

## **ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE CONCRETOS COM AGREGADOS RECICLADOS NA EXECUÇÃO DE CALÇADAS**

Igor Almeida Muniz<sup>1</sup>, Tiago Ferreira Campos Neto<sup>2</sup>

### **Resumo**

Este trabalho tem o objetivo de avaliar a viabilidade de utilização de concretos com agregados reciclados provenientes de concretagens e blocos de concreto para a execução de calçadas, apresentando avaliações das propriedades mecânicas dos concretos e análises de requisitos mínimos de construção para calçadas. A reutilização de tais resíduos colabora com a sustentabilidade aplicada à construção civil e, provando ser viável, pode vir a contribuir para a qualidade de vida dos cidadãos, pois a Prefeitura Municipal de Rio Verde pode inserir esse método em seu código de obras, gerando contribuições de IPTU com descontos ou algum outro benefício e estimulando a sociedade a pensar na devida destinação final desses resíduos e na qualidade de vida das futuras gerações.

**Palavras-chave:** Concretos com agregados reciclados. Calçadas. Propriedades mecânicas. Sustentabilidade.

### **Introdução**

A construção civil é um dos setores econômicos mais responsáveis pelo consumo de recursos naturais e geração de resíduos. As atividades que são relacionadas ao uso do concreto, desde a produção até a sua demolição, desempenham um papel primordial no setor. Segundo Diniz (2009), o concreto é um dos materiais da construção civil mais consumido no mundo. Para garantir esses níveis de consumo de concreto são necessárias quantidades equivalentes de materiais que, nos processos tradicionais, são recursos naturais limitados e não renováveis, como cascalho, areia e outros tipos de agregados, principalmente de pedreiras. O destino desses resíduos é atualmente uma das maiores dificuldades e preocupações dos setores de construção, dados os altos custos de despejo, transporte e a escassez de locais apropriados para receber esses materiais (BRITO; ROBLES, 2010).

O estudo de implantação de novas tecnologias, ou da utilização de alternativas construtivas já existentes, que presam pela sustentabilidade na construção de edificações, questões ambientais e a diminuição do consumo dos recursos terrestres têm permeado discussões no meio técnico nas últimas décadas. Uma das alternativas tecnológicas é o uso de agregados reciclados obtidos pela reciclagem dos resíduos de construção e demolição ou de algum outro resíduo que tenha condições de ser utilizado no concreto. O RCD é

---

<sup>1</sup> [almeidaeng2012@gmail.com](mailto:almeidaeng2012@gmail.com), Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil.

<sup>2</sup> [tiagocampos@unirv.edu.br](mailto:tiagocampos@unirv.edu.br), Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil.

constituído por fragmentos de concretos, argamassas, cerâmicas e outros materiais secundários, obtidos pela britagem e outras operações de descontaminação (ÂNGULO; FIGUEIREDO, 2011).

O RCD foi utilizado pela primeira vez na Alemanha, considerando a necessidade de reconstruírem-se as cidades completamente destruídas pela 2ª Guerra Mundial (LEVY, 2001). Diversos métodos de utilização do RCD já foram realizados em âmbito internacional e nacional. Na Alemanha existem milhares de unidades móveis e usinas fixas de reciclagem, já no Brasil o número é inferior. O tipo de aplicação do agregado reciclado em ambos os países não é diferente. Buscam a utilização dos resíduos de construção e demolição em diversos materiais de construção, como o concreto. Zordan (1997), após realizar ensaios de resistência à compressão, abrasão e permeabilidade em concretos produzidos com agregados reciclados, considerou que estes podem ser utilizados na fabricação de blocos para calçamento e blocos para alvenaria sem função estrutural.

De forma a contribuir com estudos nessa área, este trabalho tem o objetivo de analisar a viabilidade de utilização de concreto com agregado reciclado na execução de calçadas, por meio da avaliação de propriedades mecânicas (compressão, tração, tração na flexão, módulo de elasticidade), atendendo aos requisitos mínimos indicados para calçadas e propondo técnica para gerenciamento de resíduos.

