

## **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A RESISTÊNCIA DO CONCRETO FCK 30 MPA CONVENCIONAL E O CONCRETO CONFECCIONADO COM 50% DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM PARTICULAR ARGAMASSA**

B. S. Magalhães

Universidade Federal dos Vales Jequinhonha e Mucuri

Rua Padre Virgulino, Teófilo Otoni – MG, e-mail: bruna\_hta06@hotmail.com

### **RESUMO**

O presente resumo discute o reaproveitamento dos resíduos da construção civil a fim de reduzir extração de matérias primas e redução de impactos ambientais. Não se pode negar que a construção civil tem papel fundamental no processo de desenvolvimento do Brasil, a atividade construtora é uma das responsáveis pela criação das próprias bases da moderna sociedade industrial, assumindo o desempenho de montagem da infraestrutura econômica. Em contra partida, a construção civil além de grande consumidora de recursos naturais é considerada uma grande geradora de resíduos. Assim, o trabalho busca o reaproveitamento de resíduos de construção civil (RCC) em particular a argamassa onde neste trabalho a argamassa será utilizada como agregado miúdo em um teor de 50% buscando assim manter as propriedades, trabalhabilidade e resistência do concreto confeccionado. É importante destacar que é preciso selecionar os RCCs, triturando-os, peneirando-os, obtendo assim seu modo de finura e estocando-os para então serem reutilizados.

Palavras-chave: RCC, agregados recicláveis, concreto reciclado.

### **1. Introdução**

A construção civil é um setor da economia que engloba uma grande quantidade de atividades, é considerada tão grande que é chamado de "macro complexo da construção". Sendo que a construção civil como em qualquer outro setor produtivo é algo que consome uma grande quantidade de matéria prima, e que as disponibilidades desses recursos naturais apresentam cada

vez mais escassas, tendo um maior controle em sua extração por normas ambientais.

Tendo em vista os aspectos observados, surge a questão de como conciliar uma atividade produtiva desta magnitude, a construção civil, com as condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente, menos agressivo ao meio ambiente. Com isso, nota-se a importância de criarem alternativas no setor da construção, como o reaproveitamento dos resíduos de construção civil.

Além de reduzir a pressão sobre os recursos naturais (rochas, cascalhos, areia, etc.), a reciclagem de resíduos da construção civil é portadora de vantagens sociais, econômicas e ambientais.

Os resíduos provenientes da construção civil, ou simplesmente o entulho é parte integrante dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e merecem atenção especial, visto que são resíduos produzidos em grande quantidade (ANDERE, 2008). Somado a isso, verifica-se cada vez mais, a falta de áreas disponíveis para a disposição correta desses resíduos, assim como dos RSU produzidos nas cidades de médio e grande porte (BARROS, 2004).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA - (2002) define os resíduos da construção civil como aqueles “[...] provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral [...]”.

Estima-se que, no Brasil, 90% dos resíduos gerados pelas obras são passíveis de reciclagem. Levando em conta a contínua geração dos resíduos da construção civil (RCC), a reciclagem é de fundamental importância ambiental e financeira no sentido de que os referidos resíduos retornem para as obras em substituição a novas matérias-primas que seriam extraídas do meio ambiente.

O trabalho tratará do resíduo de construção civil em particular argamassa, que de acordo com Santos (2008) a argamassa serve para garantir a proteção dos elementos de vedação das edificações contra ações de agentes agressivos, proporcionar estanqueidade à água, segurança ao fogo, resistir aos

desgastes superficiais, apresentar textura uniforme e contribuir com o isolamento térmico e acústico.

