

# **INFLUÊNCIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO PREDIAL NAS PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO E ENDURECIDO**

**NUNES**, Wesley Carlos<sup>1</sup> ; **FIGUEIREDO**, Enio José Pazini<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** Agregados reciclados, concretos com RCD, RCD, resíduos de construção.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os resíduos sólidos gerados pelas construções no Brasil têm preocupado as autoridades austeras das diversas esferas governamentais, sobretudo quanto aos efeitos indesejáveis que estes resíduos provocam ao meio ambiente. A deposição destes materiais em áreas urbanas raramente obedece a um critério balizado sob condições técnicas apropriadas, ou seja, o entulho de resíduos sólidos, proveniente das construções, não sofre as devidas e adequadas ações alicerçadas em técnicas de gestão, gerenciamento e planejamento. Sabe-se muito bem, que a produção destes resíduos, provenientes da construção civil, provoca alterações no meio ambiente, o que ocorre durante todas as etapas construtivas das obras, bem como durante a vida útil das edificações pelas necessárias manutenções, reformas ou demolições.

A participação dos resíduos de construção em relação ao total dos resíduos sólidos urbanos, em massa, chega a valores de 50% a 80% nas cidades de grande e médio porte no Brasil, de acordo com Pinto (1997 apud LATTERZA, MACHADO JR, 2003, p. 28). Desta forma, os problemas se caracterizam principalmente devido à falta de locais para deposição destes resíduos, que são clandestinamente descartados em terrenos baldios, nas margens de pequenos cursos de água e ao longo de vias públicas da periferia (LATTERZA; MACHADO JR, 2003, p. 28). Assim, a degradação ambiental decorrente desta prática causa elevados custos econômicos em medidas de saneamento. Além disso, velhos aterros estão sendo rapidamente preenchidos e locais para a implantação de novos estão se tornando cada vez mais escassos e afastados das cidades.

O resíduo das atividades de construção e demolição apresenta-se como um dos principais problemas nas áreas urbanas, pois a geração e descarte inadequado causam diversos impactos ambientais, sociais e econômicos. O desenvolvimento e implantação de tecnologias adequadas, que busquem a redução, reutilização e reciclagem do resíduo da construção, passam a ser as soluções para estes problemas urbanos (CARNEIRO et al., 2001).

### **1.1. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TEMA**

Visando vantagens ambientais, econômicas e sociais, a reciclagem de materiais residuários provenientes da construção civil vem despertando interesses nos mais diversos segmentos da sociedade, sobretudo nos pesquisadores impulsionados pela relevância sócio-econômica do tema. Os resíduos produzidos pelas obras de construção civil geram volumes consideráveis que, por sua vez, são causadores de sérios problemas ao meio ambiente e às administrações públicas

municipais. Este volume significativo de entulho provoca custos adicionais às prefeituras, tais como transportes aos locais de deposição, preparo de novas áreas adequadas ao acondicionamento e manutenções em sistemas de saneamento, ocasionadas por deposições naturais e indesejáveis destes materiais residuários.

Um outro problema que a construção civil vem experimentando é a falta de matéria-prima (materiais naturais), como agregados para a produção de concretos. As areias de rio e britas provenientes de jazidas naturais, tradicionalmente utilizadas para a produção dos concretos estruturais ou não, estão cada vez mais escassas, além de ser também um problema ambiental a extração destes materiais.

A disponibilidade de agregados naturais com propriedades satisfatórias tem-se tornado crítica em muitas áreas urbanas, e as distâncias entre os depósitos de material natural e os locais de novas construções têm aumentado, ocasionando custos de transporte correspondentemente maiores (HANSEN, 1992).

Os resíduos de construção civil podem encontrar um grande número de finalidades para reutilização, desde que devidamente tratados e analisados. Segundo HANSEN (1992), uma vez que o agregado tenha sido britado, peneirado e se necessário descontaminado, pode-se encontrar aplicações destes materiais na própria indústria da construção civil.

Como afirma BROWN (1996), a utilização de concretos reciclados, pelo menos em parte como uma fonte de agregados no futuro, mostra significativo potencial. O grande desafio é estabelecer uma política de utilização desses materiais em larga escala, possibilitando assim uma redução de custos e um planejamento estratégico de sua produção, de acordo com os materiais disponíveis e as necessidades de cada região.

