

## DESEMPENHO DO CONCRETO PRODUZIDO COM RCD

LARISSA VINHOTE BRITO<sup>1\*</sup>, VALDETE DOS SANTOS DE ARAÚJO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda do curso de Engenharia Civil, UEA, Manaus-AM, lvb.eng@uea.edu.br;

<sup>2</sup>Dra. Prof. em Engenharia de Transportes, UEA, Manaus-AM, eng.valdete@gmail.com.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho objetivou avaliar o desempenho do concreto com a substituição do agregado graúdo convencional pelo RCD (Resíduos de Construção e Demolição). Na metodologia foi utilizado o método de dosagem da ABCP (Associação Brasileira de Concreto Portland) para a dosagem do concreto, estimando atingir a resistência desejada de 25MPa. Porém antes foram realizados ensaios com os agregados graúdos e miúdos utilizados, para obter os parâmetros necessários para dosagem. Os resultados dos ensaios realizados com o agregado miúdo e graúdo apresentaram valores aceitáveis para dosagem do concreto. A substituição total do agregado graúdo convencional por RCD não comprometeu a resistência do concreto, uma vez que foi superado dos valores estabelecidos pela ABNT NBR 6118:2014 para a resistência do concreto produzido, ultrapassando em 0,9%, 18,8% e 7% a resistência que esperava-se atingir aos 3, 7 e 28 dias de idade, respectivamente. Diante disto, as empresas de construção civil deveriam investir na substituição de seus agregados graúdos provenientes de jazidas, que vêm sendo esgotadas, por agregados de RCD, pois além do ótimo desempenho que este material apresentou, irá trazer benefícios sociais, ambientais e econômicos, por se tratar da reciclagem de resíduos que seriam descartados, geralmente de forma inadequada, aumentando cada vez mais o volume de resíduos pela indústria considerada uma das maiores poluidoras.

**PALAVRAS-CHAVE:** RCD (Resíduos de Construção e Demolição), método de dosagem da ABCP, concreto, reciclagem, agregado graúdo.

## PERFORMANCE OF THE CONCRETE PRODUCED WITH RCD

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the performance of concrete with the substitution of the conventional aggregate by CDW (Construction and Demolition Waste). In the methodology, the BCPA (Brazilian Concrete Portland Association) dosing method was used for the concrete dosage, estimating to reach the desired resistance of 25MPa. However, tests were carried out with the large and small aggregates used to obtain the necessary dosage parameters. The results of the tests performed with the small and large aggregate presented acceptable values for the concrete dosage. The total substitution of the conventional aggregate by CDW did not compromise the resistance of the concrete, since it exceeded the values established by ABNT NBR 6118: 2014 for the resistance of the concrete produced, surpassing in 0.9%, 18.8% and 7 % The resistance expected to reach 3, 7 and 28 days of age, respectively. In view of this, construction companies should invest in replacing their large aggregates from deposits, which have been depleted, by CDW aggregates, since in addition to the excellent performance that this material presented, it will bring social, environmental and economic benefits, for The recycling of wastes that would be discarded, usually in an inadequate way, increasing the volume of waste by the industry considered one of the biggest polluters.

**KEYWORDS:** CDW (Construction and Demolition Waste), ABCP dosage method, concrete, recycling, large aggregate.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, diferentemente de outros lugares no mundo, a preocupação com resíduos, de forma geral, é relativamente recente, devido a isso a reciclagem de RCD (Resíduos de Construção e Demolição) pode parecer algo novo, porém é conhecido desde a Antiguidade.

Os primeiros registros da utilização de RCD na construção civil foram ao final da 2ª guerra mundial, com as cidades devastadas e em ruínas, houve uma grande demanda de materiais, com isso surgiu a ideia de britar em partículas menores os edifícios demolidos, afim de obter um agregado graúdo utilizável para reconstrução das cidades.

A construção civil tem uma grande parcela no consumo de recursos naturais, gerando também impactos ambientais e resíduos descartados incorretamente. PINTO (1999) diz que no Brasil, a parcela de resíduos de construção e demolição (RCD) representa cerca de 45% em massa do total dos resíduos sólidos urbanos.

Uma boa alternativa social, ambiental e econômica para as empresas de construção civil, é a reciclagem de RCD, que neste trabalho será mostrado seu desempenho quanto a qualidade do concreto obtido.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo compreende o Estado do Amazonas que apresenta uma área de 11.401,092 km<sup>2</sup>. Seu posicionamento encontra-se a 3°08'30"S e 60°00'00"W à altitude de 21m acima do nível do mar (Silva, 2007). O clima de Manaus é o do tipo Ami de monções, segundo a classificação Köppen. A temperatura média anual é de 25,6°C, com amplitude térmica de 4°C. O índice pluviométrico médio anual é de 2.000 a 2.200 mm. A umidade do ar é alta, em torno de 88% no período chuvoso e 77% no seco (Prance & Lovejoy, 1985).