### **1.1 Objetivos**

Deseja-se que concretos fabricados a partir dos RCCs apresentem bom desempenho mecânico e sejam duráveis. Os resíduos a serem utilizados para reciclagem neste estudo são os ricos em argamassa, devido à facilidade de conhecimento das suas propriedades físicas e mecânicas e o seu menor grau de contaminação. Assim, é possível a aplicação do resíduo rico em argamassa para a fabricação do concreto, sendo esse utilizado como agregados graúdos em substituição parcial ou total aos naturais. A partir disso, objetiva-se a utilização em elementos de interior como pilares, parede e placas cementícias, apresentando poucos desvios do concreto feito do modo tradicional.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Diante da indisponibilidade de utilização dos laboratórios da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, os experimentos necessários para a realização desta pesquisa foram executados no Laboratório Interdisciplinar da Universidade Presidente Antônio Carlos – Unipac *Campus* Teófilo Otoni, sob supervisão do técnico do mesmo e do professor orientador.

Foram utilizados Cimento Portland, pelo fato das fábricas de pré-moldados o utilizar em grande escala, ou seja, iremos utilizar os mesmos derivados que compõem os AGR (Agregados Recicláveis; Agregados (formados por partículas duras e resistentes), importante pois será isso que irá resultar na economia de cimento que é o material, mas caro do concreto;

Agregado miúdo Natural-AMN (compostos de areia de 2,4 mm); Agregado Graúdo Natural-AGN (seixo rolado de fundo de rio), massa específica e massa unitária de acordo com as normas descritas em NBR NM 248 (ABNT, 2002), NBR NM 45 (ABNT, 1995) e NBR 53 (ABNT, 2002).

Em meio ao crescimento habitacional em Teófilo Otoni observa-se que os canteiros de obras não apresentam um reaproveitamento dos resíduos gerados, fazendo com que haja um descarte irregular do mesmo e tornando as construções contrárias ao desenvolvimento sustentável. Para reverter essa

situação uma estratégia seria fazer uso dos resíduos que apresentam propriedades similares dos materiais obtidos na natureza. Desta forma, arrecadou-se certa quantidade de resíduos de construção e de demolição em particular o reboco para a confecção de traços de concreto em particular a argamassa.

Metodologicamente, realizou-se primeiramente a moagem e britagem (figuras 1 e 2) que consiste em diminuir as partículas até atingir o diâmetro máximo de 12,5 mm.



Figura 1 - Britador de mandíbula



Figura 2 - Agregados na peneira.

Em seguida, realizou-se a Absorção dos agregados reciclados, pelo qual se utilizou a norma brasileira NBR MN 53(ABNT, 2002), pois é necessário saber a taxa de absorção dos AGR devido possuírem um elevado grau de porosidade, o que acarreta uma perda na trabalhabilidade dos concretos em seu estado fresco. A absorção de água dos AGR foi determinada por um período de 24 horas.

Escolheu-se 12 (doze) corpos-de-prova que foram moldados para cada uma das misturas, sendo o total de 48 (quarenta e oito) unidades com dimensões de 14 x 19 x 39 mm (todos os blocos confeccionados estavam de acordo com a Norma NBR 6136(ABNT, 1994)). Desse total de quarenta e oito corpos-de-prova, nove foram usados para ensaios de resistência á compressão sendo três blocos para cada idade (3,7 e 28) e outros três para ensaio de absorção de água por imersão.

Os percentuais que foram utilizados para a composição dos materiais foi de 45% de agregado miúdo e de 55% de agregado graúdo. Em seguida

foram ajustados os teores de argamassa levando em consideração a relação cimento: Agregado-1: m, os valores são em massa e inteiro, a partir disso foram adotados valores de maior e de menores teores de argamassa até atingir um ponto que no fim irá minimizar o consumo de cimento, mas sempre de forma a não prejudicar na trabalhabilidade, mecânica e resistências dos concretos.

Foram utilizados três tipos de traços iniciais para ajustar o teor de argamassa ideal – 1:5; 1:7 e 1:8 com o teor de umidade de 7,0%, o que resultou numa relação água/cimento inicial de 0,42, para o traço 1:5. Depois da realização das misturas, o traço que se enquadrou nos parâmetros de coesão, homogeneidade e umidade foi o traço 1:7. Para melhor avaliação foram feitos ensaios de formação de pelotas (figura 3) e abatimento do cone (figura 4) foram realizados também a avaliação visual, com isso houve a necessidade de aumentar o teor de umidade em 0,5%, gerando agora um teor de 7,5%, esse aumento de consumo de água dá-se pelo uso de seixo, pois ele possui um alto teor de areia contido no material e que gera uma grande absorção de água por parte do concreto para que possa alcançar a trabalhabilidade desejada.