As pesquisas e o interesse pela reciclagem de materiais de construção têm mostrado constante evolução ao longo dos últimos tempos. É um fato que a utilização de materiais reciclados na construção civil apresenta excelentes perspectivas para o futuro. A análise da viabilidade técnica e econômica é uma questão bastante complexa, visto que os materiais, os processos de utilização e os fatores econômicos envolvidos são variáveis de acordo com cada região e com as diversas atividades da indústria da construção civil (ANDRADE et al., 2004).

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Geral**

Avaliar o comportamento de concretos produzidos com diferente taxas de substituição do agregado graúdo natural pelo agregado reciclado, proveniente de resíduos de construção (RCD)<sup>1</sup>, bem como também caracterizar o agregado graúdo reciclado de RCD, logo após seu processamento adequado (coleta seletiva e britagem).

---

<sup>1</sup> RCD é o acrônimo de “resíduos de construção e demolição”. Para este estudo, o RCD (entulho) foi proveniente de edifício residencial de múltiplos pavimentos, em etapas construtivas de estruturas (concreto armado) e alvenarias de tijolo cerâmico.

## 1.2.2. Específicos

Objetiva-se especificamente para esta pesquisa:

- ✚ Avaliar algumas propriedades físicas dos agregados graúdos reciclados produzidos de resíduos sólidos de construção predial, da cidade de Goiânia-GO: composição granulométrica, massa específica do agregado seco, massa específica aparente, massa específica do agregado na condição saturado com superfície seca (SSS), abrasão *Los Angeles*, índice de absorção de água e composição por análise visual;
- ✚ Avaliar as influências das substituições parcial e total, de agregados graúdos naturais (brita-micaxisto) por agregados graúdos reciclados, nas propriedades do concreto em seu estado fresco: trabalhabilidade (medidas de consistência e perda de fluidez), massa específica e teor de ar incorporado;
- ✚ Avaliar as influências das substituições parcial e total de agregados graúdos naturais (brita-micaxisto) por agregados graúdos reciclados, nas propriedades do concreto em seu estado endurecido: resistência à compressão, absorção de água por imersão e módulos de deformação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

Para a realização desta pesquisa utilizar-se-á para a produção do concreto de referência: cimento CII-F-32, brita de rocha micaxisto, areia média natural de rio e água potável da SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A. Para produção dos concretos com agregados reciclados serão utilizados os seguintes materiais: cimento CII-F-32, agregados graúdos reciclados de resíduos de construção, coletados no município de Goiânia-GO, e água potável da SANEAGO.

### 2.2. Métodos

O agregado graúdo natural e agregado reciclado para a produção dos concretos serão caracterizados segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, no laboratório de Materiais de Construção da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás - LMC/EEC/UFG. O agregado graúdo reciclado será utilizado conforme sair da usina de britagem, sem nenhuma pré-seleção ou tratamento posterior. Utilizar-se-ão agregados graúdos naturais com dimensão máxima característica,  $D_{m\acute{a}x}=19$  mm, igual à do reciclado.

Para o estudo das propriedades dos concretos será produzida uma família de concreto de referência com agregados graúdos naturais (AGN) e agregados miúdos naturais (AMN) e quatro famílias de concretos com agregados graúdos reciclados (AGR), que substituirão em parte e em todo o AGN. As famílias

serão assim constituídas: família A (100% AMN + 25% AGR), família B (100% AMN + 50% AGR), família C (100% AMN + 75 % AGR) e família D (100% AMN + 100% AGR – concreto de referência).

Todas as famílias serão produzidas com traços diferenciados (1:3; 1:5 e 1:7), com consistência de  $70 \pm 10$  mm e relações água/cimento a serem determinadas, em função da consistência. Serão moldados 12 corpos de prova de 100 mm x 200 mm, para cada família de concreto. Serão realizados os seguintes ensaios, no estado fresco: trabalhabilidade pelo método do abatimento do tronco de cone (slump test), perda de fluidez e densidade; no estado endurecido serão realizados os seguintes ensaios: resistência à compressão com três, sete e 28 dias de idade, módulo de deformação aos 28 dias de idade e densidade.