Para este estudo foi coletado agregado graúdo de RCD, proveniente do pilar e viga de um antigo supermercado demolido, doado por uma empresa que utiliza deste tipo de agregado para suas construções, o cimento utilizado foi o da marca CEMEX CP I - S vendido comercialmente, a areia foi comprada em uma loja de materiais de construção local, proveniente do rio, e a água foi a fornecida pela rede de abastecimento da cidade.

Além dos materiais para dosagem do concreto, foi utilizado diversos materiais para a confecção do concreto e realização dos ensaios exigidos, como: colher de pedreiro, recipientes, bateria de peneiras 25 / 19 / 9,5 / 4,8 / 2,4 / 1,2 / 0,6 / 0,3 / 0,15 / FUNDO, balança, escova de aço, agitador de partículas, estufa, cronômetro, molde para corpo de prova cilíndrico de 100mm de diâmetro, régua rasadora, pá metálica, soquete, proveta com capacidade para 1l, funil e fio de náilon, tronco de cone, haste para adensamento, desmoldante, pincel, enxofre, panela, fogão, capeador, reservatório com água e prensa.

Para dosagem deste concreto foi utilizado o método desenvolvido por Públio Pena Firme Rodrigues e publicado pela ABCP (Associação Brasileira de Concreto Portland), adaptado do método da ACI (American Concrete Institute), para agregados brasileiros. Este método fornece uma primeira aproximação dos materiais a serem utilizados, devendo posteriormente serem feitas misturas experimentais e as devidas correções no traço.

Os ensaios realizados para obter os parâmetros para dosagem do concreto foram: granulometria dos agregados miúdo e graúdo, seguindo a ABNT NBR 7217:2005 e ABNT NBR NM 27:2001; massa específica dos agregados miúdo, seguindo a ABNT NBR NM 52:2002, e graúdo, seguindo a ABNT NBR NM 53: 2003; massa unitária no estado solto dos agregados miúdo e graúdo, seguindo a ABNT NBR 7251: 1982; e massa unitária compactada do agregado graúdo, seguindo a ABNT NBR 7810: 1983.

Todos os ensaios foram feitos seguindo as normas pertinentes, realizando-se a prova e contraprova, para resultados mais corretos.

Para os parâmetros da água foram utilizados os dados citados na bibliografia de Bauer (1997) e do cimento os que são fornecidos na embalagem, resultados provenientes de ensaios realizados no próprio laboratório da empresa que produz o cimento.

De posse de todos os resultados dos ensaios e informações necessárias dos demais materiais, o concreto foi dosado e feita as correções necessárias.

Com o traço definido foi produzido o concreto de acordo com as recomendações de PETRUCCI (1998). Primeiramente foram pesados os materiais, em seguida umedecido o local de preparação do concreto, misturou-se o agregado miúdo e graúdo, depois acrescentou o cimento, quando todos os materiais secos estavam bem misturados foi-se acrescentando água gradualmente.

Foi feito o ensaio de abatimento de tronco de cone de acordo com a ABNT NBR NM 67:1998, afim de que atinja o valor especificado no momento em que foi feito o cálculo da dosagem.

Figura 1. Ensaio de abatimento de tronco de cone. (a) primeira camada de concreto e adensamento com 15 golpes; (b) segunda camada de concreto e adensamento com 15 golpes; (c) terceira camada de concreto, adensamento com 15 golpes e razamento com régua metálica; (d) abatimento.



Para as etapas finais a seguir descritas, de moldagem de corpo de prova e cura, seguiu-se a ABNT NBR 5738: 2008. Foram separados 6 corpos de provas e aplicados desmoldante, em seguida os corpos de prova foram moldados e corretamente adensados. Os corpos de prova permaneceram nas formas durante 24 horas para endurecimento. Após esse tempo foram desformados e levados para um reservatório com água para iniciar o processo de cura, dois ficaram por três dias, dois por sete dias e dois por vinte e oito dias.

Após o processo de cura os corpos foram capeados com enxofre, afim de se obter uma área sem irregularidades para melhor precisão dos valores, rompidos e realizadas as análises pertinentes, de acordo com a ABNT NBR 5739:2007.

Figura 2. Corpos de prova moldados



Figura 3. Capeamento.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização dos ensaios obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 1. Resultado dos ensaios com os agregados

<b>Ensaio com agregados</b>			
<b>Agregado miúdo</b>			
<b>Ensaio</b>	<b>Prova</b>	<b>Contraprova</b>	<b>Média</b>
<b>Diâmetro Máximo (mm)</b>	<b>2,36</b>	<b>2,36</b>	<b>2,46</b>
<b>Módulo de Finura</b>	<b>1,88</b>	<b>1,91</b>	<b>1,895</b>
<b>Massa específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,63</b>	<b>2,60</b>	<b>2,615</b>
<b>Massa unitária solta (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,76</b>	<b>1,75</b>	<b>1,755</b>
<b>Agregado miúdo</b>			
<b>Ensaio</b>	<b>Prova</b>	<b>Contraprova</b>	<b>Média</b>
<b>Diâmetro Máximo (mm)</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
<b>Módulo de Finura</b>	<b>6,7</b>	<b>6,9</b>	<b>6,8</b>
<b>Massa específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,95</b>	<b>2,03</b>	<b>1,99</b>
<b>Massa unitária solta (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,31</b>	<b>1,32</b>	<b>1,315</b>
<b>Massa unitária compactada (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,29</b>	<b>1,30</b>	<b>1,295</b>

Foi definida uma resistência à compressão aos 28 dias desejada de  $FCK=25$  Mpa, com isso através dos cálculos para dosagem pelo método da ABCP obteve-se um traço unitário de 1:0,89:2,59:0,46, fazendo a correção o traço final ficou 1:1,74:1,74:0,46.