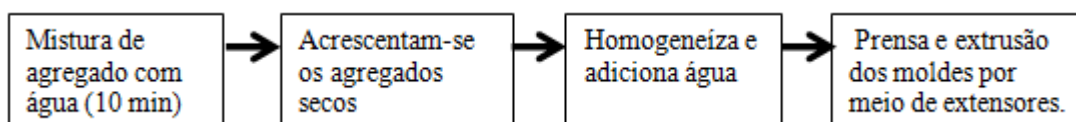


Figura 3 - Vista da formação de pelota



Figura 4 - Vista do abatimento zero

A sequência de moldagem dos blocos realizada foi a seguinte:



Finalizado a etapa de moldagem, todos os blocos confeccionados foram encaminhados para o pátio de armazenamento onde ocorreu a cura ao ar livre, mas com o cuidado para que os blocos permanecessem úmidos e bem protegidos da luz direta do sol.

### 3. Resultados e Discussão

Pode-se afirmar que para o concreto no estado fresco os resultados obtidos de coesão foram à formação de pelotas, com boa umidade, porém com aspecto de concreto “seco”, o que levou a um abatimento zero. O ensaio de abatimento do tronco de cone foi baseado na norma NBR NM 67 (ABNT, 1998). Já para o concreto no estado endurecido os resultados médios obtidos dos ensaios, estão expressos na tabela 1, que demonstra os teores de substituição de AGR para as idades de 3, 7 e 28 dias, seguindo as prescrições da norma NBR 7184 (ABNT, 1992).

**Tabela 1**– Valores médios da Resistência à compressão

| <b>AGR (%)</b> | <b>Resultado aos 3 dias (MPA)</b> | <b>Resultado aos 7 dias (MPA)</b> | <b>Resultado aos 28 dias (MPA)</b> |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>0</b>       | 4,5                               | 5,8                               | 6,3                                |
| <b>20</b>      | 4,9                               | 5,8                               | 5,8                                |
| <b>30</b>      | 4,1                               | 4,4                               | 5,5                                |
| <b>50</b>      | 4,2                               | 4,4                               | 5,6                                |

A partir dos resultados médios obtidos da compressão dos blocos experimentais observa-se que o valor mínimo estabelecido pela norma NBR 6136 (ABNT, 1994), que é de 4,5 MPA, foi alcançado com a idade de 3 dias em um teor de substituição de 20%, sendo que os demais teores atingiram o valor na idade de 28 dias. Os valores de resistência dos blocos experimentais ficaram bem próximos dos blocos de referência. Em relação aos teores de AGR, observou-se que nesta faixa de substituição (20%, 30% e 50%), os valores de resistência são similares, atribuindo ao teor de 50% a proporção indicada para a execução de blocos com o uso de AGR. Resultados obtidos por SOBRINHO (2008); RIBEIRO (2001) demonstra que blocos produzidos com agregados reciclados podem ser utilizados em quantidades consideráveis na ordem de 50%, sem que haja alterações consideráveis nas demais características do bloco.

Em relação ao ensaio de absorção de água por imersão o gráfico 1 apresenta os resultados médios da absorção dos blocos para cada teor de substituição (20%, 30% e 50%).

