



ANÁLISE DO CONCRETO DESTINADO À FABRICAÇÃO DE PAVERS UTILIZANDO O RESÍDUO DE MÁRMORE

Manoel Domiciano Dantas Filho (*), Amanda Maria Felix Badú, Fellipe Dalyson Gadelha Silva, Saul Barbosa Guedes, Yago Wiglife de Araújo Maia.

* Universidade Federal de Campina Grande, manoeffilho97@gmail.com.

RESUMO

A utilização do mármore nos diversos setores da construção civil tem gerado um expressivo volume de resíduos durante o processo de extração e beneficiamento. O presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade do reaproveitamento do resíduo do mármore ao ser utilizado como agregado miúdo parcial do concreto para produção de pavers. Foram avaliadas as características físicas do resíduo e dos materiais do concreto, em seguida foi definido o traço de referência pelo método da ABCP considerando a resistência característica mínima à compressão de 35 MPa. Foi realizada a substituição do agregado miúdo pelo resíduo nas percentagens de 10%, 20%, 30%, 40% e 50%. Posteriormente foram analisadas as resistências à compressão simples do concreto de acordo com ABNT NBR 5739/2018 e absorção de água por imersão de conforme a ABNT NBR 9778/2009. Avaliando os resultados com sete dias de cura do concreto observou-se que os valores de resistência à compressão diminuíram e os valores de absorção de água cresceram com aumento do teor de resíduo. Os traços com substituição de 10%, 20% e 30% obtiveram resistência superior a 35 MPa e absorção de água menor que 6% tornando, portanto, viável a aplicação destes concretos na produção dos pavers.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto, agregado reciclável, piso intertravado.

ABSTRACT

The use of marble in various sectors of civil construction has generated a significant volume of waste during the extraction and processing process. This study aimed to analyze the feasibility of reuse of marble waste when used as partial fine aggregate of concrete for the production of pavers. The physical characteristics of the residue and of the concrete materials were evaluated, then the reference trace was defined by the ABCP method considering the minimum characteristic compressive strength of 35 MPa. The fine aggregate was replaced by the residue in the percentages of 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. Subsequently, the compressive strengths of the concrete were analyzed according to ABNT NBR 5739/2018 and water absorption by immersion according to ABNT NBR 9778/2009. Evaluating the results with seven days of curing of the concrete it was observed that the values of compressive strength decreased and the values of water absorption grew with increased content of waste. The traces with substitution of 10%, 20% and 30% obtained resistance higher than 35 MPa and water absorption lower than 6%, thus making the application of these concretes in the production of the pavers feasible.

KEY WORDS: Concrete, recyclable aggregate, interlocked floor

INTRODUÇÃO

Os pavers são peças de concreto pré-moldadas cada vez mais utilizadas em projetos de pavimentação de diferentes vias de tráfego. Desde 1960, o paver tem sido bastante empregado na Europa e Ásia, atualmente a Alemanha é o maior produtor destes pré-moldados, e os países como Inglaterra e Nova Zelândia são os maiores consumidores. Estas peças possuem diversos formatos, tamanhos cores e recursos que proporcionam o ganho de resistência estrutural do pavimento (FERNANDES, 2016).

O concreto é o principal material da construção civil, sua importância se dá devido às diversas aplicações que ele possui principalmente como elemento estrutural. Seu grande consumo acarreta agressões significativas ao meio ambiente, com a expressiva extração de areia dos leitos dos rios e as emissões de gases e grande consumo de energia na produção do cimento.

O mármore é uma rocha metamórfica proveniente da transformação físico-química sofrida pelo calcário, quando submetido a elevadas temperaturas e pressões. O nível metamórfico atrelado com a composição química do mineral define as variadas cores e texturas que a rocha possui, bem como a suas características físicas e mecânicas, fazendo assim um material rentável para a indústria de rochas ornamentais (VIDAL, AZEVEDO e CASTRO, 2014).



As Rochas ornamentais como o mármore, são bastante utilizadas na construção civil, em muitos casos substituindo outros materiais, principalmente em detalhes construtivos como acabamento e pisos. E com o avanço da tecnologia a exploração e o consumo das rochas ornamentais cresceram exponencialmente. Estimou-se que a produção brasileira de rochas ornamentais em 2017 foi de 9,24 milhões de toneladas (ABIROCHAS, 2018).

