

## CONCRETO ECOLÓGICO: A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS PARA PRODUÇÃO DE CONCRETOS

Masharú Silva Kawamoto<sup>1</sup>, Rosa Maria da Luz Mendes<sup>2</sup>, Nayara Monteiro Barreiros<sup>3</sup>, Samir Bechara Moraes<sup>4</sup>, Francianne Vieira Mourão<sup>5</sup> e Paula Fernanda Viegas Pinheiro<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará, e-mail: masharu\_kawamoto@hotmail.com;

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará, e-mail: rosa.luzmendes@gmail.com, <sup>3</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará, e-mail: nayara\_barreiros@hotmail.com, <sup>4</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará, e-mail: samir.bechara@gmail.com. <sup>5</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará, e-mail: Franci.anne@hotmail.com. <sup>6</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará, e-mail: rngpaulapinheiro@gmail.com.

### 1. INTRODUÇÃO

Denomina-se concreto o material formado pela mistura de cimento, água, agregado graúdo (brita ou cascalho) e agregado miúdo (areia). Na verdade trata-se do material de construção mais utilizado na construção civil em que historicamente os romanos foram os primeiros a usar uma versão deste material conhecida por pozzolana.

O concreto é muito requisitado na área da construção civil, no entanto sua produção causa a emissão de gases poluentes na atmosfera como o CO<sub>2</sub>, contribuindo para o aumento do efeito estufa. Além de seu destino final ser, quase sempre, lixões à céu aberto, causando sérios danos ao meio ambiente.

Por essa ótica este artigo propõe a utilização do concreto ecológico, o mesmo pode substituir em até 40% a quantidade de cimento na mistura tradicional para a preparação do concreto, possibilitando a redução da poluição gerada pela indústria do cimento, diminuindo assim a quantidade de CO<sub>2</sub> que é lançado na atmosfera. Além de dar uma finalidade mais ecologicamente correta aos resíduos sólidos gerados pela construção civil que outrora eram considerados sem utilidade.

Os benefícios da utilização do Concreto Ecológico na sociedade partem do prisma sustentável no que tange as vertentes ambientais, sociais e econômicas. Assim, este estudo sobre o concreto ecológico fornece subsídios que colabora com o avanço do conhecimento sobre os efeitos dos agregados da construção civil. O estudo da viabilidade técnico-econômica da produção de concreto ecológico visa dar um destino ecologicamente correto ao mesmo, verificar a resistência e elementos referentes à durabilidade do concreto ecológico nas construções.

Para isso foram realizadas análises no laboratório da Universidade Federal do Pará (UFPA), em que foram obtidos os dados necessários para seguir com as pesquisas sobre a qualidade, a resistência, as vantagens da utilização do concreto ecológico.

### 2. MATERIAS E MÉTODOS

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa em um projeto experimental já em andamento no Laboratório de Engenharia Civil da UFPA que nos permite avaliar, o comportamento de blocos de concreto com a utilização de agregados reciclados. E assim verificar a resistência à compressão simples, que de forma geral é determinada em corpos-de-prova cilíndricos, com isso adotou-se as idades de 3, 7 e 28 dias, sendo que no 28º dia foi medida a absorção de água por imersão do concreto.

ISSN 2236-0476

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).

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.

Foram escolhidos 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.

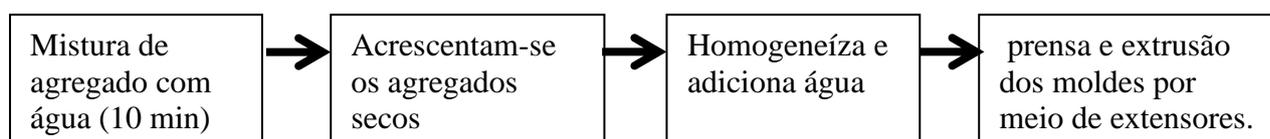


**Figura 3** - Vista da formação de pelota



**Figura 4** - Vista do abatimento zero

A seguir será mostrada a sequência de moldagem dos blocos realizada:



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

Para o concreto no estado fresco os resultados obtidos de coesão foram a 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

AGR (%)	Resultado aos 3 dias (MPA)	Resultado aos 7 dias (MPA)	Resultado aos 28 dias (MPA)
0	4,5	5,8	6,3
20	4,9	5,8	5,8
30	4,1	4,4	5,5
50	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%).

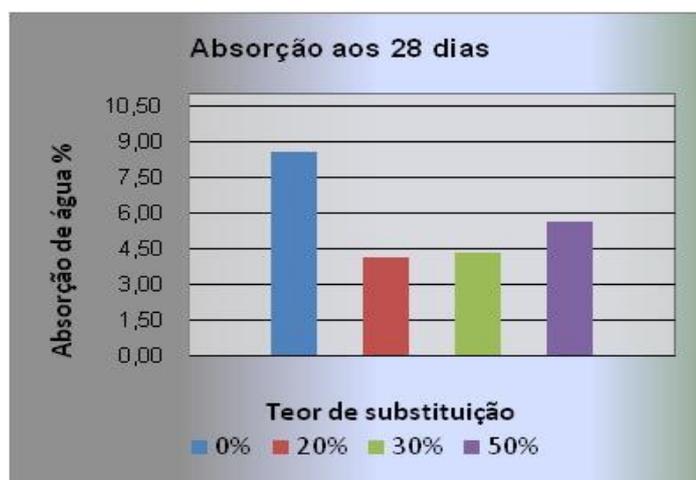


Gráfico 1 - Resultado do ensaio de absorção de água

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

ISSN 2236-0476

valor ao resíduo. Pode-se afirmar que os materiais da região metropolitana de Belém, juntamente com os agregados reciclados se adequaram perfeitamente ao método proposto por Dafico Alves (2004) para fabricação dos blocos de concreto. 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. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Professora Paula Pinheiro por seu apoio e conhecimento repassado na construção deste trabalho e a Universidade Federal Rural da Amazônia pela confiança e ensino.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.D.; **Blocos pré-moldados de concreto**. Goiânia: Editora UEG, 2004.

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.



**ISSN 2236-0476**

LEVY, S. M.; Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria. (Tese Doutorado). Escola Politécnica, São Paulo, 2001.

RIBEIRO, J.L.D.; **Projeto de experimentos**. Ed. FEEng,UFRGS, Porto Alegre. Rio Grande do Sul. 2001.