



## **APLICAÇÃO DE ENTULHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL RECICLADO EM PAVIMENTAÇÃO DE BAIXO-CUSTO**

**Rosângela dos Santos Motta**

**Liedi Légi Bariani Bernucci**

Departamento de Engenharia de Transportes

Universidade de São Paulo

### **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo apresentar o estudo da utilização de entulho de construção civil reciclado para pavimentação de baixo custo em vias de baixo volume de tráfego, empregando-os como reforço de subleito, sub-base ou base. Segundo o GEIPOT (2000), apenas 9,5% da malha rodoviária brasileira é pavimentada verificando-se, desta forma, a necessidade de se encontrar alternativas aos onerosos métodos tradicionais para suprir a carência nesse setor. Uma possibilidade é a utilização de resíduos de construção civil, que são gerados em grandes quantidades nas cidades brasileiras de grande e médio porte e que, normalmente, são descartados em áreas impróprias como rios, córregos, ruas, terrenos baldios e áreas de mananciais, gerando grandes problemas de degradação sócio-ambiental. Com isto, este material pode se apresentar como uma alternativa para o problema descrito, já que apresenta custo inferior e favorece o meio-ambiente. Para tanto, o estudo do comportamento do entulho reciclado numa estrutura de pavimento será feita, inicialmente, através da realização de ensaios de: (a) caracterização do material, (b) composição granulométrica, (c) determinação das propriedades mecânicas, (d) simulação dos valores obtidos utilizando o programa computacional ELSYM 5. A partir daí, comparar-se-á suas características com a dos materiais comumente empregados. Além disso, será acompanhado e monitorado trecho experimental a ser realizado no Município de São Paulo para estudar o desempenho destes materiais em pista.

### **ABSTRACT**

This work presents a study on using recycled rubble from civil construction in low cost paving of low traffic roads, employing it as reinforcement of subgrade, sub-base or base. According to GEIPOT (2000), only 9.5% of the Brazilian roads are paved, therefore verifying the need to find alternatives to the expensive traditional methods, in order to meet the demand in this area. One possibility is the use of civil construction residues, which are generated in a great amount in medium-sized and large-sized Brazilian cities and which are normally, discarded in inappropriate areas such as rivers, streams, streets, waste grounds and spring areas, creating a large number of problems related to social and environmental degradation. This material can thus be an alternative to the problem described, because it presents lower cost and favors the environment. A study on the behavior of recycled rubble in a structure pavement will initially be carried out through some laboratory tests such as: (a) characterization of the material, (b) gradation, (c) laboratory tests to determine the mechanical properties of the material, (d) simulations with the values obtained using the ELSYM 5 software. Later, a comparison of its characteristics will be performed with the material commonly employed. Adding to this, an experimental road section in São Paulo city will be observed and monitored to study the performance of these materials in a real situation.

### **1. RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA**

Segundo dados da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) referentes ao ano de 2000, cerca de 9,5% das rodovias brasileiras são pavimentadas, fazendo com que haja uma grande carência nesse setor que é responsável pela maior parte do escoamento da produção nacional. Para redução dos custos de transporte é necessário o desenvolvimento de tecnologia para construção de pavimentos de baixo-custo para viabilizar obras que, empregando soluções tradicionais onerosas, dificilmente seriam construídas.

Uma alternativa é o uso de resíduos, que reduzam os custos das obras e auxiliem a disposição correta destes materiais. Aliado a isto, a grande quantidade de entulho de construção civil gerado nas cidades de grande e médio porte tem sido um grande problema. Pode-se citar como exemplo a cidade de São Paulo, que gera diariamente cerca de 17.000 toneladas de



entulho e apenas 15% desse material é entregue diariamente nas duas unidades públicas de recepção ([www6.prefeitura.sp.gov.br](http://www6.prefeitura.sp.gov.br)). Ou seja, diariamente, mais de 12 mil toneladas de entulho são dispostas de maneira irregular em vários locais da cidade como rios, córregos, ruas, terrenos baldios e áreas de mananciais gerando um grande problema de degradação sócio-ambiental bem como de desperdício deste material que, reciclado pode ser utilizado, dentre outras maneiras, em pavimentação (<http://www.reciclaveis.com.br>). A Tabela 1 mostra as porcentagens de aproveitamento dos resíduos na cidade de São Paulo.