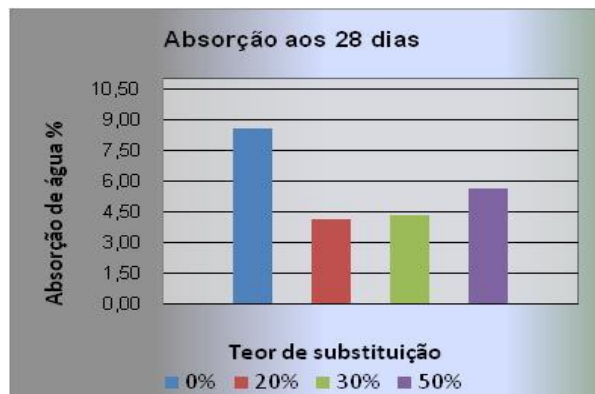


Gráfico 1 - Resultado do ensaio de absorção de água

É importante destacar que a NBR 6136 (ABNT, 1994) determina o limite máximo de absorção em 10%, estando então enquadrados neste parâmetro os blocos de referência que tem uma taxa em torno de 1% devido a sua forma mais compactada. Observa-se que os blocos experimentais apresentaram teor da absorção menor que os de referência e houve um aumento da absorção com o aumento do teor de substituição dos AGR, fato este que vai ao encontro dos resultados obtidos por RIBEIRO (2001); LEITE (2001); SOBRINHO (2008) e LEVY (2001).

#### 4. Conclusões

Diante dos estudos avaliados, o reaproveitamento dos resíduos das indústrias de construções civil, como substituição parcial dos agregados normais, na produção do concreto, pode-se concluir que os resultados esperados foram atingidos de forma satisfatória. Através dos estudos confirmou-se a potencialidade da utilização dos agregados reciclados para produção de concreto, minimizando os impactos ambientais além de agregar valor ao resíduo.

A utilização dos agregados reciclados, substituindo parcialmente os agregados normais, para a confecção de blocos, atende satisfatoriamente as legislações vigentes. Contudo, observa-se a necessidade de mais pesquisas voltadas para avaliar o comportamento destes resíduos, principalmente por se tratar de um novo material. Desta forma, recomenda-se o desenvolvimento de

outros estudos no sentido de contribuir para aumentar o conhecimento sobre o assunto.

Verificou-se também que este tipo de resíduo apresentou um limite de resistência à compressão. Os ensaios mostram que não há alteração no peso específico do material que implica na manutenção do peso próprio das estruturas. O uso do material reciclado evita o uso de recursos não renováveis, logo, o uso do concreto ecológico tem base sustentável diante dos resultados dos ensaios. Os benefícios do concreto ecológico são de caráter, ambiental, econômico e principalmente social, pois esse é o objetivo da engenharia, construir utilizando os recursos da natureza de forma consciente visando o bem estar da sociedade.

## 5. Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Agregados – Determinação da massa específica do agregado miúdo por meio do frasco de Chapman**: NM 52. Rio de Janeiro, 2002.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios – Especificação**. NBR NM 45. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Argamassa e concreto – Ensaio de resistência à tração por compressão diametral**. NBR 7222. Rio de Janeiro, 1994 a.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão. NBR 7184. Rio de Janeiro. 1992

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. NBR NM 67. Rio de Janeiro, 1998.

LEITE, M. B.; Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. 2001. 290 f.



Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CABRAL, A. E. B; MOREIRA, K. M. de V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará. Ceará, 2011.

### **COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE RESISTENCE OF CONCRETE 30 CONVENTIONAL MPA AND FCK THE CONCRETE MADE WITH 50% OF CONSTRUCTION WASTE IN PARTICULAR MORTAR**

#### **ABSTRACT**

This summary discusses the reuse of construction waste in order to reduce extraction of raw materials and reduction of environmental impacts. It cannot be denied that the construction industry has a fundamental role in the development process of Brazil, the construction activity is one of the responsible for the creation of the very foundations of modern industrial society, assuming the mount economic infrastructure performance. In the match against construction in addition to large consumer of natural resources is considered a great generator of waste. So, the job search the reuse of construction waste (RCC) in particular the mortar where in this work the mortar will be used as aggregate in a 50% content of seeking so keep the properties, workability and strength of concrete manufactured. It is important to note that you must select the RCCs, shredding them, sifting them, thereby getting its fineness and storing them to then be reused.

Key-words: Construction waste, recycled aggregate, recycled concrete.