### 3. RESULTADOS (esperados<sup>2</sup>)

Para Helene & Levi (2000), com a substituição de parte dos agregados graúdos naturais por agregados graúdos reciclados de resíduos de concreto e resíduos de alvenaria, mostrou que: 1 - houve a necessidade de aumentar a relação água/cimento nos concretos com substituição de agregados graúdos naturais por agregados reciclados, para se obter a mesma consistência do concreto com agregados naturais (de referência); 2 - Os concretos com agregados graúdos reciclados apresentaram valores de resistência à compressão, inferiores aos do concreto de referência e ainda, que 3 - os concretos com agregados reciclados de RCD apresentaram comportamento, com relação às propriedades físicas e mecânicas, satisfatório para uso não estrutural, fck até 25 MPa. No estudo realizado por Zordan & Paulon, utilizando um concreto de referência, com agregados naturais, e 4 famílias utilizando agregados reciclados de resíduos da construção e demolição, os resultados mostraram que: 1 - para se obter consistências semelhantes houve a necessidade de se aumentar a relação água/cimento nos concretos com agregados reciclados; 2 - o concreto de referência apresentou resistências à compressão superiores aos concretos com agregados reciclados (com valores bem significativos nos traços mais ricos e, menores, nos traços pobres); 3 - os concretos com agregados reciclados de RCD apresentaram comportamento físico e mecânico satisfatório para uso não estrutural, com Fck até 25 MPa. Diante de resultados obtidos em pesquisas já realizadas com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição em substituição aos agregados naturais, espera-se que este estudo com tais agregados reciclados do município de Goiânia apresente resultados semelhantes, ou seja, a necessidade de maior volume de água de amassamento para se obter trabalhabilidade adequada, em razão da maior porosidade destes agregados; menores resistências à compressão dos concretos com reciclados; menores densidades dos agregados reciclados; maiores índices de absorção de água nos agregados reciclados; satisfatórias propriedades físicas e mecânicas para uso geral, como concretos não estruturais.

Lima (1999, p. 35) afirma que os agregados reciclados de RCD apresentam grande variação em suas propriedades, dependendo da composição dos resíduos, dos equipamentos usados no processamento, da granulometria etc. As curvas granulométricas são características específicas de cada tipo particular de

---

<sup>2</sup> Esta pesquisa encontra-se ainda em andamento, na data de realização do Conpeex 2006. Portanto, os resultados/discussões e conclusões da pesquisa não foram apresentadas neste resumo expandido, e sim os resultados esperados.

resíduo reciclado e são importantes na determinação das características das argamassas e concretos, pois influencia na trabalhabilidade, na resistência mecânica, no consumo de aglomerantes etc. As massas específicas e massas específicas aparentes dos agregados reciclados, em sua maioria, são menores que as dos agregados naturais. Isto se explica, em parte, pelo fato dos resíduos de construção se comportar como materiais porosos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE; ROCHA; CHERIAF, 2004. **Estudo da influência de agregados reciclados de concreto em substituição ao agregado graúdo natural na produção de novos concretos.** In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo, SP. 2004. 11 p. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br>>. Acesso em 4 jan. 2006.

BROWN, B. V. Alternative and Marginal Aggregate Sources. **Concrete For Environment Enhancement and Protection.** London, 1996. p. 471-484.

CARNEIRO Alex Pires et al. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção.** Características do entulho e do agregado reciclado. 1. ed. Salvador: 2001, 311p.

HANSEN T. C. RILEM Report 6 **Recycling of Demolished Concrete and Masonry,** London, E&FN SPON an imprint of Chapman & Hall, 1992. 305p.

LATTERZA, L. M.; MACHADO JÚNIOR, E. F. Concreto com agregado graúdo reciclado: propriedades no estado fresco e endurecido e aplicações em pré-moldados leves. In: **Cadernos de Engenharia de Estruturas.** São Carlos. n. 21. p. 27-58. 2003. Disponível em: <[http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/pdf/cee21\\_2.pdf](http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/pdf/cee21_2.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2006.

LEVY, Salomon M.; HELENE, Paulo R. L. Durabilidade de concretos produzidos com resíduos minerais da construção civil. In: IBRACON COMITÊ TÉCNICO 206 III SEMINÁRIO “Desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil: práticas recomendadas”, 2000, São Paulo. **Anais.** CD-ROM.

LIMA, J. A. R. Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos. São Carlos. **Dissertação (mestrado).** Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 1999. Disponível em <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/dissertacao\\_lima.pdf](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/dissertacao_lima.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2005.

ZORDAN, S. E.; PAULON, V. A. A utilização do entulho como agregado para o concreto. In: **Reciclar para Construir.** Artigos Técnicos. 12 p. Disponível em: <[http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a\\_utilizacao\\_entulho.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a_utilizacao_entulho.htm)>. Acesso em: 22 jan. 2006.

---

<sup>1</sup> Mestrando/PPG-CMEC/UFG: [wesleycnunes@yahoo.com.br](mailto:wesleycnunes@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Orientador/ PPG-CMEC/UFG: [epazini@eec.ufg.br](mailto:epazini@eec.ufg.br)