

## **UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS DO RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) EM PAVIMENTAÇÃO**

WANDERSON DA SILVA<sup>1\*</sup>, EDILSON SOARES MELO JÚNIOR<sup>2</sup>  
GLAUBER TULIO FONSECA COELHO<sup>3</sup>, DANIEL ROCHA PEREIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, Faculdade Pitágoras, São Luis-MA. Fone: (98) 98116- 0354,  
wanderson\_silva001@outlook.com

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, Faculdade Pitágoras, São Luis-MA. Fone: (98) 98141-5079,  
junioromellop@hotmail.com

<sup>3</sup>Me. Professor Engenharia Civil, Pitágoras de São Luís, São Luis-MA. Fone: (98) 98829-9252,  
glauber.coelho@kroton.com

<sup>4</sup>Me. Professor Engenharia Civil, Pitágoras de São Luís, São Luís-MA. Fone: (98) 98142-4710,  
daniel.rocha.drp@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** A grande quantidade de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) gerada nas cidades de médio e grande porte são considerados problemas para o meio, gerando preocupação nos aspectos ambientais, econômicos e social. O estudo apresenta uma alternativa para reduzir o acúmulo desses resíduos, por meio da reciclagem desse material e reutilizando na pavimentação, mostrando a viabilidade técnica e econômica dos resíduos da construção e demolição. Dessa forma, a partir do levantamento bibliográfico foi possível constatar algumas obras de pavimentação realizadas com os agregados reciclado e fazer um comparativo econômico do uso de agregados convencionais utilizados na pavimentação, com agregados oriundos de RCD. Concluiu-se portanto que a utilização dos resíduos da construção e demolição contribui para a redução dos resíduos gerados pela construção civil e para a melhoria da qualidade de vida da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** RCD. Pavimentação. Agregados reciclados. Construção civil.

### **WASTE OF HOUSEHOLDS USING THE CONSTRUCTION AND DEMOLITION ( RCD ) IN PAVING**

**ABSTRACT:** A large quantity of waste construction and demolition (RCD) Generated NAS Medium and Large Cities are considered problems FOR middle, Generating Concern nos Environmental, Economic and Social. The study presents an alternative paragraph Collect the accumulation these wastes , THROUGH materials Recycling and reusing the Paving Of this , showing a Technical Feasibility and Economic Waste of Construction and Demolition . Thus, from the bibliographical survey it was possible to observe some Paving Works performed with OS recycled aggregates and make comparative hum Economic Using conventional aggregates used in paving, with coming from RCD aggregates. It was concluded therefore que a use Waste of Construction and Demolition contributes to the reduction of waste generated by construction and a paragraph Improving Population Quality of Life.

**KEYWORDS:** RCD, Flooring, Recycled Aggregates, Civil construction.

### **INTRODUÇÃO**

Segundo Ângulo et al., (2004), os resíduos de construção e demolição (RCD), são de maneira geral uma preocupação relativamente recente no Brasil, diferente da realidade de outros países como EUA, Alemanha e Holanda, onde já existem políticas que privilegiam a compra de produtos ambientalmente sustentáveis. Os autores salientaram que em cidades onde não existem políticas modernas de gerenciamento de RCD, estes são depositados irregularmente pela malha urbana, gerando altos custos socioeconômicos, assoreamento de rios, entupimento de bueiros, degradação de áreas

urbanas, entre outros. A remoção desses resíduos depositados irregularmente custa aos municípios uma quantidade significativa de recursos, os quais poderiam estar sendo direcionados para a criação de melhor infraestrutura para a população em geral (PINTO, 1999).

Dentre as possíveis alternativas de uso dos agregados reciclados de RCD na atualidade, encontra-se a sua utilização em pavimentação. O pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas e espessuras finitas, construída sobre a superfície fina de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima classifica – se tradicionalmente em tipos básicos: rígidos e flexíveis. O trabalho mostra o aproveitamento do material reciclado para a pavimentação e apresenta vantagens como utilização de quantidade significativa do material reciclado, tanto na fração miúda, quanto na graúda, simplificado dos processos de execução do pavimento e de produção do agregado reciclado (BERNUCCI, 2012).

## MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento bibliográfico ocorreu no período de fevereiro a maio de 2015. A coleta de dados foi realizada principalmente mediante à estudos e interpretação de trabalhos relacionados ao assunto, que foram convertidos em conhecimentos básicos para à escrita desse projeto. Nos bancos de dados Scielo, Bireme, Biblioteca Virtuais etc.

