

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS MINERAIS COMO ADIÇÃO PARA CONCRETO E AVALIAÇÃO DA POROSIDADE

Cláudia Márcia Canazart², André Luís de Oliveira Júnior³, Maxwell Diego Antão da Rocha⁴, Alex de Freitas Bhering Cardoso⁵, Klinger Senra⁶

Resumo: *O Desenvolvimento Sustentável tem se tornado alvo cada vez mais frequente de debates da sociedade moderna. Indústrias como a construção civil e a mineração são as principais geradoras de resíduos no Brasil e a forma como esses resíduos são descartados é preocupante. O objetivo desse trabalho é estudar a utilização de resíduos minerais resultantes do beneficiamento de rochas ornamentais e que possuem elevada dureza. Para isso foram analisados três traços contendo diferentes porcentagens de substituição do Cimento Portland pelo resíduo mineral (5%, 10%, 20%), além de um traço sem adição mineral utilizado como referência. Foram realizados ensaios de compressão nas idades de 3, 7, 28 e 63 dias e ensaio de absorção de água após 28 dias de moldagem. Os resultados obtidos demonstram que a substituição do cimento por resíduo mineral gera uma perda de capacidade de carga no concreto. A resistência aumenta com o decorrer do tempo, porém não alcança o resultado esperado aos 28 dias de idade.*

Palavras-chave: *Desenvolvimento Sustentável Resistência, Absorção.*

Introdução

No Brasil são geradas cerca de 450 milhões de toneladas de entulho a cada ano, em que as principais fontes são a construção civil e a mineração. Desse volume, aproximadamente 165.000 toneladas são provenientes do corte

2Graduanda em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: claudiacanazart@yahoo.com.br

32Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: oliveiraandre66@yahoo.com.br

4Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: maxwell.rocha@outlook.com

5Professor do curso de Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: alexfbcardoso@gmail.com

6Professor do curso de Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: klingers15@hotmail.com

do granito, rocha de grande valor econômico, utilizada principalmente com finalidade ornamental. Porém rochas como o granito, mármore, e outras, tem elevada resistência permitindo emprego na construção com outros propósitos.

Em contrapartida a própria construção civil é o setor com um dos maiores potenciais de reaproveitamento de resíduos. Os resíduos minerais podem ser empregados como adição de produtos já existentes ou para criar materiais alternativos. Segundo Metha e Monteiro (1994) o emprego de aditivos minerais no concreto promove melhorias em seu desempenho, incluindo resistência à fissuração térmica devido ao baixo calor de hidratação, e redução da permeabilidade por refinamento dos poros, além de durabilidade a ataques químicos, como águas sulfatadas e expansão álcali-agregado.

A finura das adições minerais influenciam principalmente na porosidade, uma vez que reduz o volume de vazios, gerando melhorias na coesão, redução na segregação e exudação. Segundo Metha e Monteiro (1994), adições minerais em concretos influenciam na resistência final devido a maior quantidade de silicato de cálcio formada, podendo reduzir a porosidade na matriz e na zona de transição.

O estudo apresentado nesse trabalho analisa o desempenho de concretos contendo adições minerais, submetidos a ensaios mecânicos de compressão e ensaios de absorção de água. Os ensaios de compressão foram realizados no 3º, no 7º, no 28º e no 63º dia de moldagem com o objetivo de avaliar o efeito das adições minerais sobre a capacidade de carga no decorrer do tempo. Os ensaios de absorção de água foram realizados no 28º dia de moldagem afim de verificar a influência das adições minerais na porosidade dos concretos.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Materiais de Construção Civil da UNIVIÇOSA. O concreto foi coletado de acordo com a norma técnica ABNT NBR NM 33:1998 que indica o procedimento a ser feito para a preparação de amostras de concreto fresco.

Para compor o concreto de referência foi utilizado um traço de cimento, areia e brita de 1:2:2, respectivamente. O cimento utilizado foi o Cimento Portland CP II E 32 da marca Votoran, cuja massa específica é 3g/cm^3 . A

areia utilizada foi a areia natural quartzosa, a qual apresenta dimensão máxima característica de 4,8mm e módulo de finura de 2,66, determinados através do ensaio de composição granulométrica especificado na NBR NM 248.

O agregado graúdo utilizado foi a Brita 1 Arcósica, que possui absorção de 0,4% e massa específica saturada superfície seca de 2714 kg/m³, tendo sido classificado através da NBR NM 52 em termos de absorção e massa específica saturado superfície seca. Para a determinação da massa unitária e da composição granulométrica, a brita foi submetida aos ensaios descritos na NBR NM 45 e na NBR NM 248 obtendo como resultados 1,36kg/dm³ para a massa unitária, dimensão máxima característica de 19mm e módulo de finura de 6,91.