Os resultados das resistências à compressão dos corpos de provas estão expressos na tabela 2.

Tabela 2. Resultados de resistência à compressão.

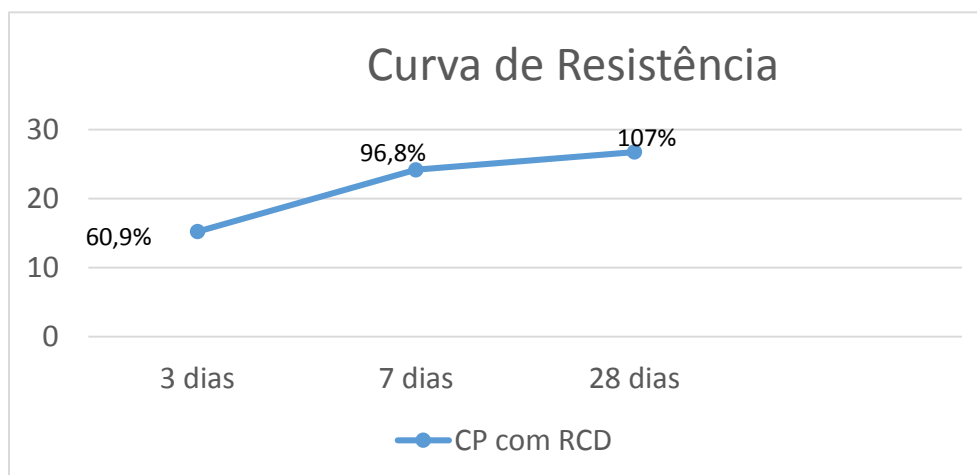
Resistência à compressão			
Idade dos corpos de prova	Prova	Contraprova	Maior valor
3 dias	11,46 MPa	15,22 MPa	15,22 MPa
7 dias	21,65 MPa	24,19 MPa	24,19 MPa
28 dias	24,19 MPa	26,74 MPa	26,74 MPa

Figura 4. Rompimento dos corpos de prova. (a) corpo de prova rompido aos 3 dias; (b) corpo de prova rompido aos 7 dias; (c) corpo de prova rompido aos 28 dias;



Escolhendo os maiores valores de resistência foi feita a curva de resistência, mostrada no gráfico 1. De acordo com a ABNT NBR 6118:2014, o cimento CP I (cimento utilizado neste concreto) para 3 dias de idade deve atingir 60% da resistência, para 7 dias de idade deve atingir 78% da resistência e 28 dias deve atingir 100% da resistência.

Tabela 3. Curva de resistência.



## CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho pode-se chegar à conclusão de que o agregado graúdo proveniente de jazidas, as quais com os anos estão sendo esgotadas, pode ser totalmente substituído por agregado proveniente de demolições, sem ser comprometida a resistência determinada, desde que sejam RCD somente de elementos estruturais de concreto.

Este trabalho teve como objetivo verificar o desempenho do concreto no estado endurecido, calculando para uma resistência de 25 MPa, classificado pela ABNT NBR 6118:2014, como classe de agressividade II, podendo ser utilizado para edificações de qualquer gênero em concreto armado no meio urbano.

Pode-se concluir que o concreto produzido superou as expectativas, uma vez que foi calculado para se atingir até 25 MPa e conseguiu alcançar 26,74 MPa. Ademais, de acordo com a tabela 3 pode-se analisar que em todas as idades o desempenho do concreto superou as porcentagens esperadas das resistências, para o tipo de cimento utilizado. Com este desempenho, espera-se que este agregado possa até suportar resistência maiores, se feito o cálculo de dosagem para suportar cargas superiores.

Diante do exposto, as empresas de construção deveriam trabalhar na possibilidade da substituição de agregados naturais por agregados reciclados, pois as jazidas estão esgotando, os resíduos da construção civil aumentando cada vez mais e não são devidamente descartados. Além de que a reciclagem de RCD como agregado por construtoras geraria uma grande economia para elas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7217: Agregados – Determinação da Composição Granulométrica. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 27: Agregados – Redução da amostra de campo para ensaio de laboratório. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação de massa específica. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: Agregado Graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7251: Agregado em estado solto – Determinação da Massa Unitária. Rio de Janeiro, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7810: Determinação de Massa Unitária. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento de tronco de cone. Rio de Janeiro, 2014.
- Bauer, L. A F. Materiais de Construção. Ed. Livros Técnicos e Científicos Ltda., 5. Ed., V. 1 e 2, 1997.
- Petrucci, E. G. Concreto de cimento Portland. 13ª ed. São Paulo: Globo, 1998.
- Pinto, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 199. 188p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.