A revisão literária teve como fonte de pesquisa dissertações de mestrados, monografias acadêmicas de universidades estaduais e federais do Brasil, artigos apresentados em congressos sobre o tema que estudaram a aplicação dos agregados reciclados do entulho para a produção de pavimento. As periodicidades das publicações correspondem de 1980 a 2014 e para a procura dessas publicações foram definidas as seguintes palavras chaves (RCD, Pavimentação, Agregado Reciclado, Construção Civil), com isso, foi possível identificar as principais metodologias construtivas na pavimentação.

A partir dos conhecimentos adquiridos por meio da leitura dos trabalhos pesquisados, encontrou-se casos relevantes que devem ser mostrados nesse projeto. Para a escolha das publicações foram usados critérios de inclusão: textos completos em português, delimitados a partir da temática estudada. As informações obtidas, e os estudos realizados proporcionaram o comparativo econômico do método convencional, para o método utilizando na pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego dos agregados na produção de componentes usados na pavimentação, vem sendo intensificado nos últimos anos e embora as pesquisas realizadas, indiquem um bom potencial para utilizar agregados reciclados para esse fim, o seu uso é relativamente pequeno, sendo que uma das maiores dificuldades para a aplicação do agregado reciclado é sua variabilidade.

Zordan (1997), Leite (2001), entre outros autores, avaliaram a viabilidade técnicas da utilização desses materiais em relação as propriedades mecânicas e concluíram que agregados reciclados podem sim ser utilizados na pavimentação.

Tabela 1 - Casos de usos de RCD em pavimentação

Locais	Tipo	Uso	Resultados
Belo Horizonte nas Av.Raja Gabaglia Av.Mário Werneck	Flexível	Camadas de reforço do subleito, sub-base e base da pavimentação	Similaridades nas estruturas dimensionadas com agregados reciclados e convencionais
Espanha	Flexível	Agregado reciclado de RCD em troca do agregado graúdo no concreto asfáltico	Vantagens econômicas para obras, e minimiza os impactos socioambientais que os resíduos causam
Manaus (AM)	Flexível	Retirado do seixo (agregado graúdo) da mistura asfáltica e colocaram agregados reciclados	As misturas com agregado reciclado precisa de uma maior quantidade de ligante, pois estes materiais apresentaram maior porosidade que os convencionais
New Jersey EUA	Rígido	Emprego de agregados reciclados de concreto em base e sub-bases de pavimentos	Amostras de agregados reciclados de concreto e as misturas de agregados reciclados de concreto com BGS apresentam resultados de módulo de resiliência superiores ao da BGS

Fonte: Acervo do autor (2015)

Para se obter uma análise de valor de custo com a utilização do agregado reciclado na construção de camadas de vias pavimentadas, é necessário um dimensionamento de pavimentação usando o método empírico do DNIT, no qual pode ser realizado com base no CBR do subleito de valor igual ao do solo natural do local. Através desse estudo realizado junto com as normas do DNIT se encontra as exigências do material para as camadas de reforço de subleito, sub-base, base, revestimento. De posse dos dados mencionados, utiliza-se o ábaco do DNIT para a determinação da espessura total do pavimento.

Adotando valores para as espessuras das camadas de base, sub-base e reforço do subleito com forme pesquisa feito no DNT. A tabela 2 apresenta as características da estrutura de pavimento com material de RCD.

Tabela 2 - Características da estrutura do pavimento com RCD deste estudo

Camada	Material	Espessura (cm)	ISC
Base	Brita corrida	10	0,82
Sub-base	Pó de pedra	10	0,267
Reforço do subleito	Selec. CBR>10	40	3,00%

Fonte: Adaptado de GUIMARÃES (2011)

As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores para as estruturas com material convencional e com RCD nas camadas de base e sub-base, respectivamente, considerando uma área de 10 000 m<sup>2</sup>.