O resíduo mineral foi coletado em pilhas de resíduos de rochas na Marmoraria da Raza localizada na Rua João Alves de Oliveira, 1211- Bairro Triângulo em Ponte Nova- MG (Empresa de corte e beneficiamento de rochas ornamentais como mármore, granito e ardósia. O quantitativo de resíduos minerais gerados na empresa não foi informado), segundo a NBR NM 26 que estabelece o procedimento para amostragem de agregados, incluindo amostras representativas para concretos destinados a ensaios de laboratório. O resíduo mineral in natura foi peneirado na peneira 20 (malha de 0,84 mm), sendo que ficaram retidos nela, aproximadamente 10% da amostra total. Em seguida passou pelo processo de secagem em estufa. Para averiguar a possibilidade de utilizar esse resíduo como adição no concreto, foi realizado um ensaio de finura, descrito pela NBR 11579/2012, apresentando resultado positivo para este fim. A massa específica foi determinada por meio do frasco de Le Chatelier, seguindo a NBR NM 23 e obtendo massa específica de 2,70 g/cm³

Foram realizados quatro experimentos, incluindo o traço de referência, e três outros traços contendo 5%, 10% e 20% de substituição do cimento por resíduo mineral. Para cada experimento foram moldados dez corpos-de-prova cilíndricos com volume de 1570,8 cm³ de concreto em cada corpo-de-prova, sendo dois para serem rompidos após três dias da moldagem, dois para serem rompidos após sete dias da moldagem, dois para serem rompidos após vinte e oito dias da moldagem, dois para serem rompidos após sessenta e três dias da moldagem e dois para avaliar a absorção. O ensaio de absorção foi realizado após trinta e quatro dias da moldagem de acordo com a NBR 9778/2009.

Resultados e Discussão

A tabela 1 a seguir apresenta os resultados dos ensaios de compressão de acordo com a norma ABNT NBR 7222/94 nas etapas de cura consideradas no experimento para cada traço estudado:

TABELA 1 – Valores de resistência encontrados como resposta para os testes de compressão dos ensaios realizados com os diferentes traços ao longo do processo de cura.

Idade (dias)	Resistência à Compressão do Concreto (Mpa)			
	Referência	5% de substituição	10% de substituição	20% de substituição
3	12,121	10,155	10,349	8,237
3	11,841	11,138	10,258	8,142
7	23,023	20,541	18,156	14,349
7	22,717	20,392	18,092	14,050
28	33,724	31,829	26,467	22,651
28	34,67	32,000	27,494	22,766
63	38,401	34,827	31,121	27,53
63	37,670	34,385	30,785	25,860

Como é possível observar na tabela 1, o concreto de referência obteve melhor resultado que os demais traços, ultrapassando a resistência esperada aos 28 dias. O traço contendo apenas 5% de substituição do cimento pelo resíduo mineral também alcançou essa resistência aos 28 dias, porém em apenas um dos corpos-de-prova moldados, no entanto, não obteve nenhuma margem de segurança (apresentou resistência de exatamente 32MPa, como indicado na embalagem do fabricante). Já aos 63 dias de moldagem, a resistência apresentada foi superior à esperada, atingindo cerca de 34MPa. Os traços contendo 10% e 20% de resíduo mineral não obtiveram resultados satisfatórios nem mesmo após 63 dias de cura.

Os resultados do ensaio de absorção de água por imersão estão apresentados na tabela 2, a seguir:

TABELA 2 – Valores de absorção de água (em %) obtidos no ensaio de absorção de água por imersão.

Traço	Absorção (%)
Referência	4,3
5%	5,1
10%	5,5
20%	2,9

Em relação ao ensaio de absorção, os traços contendo menores porcentagens de pó mineral apresentaram valores maiores e o traço contendo 20% obteve o menor resultado, inclusive em comparação com o traço de referência.

Conclusões

A adição de resíduos minerais na composição de concretos resultou na perda de resistência destes. Quanto maior a porcentagem de substituição do Cimento Portland por pó mineral, menor foi a capacidade de carga do concreto resultante.

Adições inferiores a 5% podem apresentar resultado satisfatório, uma vez que o traço de 5% aproximou-se significativamente do valor esperado. Levando em consideração o volume de cimento utilizado nas obras, mesmo as pequenas substituições resultariam em uma redução de custo relevante, já que o resíduo mineral é na maioria das vezes descartado pelas marmorarias, podendo ser obtido gratuitamente.

Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 23: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, Maio de 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 26: Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro, Maio de 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 33: Amostragem de

Concreto Fresco. Rio de Janeiro, Fevereiro de 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, Abril de 2006.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 52: Agregado miúdo-Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, Julho de 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7222/94: Concreto. Determinação da resistência à tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 1994.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11579/2012: Cimento Portland – Determinação da Finura por meio da peneira 75 μ m (nº 200). Rio de Janeiro, 2012.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos -Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro. Março de 1987.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo: Ibracon, 2008.