e a massa específica aparente seca das misturas referentes ao traço 1:5 nas situações mais extremas, 0% e 16% de ADF, foram obtidas através de ensaios de Compactação Proctor Modificado, executados seguindo os métodos prescritos na norma NBR 7182 (1986).

O ensaio foi realizado com cilindros grandes, onde o material foi distribuído em cinco camadas, para a compactação aplicava-se 55 golpes em cada camada.

Obteve-se os resultados representados na figura 2, onde, para o traço 1:5 com 100% de AN a densidade máxima encontrada é igual a 2,197g/cm³ e a umidade ótima é igual a 6%, já para o mesmo traço, só que com a presença de 16% de ADF em substituição da AN, a densidade máxima passa a ser 2,118 g/cm³ e a umidade ótima 7,40%.

Figura 2. Densidade máxima x Umidade ótima



2.5. Moldagem dos corpos de provas.

A moldagem dos corpos-de-prova foi realizada semelhante ao método proposto por FRASSON (2000, apud OLIVEIRA 2004), mas com corpos-de-prova cilíndricos de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura.

A mistura dos materiais foi realizada manualmente, o molde cilíndrico foi preenchimento com 04 camadas de 5cm cada, a compactação das camadas era controlada através da altura das mesmas, com auxílio de uma régua. Após a compactação escarificava-se cada camada. Ao fim de cada corpo-de-prova moldado era retirada uma amostra e colocada em estufa para obtenção da umidade.

Depois de moldados, os corpos-de-prova ficavam em repouso por 24h, onde em seguida eram desmoldados e suas medidas diamétricas verificadas, após eram submetidos ao processo de cura onde permaneciam imerso em água e cal por 07 dias.

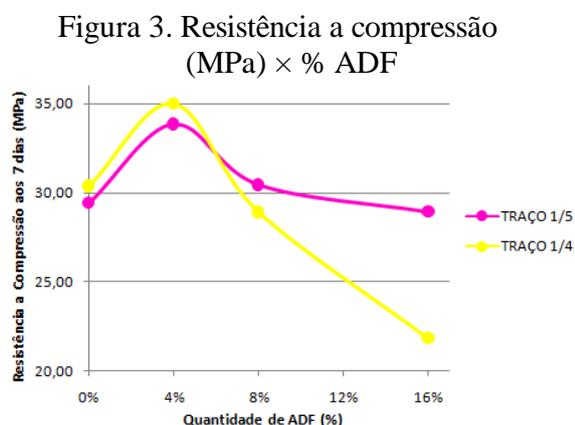
2.6. Resistência a compressão.

Os ensaios de resistência a compressão foram realizados aos 07 dias de cura possuindo como referência a norma NBR 5739 (1994).

Os corpos-de-prova foram submetidos ao capeamento devido ao fato da ultima camada de adensamento receber menos golpes, ficando irregular. Utilizou-se também placas de neoprene em ambas as faces para distribuir de maneira mais uniforme a carga.

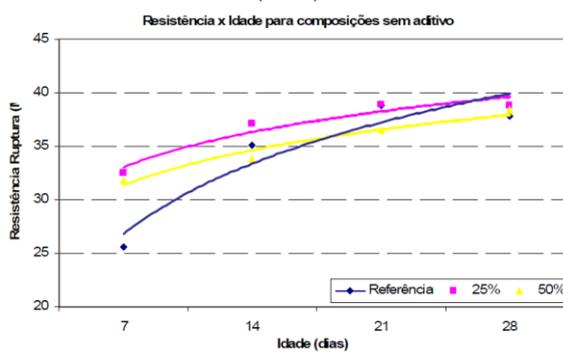
Em função do curto prazo de tempo, alguns corpos-de-prova do traço 1:4 não foram capeados, por consequência acabaram apresentando resultados inferiores aos desejados.

Os resultados obtidos no ensaio estão representados na figura 3.