Tabela 3 - Custos das estruturas do pavimento com material convencional

Camada	Material	Espessura (cm)	Custo	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>3</sup> )	Valor Total
Base	Brita corrida	10	54,74 R\$/m <sup>3</sup>	10.000	1.000	R\$ 54.740,00
Sub-base	Pó de pedra	10	52,05 R\$/m <sup>3</sup>	10.000	1.000	R\$ 52.050,00
Reforço do subleito	Selec. CBR>10	40	3,04 R\$/m <sup>3</sup>	—	—	—

Fonte: Adaptado de GUIMARÃES (2011)

Tabela 4 - Custos das estruturas do pavimento com RCD.

Camada	Material	Espessura (cm)	Custo	Área (m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>3</sup> )	Valor Total
Base	Brita corrida	10	25,00 R\$/m <sup>3</sup>	10.000	1.000	R\$ 25.000,00
Sub-base	Pó de pedra	10	25,00 R\$/m <sup>3</sup>	10.000	1.000	R\$ 25.000,00
Reforço do subleito	Selec. CBR>10	40	3,04 R\$/m <sup>3</sup>	—	—	—

Fonte: Adaptado de GUIMARÃES (2011)

Ressalta – se que os custos referentes ao material convencional foram retirados do sistema de custos da Empresa de Obras públicas do Governo do Estado do Rio de Janeiro, e dados obtidos projeto de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade federal do Rio de Janeiro “**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE DE PAVIMENTOS**”

Tabela 5 - Comparativo entre convencional e RCD.

Material	Brita corrida	Pó de pedra	Transporte	Total
<b>Convencional</b>	R\$ 54.740,00	R\$ 52.050,00	R\$ 56.206,89	R\$ 162.996,89
<b>RCD</b>	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 12.040,37	R\$ 62.040,37
<b>Diferença</b>	R\$ 29.740,00	R\$ 27.052,00	R\$ 44.166,52	R\$ 100.958,52
<b>RCD/ Convencional</b>	47,40%	48,03%	21,40%	38,06%

Fonte: Adaptado de GUIMARÃES (2011)

De acordo com os resultados obtidos no quadro 5 observa-se que existe uma diferença no custo total de R\$ 100.958,52, no qual a estrutura de pavimento com RCD é bem mais barata do que a estrutura com material convencional. O custo baixo de transporte de RCD se obteve principalmente pelo o fato que se foi a uma distância pequena do local da obra (4 km), enquanto que o material convencional está localizado a 25 km.

## CONCLUSÕES

Em relação a destinação final dos RCD, observa-se que é necessária uma melhor gestão por parte dos geradores, explicitamente no que se diz respeito a diminuir as perdas no processo produtivo e na reutilização dos materiais reaproveitáveis, com intuito a diminuir a quantidade de resíduo produzido, bem como o envio dos RCD aos locais apropriados. Em termos de reformas e demolições, faz-se necessário a absorção da prática do reuso e da reciclagem dos RCD, o que, desta forma, reduziria o volume dos materiais descartados.

O presente trabalho indicou que o agregado reciclado para a pavimentação, não afeta a resistência, tampouco a durabilidade do pavimento. Do ponto de vista financeiro o uso de agregados traz benefícios em diferentes aspectos.

Além dos benefícios ambientais que são obtidos utilizando o material reciclado para base, sub-base, e subleito de pavimentação, neste trabalho ainda pode – se verificar um ganho significativo de custos, ou seja, uma economia considerável, uma vez que o material reciclado é bem mais barato que o convencional e principalmente sendo considerado que o RCD não apresenta perdas em relação a resistência.

Assim, o emprego dos agregados reciclados na pavimentação não só proporciona uma redução considerável na extração da matéria – prima provenientes de jazidas, como também apresenta soluções para destinação dos resíduos sólidos da construção civil.

Portanto, neste trabalho fica demonstrado que o uso do agregado reciclado, como sub-base e subleito de pavimentos é economicamente viável e mostra uma alternativa de matéria prima mais barata.

## REFERÊNCIAS

- ANGULO, S.C. et al. Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição. In: VI Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil. IBRACON CT-206. São Paulo, 2004.
- BERNUCCI, L. L. B. ; MOTTA, Laura Maria Goretti da ; CERATTI, Jorge Augusto Pereira ; SOARES, Jorge Barbosa . Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros. 2a Edição. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2012.
- DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. Especificação de serviço. Rio de Janeiro 2014.
- GUIMARÃES, N. Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida. Trabalho de Conclusão de Curso 2011, 80p. Universidade da Amazônia, Belém, 2011.
- LEITE, M. B. Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.
- PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ZORDAN, S. E. A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.