O processo de fabricação do produto final do mármore é dividido em duas etapas: lavra, beneficiamento primário e secundário. O beneficiamento secundário é precedido pelo acabamento da superfície do material e ele pode seguir dois caminhos, corte em ladrilhos em grande escala ou a utilização em serviços de marmoraria (VIDAL, AZEVEDO e CASTRO 2014). Os serviços de marmoraria atendem a uma demanda mais específica de produtos, isto é, caracteriza-se pelos trabalhos que requer acabamentos elaborados, originando assim volumes altos de sobras desse material, que são descartados sem nenhum controle, agredindo o meio ambiente consideravelmente.

Dessa forma, analisando a demanda das peças de concreto para pavimento intertravado, os problemas provocados pela extração da areia para produção de concreto e geração de grandes volumes de resíduos na fabricação do mármore, este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade para utilização do concreto destinado na fabricação de pavers utilizando o resíduo do mármore como agregado miúdo parcial do, analisando o desempenho do concreto através dos ensaios de resistência à compressão e absorção de água.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade para utilização do concreto destinado na fabricação de pavers, utilizando o resíduo do mármore como agregado miúdo parcial, analisando o desempenho do concreto através dos ensaios de resistência à compressão e absorção de água.

METODOLOGIA

Com a finalidade de alcançar os objetivos desta pesquisa, realizou-se caracterização física dos materiais utilizados, produção e avaliação do concreto de referência para as substituições e por fim, produção e avaliação do concreto com as substituições do resíduo do mármore.

Os materiais utilizados neste trabalho foram:

- Aglomerante: Cimento CP V – ARI;
- Agregado miúdo natural: areia média;
- Agregado miúdo reciclado: resíduo do mármore proveniente das marmorarias do município de Pombal-PB;
- Agregado graúdo: composto de brita 0;
- Água, proveniente da rede de abastecimento de água do estado da Paraíba.

Para caracterização dos materiais que compõem o concreto foram realizados os ensaios descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Ensaios de caracterização realizados.

Fonte: Autor do Trabalho.

Ensaios	Norma
Composição Granulométrica	NBR NM 248/2003
Massa Unitária dos agregados	NBR NM 45/2006
Massa Específica dos agregados graúdos	NBR NM 53/2010
Massa Específica dos agregados miúdos	NBR NM 52/2009
Finura do cimento	NBR 11579/2013

Definiu-se o traço utilizado como referência para as substituições da areia e em seguida foram confeccionados seis corpos de prova, cujas dimensões dos moldes são de 100 milímetros de diâmetro e 200 milímetros de altura, os processos de produção, moldagem e cura do concreto conforme as recomendações da ABNT NBR 5738/2015. Após sete dias de cura do concreto foram realizados o ensaio de resistência à compressão de acordo com ABNT NBR 5739/2018 e absorção de água conforme a ABNT NBR 9778/2009.

Em sequência, foram realizados os mesmos procedimentos para avaliação do concreto com a substituição do agregado miúdo convencional pelo resíduo do mármore, sendo os percentuais de substituição de 10%, 20%, 30%, 40% e 50%.

RESULTADOS

Foi realizado o ensaio de granulometria de todos os agregados utilizados neste trabalho, A Figura 1 apresenta a curva granulométrica da areia e do resíduo do mármore, bem como limites das zonas utilizáveis determinadas pela ABNT NBR 7211/2009.