Analisando a figura 3, podemos verificar que somente o traço 1:4 com 4% de ADF em substituição de areia natural conseguiu alcançar a resistência desejada de 35 MPa aos 7 dias. O restante obtiveram valores próximos, o que nos indica que os mesmos podem vir alcançar e até ultrapassar a resistência desejada com maior idade. O semelhante ocorreu com FOGUESATTO (2007) em seu trabalho, aos 07 dias sua resistência era inferior a de dosagem, porém aos 21 dias haviam ultrapassado os 35 MPa, como mostra a figura 4.

Figura 4. Resistência ruptura (MPa) × Idade (dias)



Fonte: FOGUESATTO (2007)

Avaliando os traços (figura 3), podemos notar que o traço 1:5 apresenta pouca variação nos resultados de resistência à compressão encontrados com relação aos diferentes teores de ADF, ou seja, os valores são próximos e lineares. O mesmo não ocorreu com o traço 1:4 devido ao fato de que os corpos-de-prova das amostras com teores de ADF igual a 8% e 16% em substituição de AN não terem sido capeados, alterando a área de contato e gerando uma resistência inferior aos capeados.

Conforme apresentado na figura 3, pode-se verificar que aos 07 dias, para o traço 1:4, os corpos-de-prova que possuem teor de ADF igual a 4%, e para o traço 1:5, com teor de ADF igual a 4% e 8% em substituição da AN apresentam resistência superior ao traço de referência que possui somente AN. Esse fato também foi relatado por FOGUESATTO (2007) em seu estudo, ele afirma que essa diferença diminuiu conforme aumenta a idade

de rompimento dos corpos, como pode ser visto na figura 4.

2.7. Autorizações/Reconhecimento

Eu Aline Baruffi autorizo publicar o conteúdo desse trabalho.

Agradecimentos

Agradeço aos laboratoristas do CETEC pelo auxílio e apoio no desenvolvimento dessa pesquisa, a empresa Stara por ceder a ADF, a brita Farroupilha e a UPF.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos por meio do ensaio de compressão pode-se concluir que, nas proporções ensaiadas, 0%, 4%, 8% e 16% de ADF em substituição de AN para ambos traços 1:5 e 1:4, ocorre pouca variação na resistência, sendo possível a utilização desses teores de ADF na produção de pavers, com exceção ao traço 1:4, com teores de ADF igual a 8% e 16% em substituição a AN, que deve ser reavaliado pois não apresentaram uma resistência esperada, isso se deve provavelmente ao fato de os mesmos não terem sido capeados, o que faz com que altere a área de contato, gerando uma resistência inferior ao encontrado no traço 1:5 nas mesmas proporções de ADF.

Um fator que influencia muito a resistência é a maneira como os corpos-de-prova rompem. A maioria dos corpos-de-prova apresentaram ruptura na última camada de adensamento estando em desacordo com o descrito na norma NBR 5739 (ABNT, 1994).

O traço 1:5 com teores de ADF igual a 4% e 8% apresentaram no 7º dia uma resistência superior ao traço de referência que possui 100% de areia natural. O mesmo ocorreu para o traço 1:4 com 4% de ADF, esse foi o único que atingiu a resistência desejada 35MPa.

3. REFERÊNCIAS

ABIFA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO. Voges dá novo destino à areia de fundição. **ABIFA**, jul 2012, São Paulo.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 7182**: Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NM 53**: Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADA E RODAGEM.

DNER-ME 084: Agregado Miúdo – determinação da densidade real. 03p. 1995

_____. **DNER-ME 085**: Material Finamente Pulverizado – determinação da massa específica real. 04p. 1994

_____. **DNER-ME 194**: Agregados – determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. 04p. 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: 274p. 2006.

FOGUESATTO, A.F. **Estudo de Utilização de Areia Residual do Processo de Fundição como agregado para concreto**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2007.

OLIVEIRA, A.L. **Contribuição para dosagem e produção de peças de concreto para pavimentação**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.