### **Material e métodos**

O cimento utilizado nos ensaios de caracterização foi o CP-II-F-40, cujas especificações são dadas pela NBR 11578 (ABNT, 1997). Foram realizados os ensaios de determinação da finura da superfície específica regulamentados pela ABNT NBR 11579:2012, ABNT NBR Mb 3432:2002, e ABNT NBR 76:1998.

Para a substituição do agregado miúdo foi utilizada areia artificial por meio de processos de britagem que atende os requisitos especificados pela ABNT NBR 7211:2009. Foram realizados os ensaios de Massa unitária e específica de acordo com a ABNT NBR 11579:2012 e NM 45:2006, o ensaio de massa específica cuja especificação é dada pela ABNT NBR NM 52:2009, a composição granulométrica que determinou os grãos do agregado miúdo através dos ensaios realizados de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003, com peneiras definidas pela ABNT NBR ISSO 3310-1:2010. No ensaio de absorção foi avaliado o teor de umidade e absorção do agregado artificial de acordo com a ABNT NBR NM 30:2000. Foi estabelecido o método de determinação colorimétrico de impurezas orgânicas presentes no agregado artificial destinado ao preparo do concreto através da norma ABNT NBR NM 49:2001.

Para a substituição da brita como agregado graúdo serão utilizados RCD's provenientes de concretagens e alvenarias. A massa unitária desses agregados será obtida através do ensaio regulamentado pela ABNT NBR NM 45:2006. A massa específica do agregado reciclado graúdo será obtida através do ensaio regulamentado pela ABNT NBR NM 53:2009. A composição granulométrica que determinou os grãos de um dos agregados graúdos através dos ensaios realizados de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003, com peneiras definidas pela ABNT NBR ISSO 3310-1:2010. Será analisada a capacidade de absorção dos agregados graúdos reciclados através do ensaio regulamentado pela ABNT NBR NM 53:2009.

Com o objetivo de estudar a possibilidade de substituição do RCD como agregado para execução de calçadas sustentável serão realizados ensaios para comparar as resistências à compressão, à tração por compressão diametral, à tração na flexão e módulo de elasticidade do concreto com agregado reciclado. Serão dosados e ensaiados três concretos que serão diferenciados apenas pelo tipo de agregado reciclado adicionado:

- C.R.: concreto referência produzido com agregados naturais dosado de acordo com o Guia Prático para a Construção de Calçadas (ZANONI, 2014);
- C.RCD I: concreto com agregados de resíduos de concreto usinado com fck de 25 Mpa dosado com o mesmo traço do C.R;
- C.RCD II: concreto com agregados de resíduos de blocos de concreto utilizados apenas para vedação que será dosado de acordo com o concreto de referência.

Será utilizado o traço como referência especificada no Guia Prático para a construção de calçada (ZANONI, 2014), isto é, 1:3:5. Após a caracterização dos materiais, será produzido o Concreto Referência (C.R.) e, logo após, será feito o abatimento para serem moldados os corpos de prova cilíndricos para a realização dos ensaios; os corpos de prova prismáticos serão confeccionados para o ensaio de resistência à tração na flexão. Quando os corpos de prova atingirem período de 24 horas após a moldagem, serão levados para um tanque e será feito o processo de cura submersa até as datas dos ensaios. Os outros dois concretos com agregado reciclado serão produzidos seguindo o mesmo procedimento do C.R. Todos os concretos serão produzidos em uma betoneira de 70 L, sendo que os concretos com RCD passarão pelo mesmo procedimento experimental do C.R. Serão feitos os ensaios de abatimento de acordo com a ABNT NBR NM 67:1998, resistência à compressão com os corpos de provas ensaiados com concreto de agregado reciclado conforme a ABNT NBR 5739:2007, resistência à tração por compressão diametral conforme a ABNT NBR 7222:1994, módulo de elasticidade serão ensaiados três corpos de prova de

cada tipo de concreto de acordo com a ABNT NBR 8522:2008, resistência à tração na flexão serão ensaiados dois corpos de prova prismáticos conforme a ABNT NBR 12142:2010.