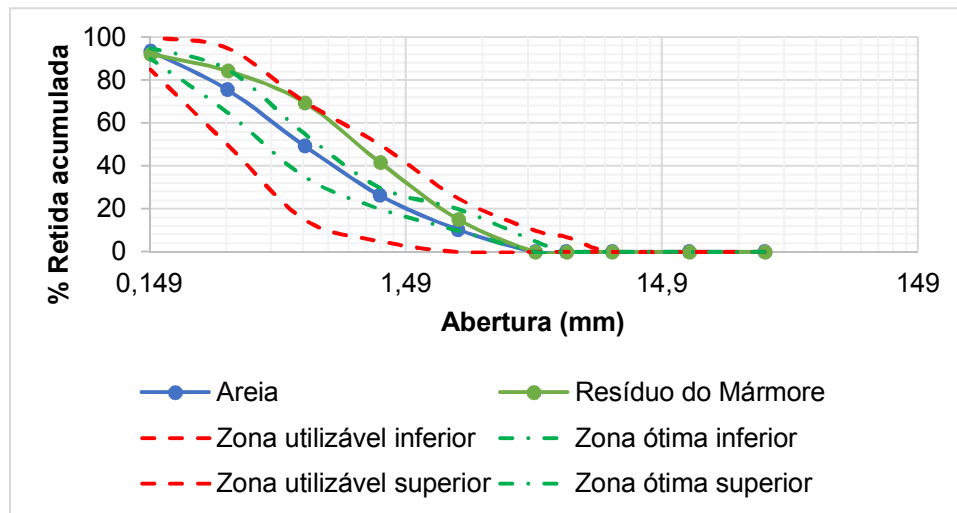


Figura 1: Curva Granulométrica da Areia. Fonte: Autor do Trabalho.

A areia enquadrou-se na zona ótima, apresentando uma boa distribuição granulométrica, com a presença de grãos de variados tamanhos, fazendo com que a mistura apresente menor índice de vazios já que os grãos menores presentes ocupam os espaços entre os grãos maiores, proporcionando uma diminuição no consumo de cimento para produção de concreto.

A curva do resíduo apresentou um comportamento diferente da areia, resíduo do apresenta teores maiores de grãos grossos comparando-se com a areia utilizada, todavia o mesmo possui uma boa variação de tamanho, se encaixando dentro da zona utilizável superior, o que torna viável a sua utilização como agregado miúdo.

A granulometria da brita ficou dentro do limite estabelecido pela ABNT NBR 7211/2009, viabilizando o seu uso como agregado graúdo para o concreto. Para Mendes (2002), uma boa distribuição granulométrica do agregado graúdo influencia positivamente na trabalhabilidade do concreto, bem como na sua estabilidade volumétrica e resistência mecânica, a Figura 2 apresenta a curva granulométrica da brita 0.

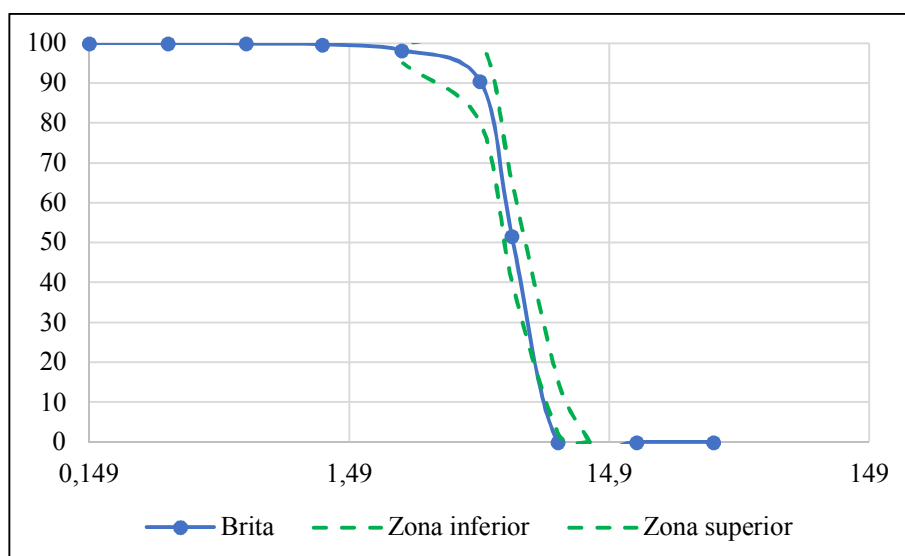


Figura 2: Curva Granulométrica da Brita 0. Fonte: Autor do Trabalho.

A massa unitária dos agregados foi determinada conforme a ABNT NBR NM 45/2006 da massa unitária dos agregados está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Massa Unitária dos Agregados.
Fonte: Autor do Trabalho.