**Tabela 1:** Porcentagem de aproveitamento do entulho de construção civil  
(<http://www.reciclaveis.com.br>)

Material	Como é aproveitado	Fração reciclável
Solos, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto	Triturado, formando o agregado	Cerca de 80%
Metais, plásticos, papel, vidro, madeira	São separados e vendidos para indústrias recicladoras, que podem devolvê-lo ao mercado em forma de matéria-prima	Cerca de 10%
Tintas, solventes, óleos, entulho oriundos de reparos de clínicas radiológicas e instalações industriais	Não podem ser reciclados porque são potencialmente tóxicos	Cerca de 10%
Produtos oriundos do gesso	Não há tecnologia economicamente viável para a reciclagem	Fração pequena

Nos Estados Unidos, Japão, França, Itália, Inglaterra, Alemanha dentre outros países a reciclagem de entulho já se consolidou, com centenas de unidades instaladas. No Brasil as primeiras experiências ocorreram no município de São Paulo com a instalação de uma usina recicladora em 1991. Posteriormente, algumas outras cidades também instalaram uma política de gerenciamento de entulho como Ribeirão Preto, Londrina e Belo Horizonte.

“O aproveitamento do entulho reciclado na pavimentação apresenta diversas vantagens, uma vez que utiliza tecnologia bastante simples e consome grandes quantidades de material” (CARNEIRO, A. P. *et al*, 2000). Somando-se a isso Bodi *et al*. (1995) citam ainda outras vantagens como:

- Diminuição dos custos de pavimentação;
- Diminuição dos custos de operação dos aterros, devido à menor quantidade de entulho envolvido;
- Necessidade de áreas menores para a manutenção dos aterros, em função do prolongamento da vida útil dos existentes;
- Melhoria das condições de saneamento dos municípios, com conseqüente melhoria no aspecto visual;
- Economia de jazidas minerais, devido à menor velocidade de exploração das mesmas, com conseqüente diminuição da agressão ao meio-ambiente.

## 2. OBJETIVO DA PESQUISA

A pesquisa tem como objetivo avaliar as características físicas do entulho de construção civil reciclado e estudar o comportamento mecânico deste material quando sendo parte constituinte de camada de reforço do subleito, base ou sub-base para pavimentação de baixo-custo em vias



de baixo volume de tráfego. A partir dos dados obtidos, será feita uma comparação com os materiais comumente utilizados.

### 3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada nesta pesquisa será a seguinte:

- Revisão bibliográfica: que tem como função proporcionar o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento da pesquisa;
- Caracterização do material (composição, natureza): nesta fase da pesquisa serão coletados materiais provenientes da usina recicladora de São Paulo e serão feitos ensaios de avaliação das características do material como Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Granulometria;
- Composição das misturas: serão realizadas composições granulométricas do entulho reciclado;
- Determinação das propriedades mecânicas: serão compactados vários corpos de prova e serão realizados ensaios de resistência (CBR), compressão simples (quando couber) e de módulo de resiliência;
- Simulação dos resultados obtidos em computador: esta simulação consistirá na aplicação do material como camada de pavimento e estudo do seu comportamento em tipos de estruturas diferentes.

### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E COMPARAÇÃO DE COMPORTAMENTO

Nesta etapa final, serão avaliados todos os resultados obtidos para cada mistura e posterior comparação de suas características com materiais tradicionalmente empregados.

Será acompanhado e monitorado trecho experimental a ser realizado no Município de São Paulo para estudar o desempenho destes materiais em pista.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BODI, J.; BRITO FILHO, J. A.; ALMEIDA, S. de. Utilização de entulho de construção civil reciclado na pavimentação urbana. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29., Cuiabá, 1995. **Anais**. Rio de Janeiro: ABP, 1995. p.409-436.
- CARNEIRO, A. P. et al. Utilização do entulho reciclado de Salvador na execução de bases e sub-bases de pavimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 5., Salvador, 2000. **Anais**. Disponível em: <[http://www.derba.ba.gov.br/news\\_encr\\_trab.htm](http://www.derba.ba.gov.br/news_encr_trab.htm)>. Acesso em: 16 jun. 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES – GEIPOT. Brasília. **Anuário estatístico**. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/novaweb/indexanu.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2003.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. São Paulo. **Reciclagem de entulho**. Disponível em: <[www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicoseobras/projetos/ecoponto/0001](http://www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicoseobras/projetos/ecoponto/0001)>. Acesso em: 16 jun. 2003.
- RECICLAVEIS.COM.BR. **Descentralização do recebimento de entulho em SP**. Disponível em: <<http://www.reciclaveis.com.br/noticias/00208/0020508recebimento.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2003.

Rosângela dos Santos Motta e Liedi Légi Bariani Bernucci  
Laboratório de Tecnologia de Pavimentação – PTR – Escola Politécnica da USP  
Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, nº 83  
Cidade Universitária – São Paulo – SP – CEP 05508-900