## Resultados e discussão

A pesquisa ainda está em desenvolvimento e como resultados preliminares podem ser apresentados os dados referentes às caracterizações dos materiais realizadas no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade de Rio Verde. O cimento apresentou massa específica igual a  $3,03 \text{ g/cm}^3$  e área específica igual a  $448,82 \text{ m}^2/\text{kg}$ , sendo maior do que  $280,0 \text{ m}^2/\text{kg}$  estabelecidos na ABNT NBR 11578:1997.

Tendo que a areia natural e a brita serão utilizadas na produção do C.R. e o pó de brita será utilizado nos outros concretos, os dados obtidos na caracterização desses materiais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização dos materiais do concreto C.R.

	Areia natural	Brita	Pó de brita
<b>Massa específica (<math>\text{g/cm}^3</math>)</b>	2,71	2,88	2,91
<b>Massa unitária (<math>\text{g/cm}^3</math>)</b>	1,61	1,62	1,63
<b>Absorção (%)</b>	0,10	15,96	1,61
<b>Módulo de finura</b>	2,16	-	2,58
<b>Impurezas orgânicas (ppm)</b>	300	-	< 100
<b>Dimensão máxima característica (mm)</b>	-	9,5	-

Fonte: Próprio autor, 2017.

A areia natural apresentou módulo de finura dentro dos parâmetros da zona utilizável inferior e impurezas orgânicas dentro dos limites estabelecidos na ABNT NBR 7211:2009, bem como o pó de brita que apresentou valor dentro dos parâmetros da zona ótima e baixo teor de impurezas orgânicas.

## Conclusões

A destinação dos resíduos produzidos pela construção civil, quando descartados de forma inadequada, podem gerar vários prejuízos ambientais. A reutilização de tais resíduos contribui para aplicação da sustentabilidade na construção civil e a busca por um produto que pudesse utilizar esses materiais, poucas vezes aproveitados, faz a sociedade repensar valores socioambientais. Dessa forma, o material agregado originado da moagem, utilizado para a produção do concreto na execução de calçadas, seria uma opção possível e com favorável relação custo-benefício.

Assim, pode-se ainda indicar que a Prefeitura Municipal avalie a possibilidade de inserir este projeto como um complemento ao seu Código de Obras (Lei 3.636/98), propondo como parte obrigatória do sistema de gerenciamento de resíduos da construção no município, o aproveitamento de resíduos de construção e demolição na execução de calçadas por construtoras e indivíduos quaisquer, gerando descontos em contribuições públicas ou algum outro benefício e estimulando a sociedade a pensar na qualidade de vida das futuras gerações.

## Referências

ÂNGULO, S. C.; FIGUEIREDO, A. D. Concreto com agregado reciclado. In: ISAIA, G. C. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011. 1731-1768.

BRITO, J. de; ROBLES, R. Recycled aggregate concretes methodology for estimating its long term properties. Indian J Eng Mater Sci, v. 17, n. 6, p. 449-462, 2010.

DINIZ, J. Z. F. Personalidade Entrevistada. Revista Concreto, São Paulo, n. 53, jan./fev. 2009. p. 8-11. (Entrevista).

LEVY, S. M. Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduos de concreto e alvenaria. 2001. 184p. Tese (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ZORDAN, S. E. A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto. 1997. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

ZANONI, V. A. G. Guia prático para a construção de calçadas. 2.ed. Mato Grosso do Sul: CREA/MS, 2014. Disponível em:  
<[http://www.sindusconms.com.br/guia\\_calcada/guia\\_calçadas.pdf](http://www.sindusconms.com.br/guia_calcada/guia_calçadas.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2017.