Agregado	Massa Unitária (g/cm ³)
Areia	1,719
Brita 0	1,565
Resíduo do Mármore	1,754

A finura do cimento CP V foi determinada de acordo com as diretrizes da ABNT NBR 11579/2013, a Tabela 3 mostra os resultados obtidos.

Tabela 3. Finura do Cimento.
Fonte: Autor do Trabalho.

Amostra	Massa Inicial (g)	Resíduo (g)	Finura (%)
1	50,002	1,328	2,656
2	50,006	1,299	2,598
Finura Média (%)			2,627

A finura do cimento ficou abaixo do limite máximo que a norma determina (6%) para o cimento CP V.

O ensaio de resistência à compressão dos corpos de prova foi realizado de acordo com as descrições da ABNT NBR 5739/2018. A Figura 3 apresenta os valores de resistência do traço de referência e dos traços de substituições.

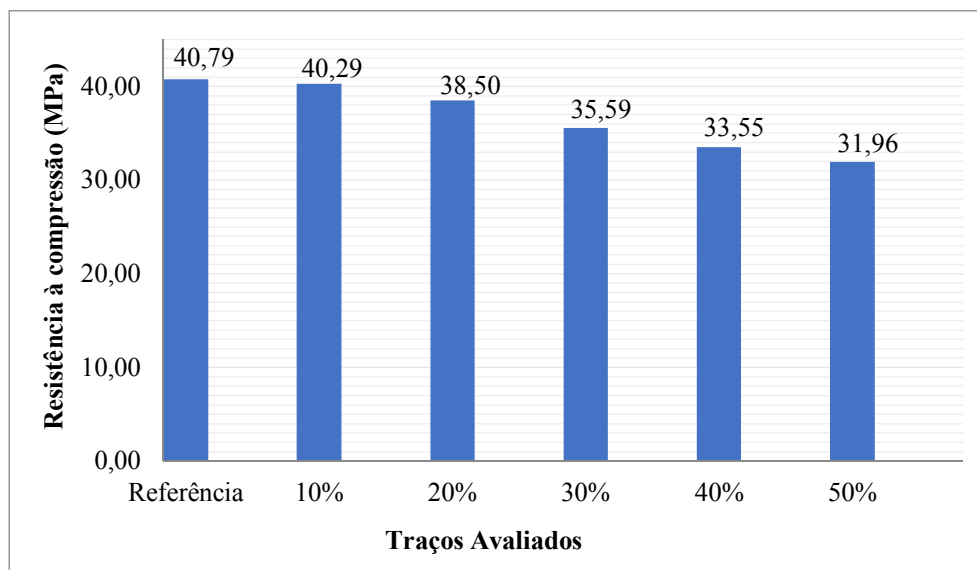


Figura 3: Resultados de resistência à compressão. Fonte: Autor do Trabalho.

Analisando os resultados percebe-se que a utilização do resíduo do mármore como substituto parcial do mármore reduz a resistência à compressão simples do concreto, isto ocorre segundo Soto (2017), porque o concreto com substituição dos agregados reciclados por agregados convencionais precisa de maior consumo de cimento para que se atinjam resistências análogas, devido os resíduos apresentarem menor resistência que a areia. Além disso, as mudanças das características físicas do agregado miúdo com as substituições também influenciam diretamente no desempenho do concreto.

A absorção de água do concreto foi determinada de acordo ABNT NBR 9778/2009, os resultados estão apresentados na Figura 4.

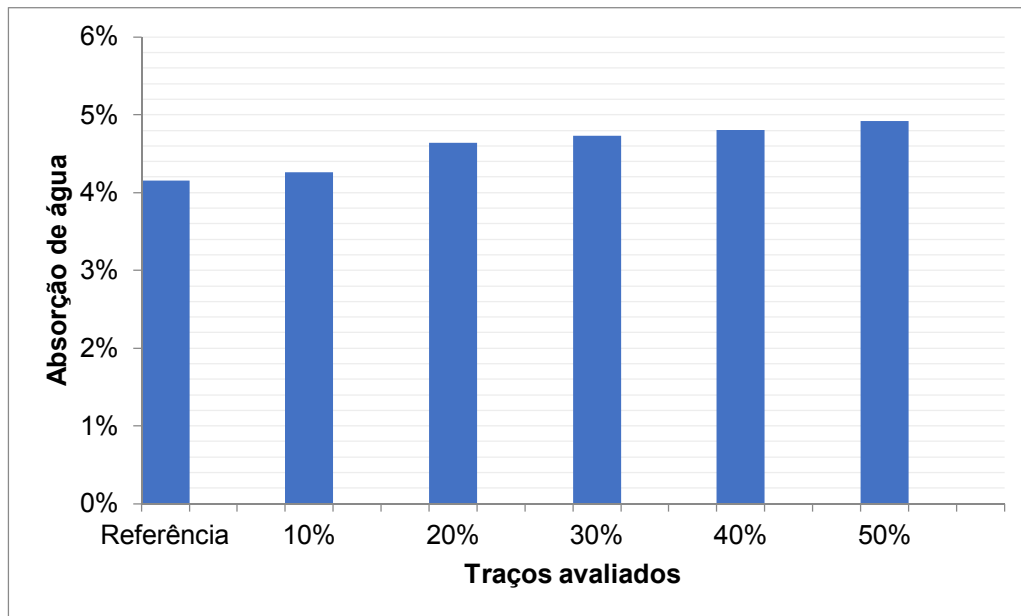


Figura 4: Resultados de absorção de água. Fonte: Autor do Trabalho.

Os resultados mostram que existe o aumento da capacidade de absorção do concreto à medida que aumenta o teor de resíduo na mistura do agregado, o que pode ser explicado pelo fato do resíduo possui partículas menos arredondadas que a areia, conferindo ao concreto maior volume de vazios, conseqüentemente, maior absorção de água.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no ensaio de granulometria da areia e do resíduo do mármore permitiram observar os comportamentos granulométricos diferentes entre os dois materiais, onde o resíduo apresentou maiores frações de grãos graúdos, porém ambos se enquadram nos limites estabelecidos pela ABNT NBR 7211/2009.

No ensaio de resistência à compressão simples os valores obtidos mostraram que houve uma tendência de redução da resistência em relação ao concreto de referência com o aumento da fração de resíduo na mistura. Assim, os traços de 40% e 50% de substituição não se enquadram nos padrões definidos pela ABNT NBR 9871/2013, atingindo resistência menor que 35 MPa.

No que se refere ao ensaio de absorção de água, o concreto de referência apresentou capacidade de absorção de água inferior aos concretos com substituições, todavia, o aumento desses valores foi muito baixo, este acréscimo foi devido ao agregado reciclado possuir maior absorção que o agregado natural. Entretanto, todos os traços avaliados apresentaram valores menores que 6%, atendendo ao requisito da norma.

Desta forma, para produção de pavers, a utilização do concreto com a substituição da areia pelo resíduo do mármore nas proporções de 10%, 20% e 30% é considerada viável, apresentando-se como uma solução ambiental adequada para destinação final do rejeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIROCHAS – Associação Brasileira de rochas ornamentais. **Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais**. Brasília, 2018. 34 p.
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11579**: Cimento Portland – Determinação da Finura por Meio da Peneira 75 µm (nº 200). 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013, 4p.
3. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de Prova. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015, 9p.



4. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5739:** Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018, 9p.
5. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7211:** Agregados para Concreto– Especificação. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2009, 9p.
6. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9781:** Peças de Concreto para Pavimentação - Especificação e Métodos de Ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 21 p.
7. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 248:** Agregados - Determinação da Composição Granulométrica. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2003, 6p.
8. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR NM 45:** Agregados – Determinação da Massa Unitária e do Volume de Vazios. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2006, 8p.
9. FERNANDES, I. **Blocos e Pavers: Produção e Controle de Qualidade.** 7. ed. Ribeirão Preto: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2016. 200 p.
10. MENDES, S. E. S. **Estudo experimental de concreto de alto desempenho utilizando agregados graúdos disponíveis na região metropolitana de Curitiba.** 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
11. SOTO, N. T. A. **Avaliação do uso de agregado de resíduo de construção civil nas propriedades do concreto no slump para fabricação de artefatos de concreto.** 2017. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.
12. VIDAL, F. W. H., AZEVEDO, H. C. A., CASTRO, N. F. **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento.** Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700p. A anotação das referências bibliográficas deve estar de acordo com a norma da ABNT: NBR-6023 (2002).