

Utilização de Resíduos de Construção e Demolição em base de Pavimentos na Cidade de Uberlândia-MG

José Franklin Moreira
João Fernando Dias
Maria Elisa B. Rezende

1. INTRODUÇÃO

A utilização de Resíduos de Construção e Demolição em pavimentos urbanos, consolida-se como uma das alternativas mais viáveis, considerando que uma camada com 20 cm de espessura e 8 m de largura, após compactada, consome cerca de 2,00 m³ de resíduos beneficiados, contribuindo, de forma significativa, não só para a redução de danos ambientais, pois é comum a utilização de depósitos clandestinos nas margens dos rios e córregos, mas também para a consolidação de políticas públicas de gestão de resíduos sólidos.

A entrada em vigor da Resolução 307/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) foi um decisivo marco no incremento das discussões e envolvimento de importantes setores da sociedade na busca de soluções alternativas para uso racional destes inertes.

Acrescente-se aos fatores acima citados, o problema cada vez maior de se obter jazidas de materiais adequados para construção de camadas do pavimento, sem muito dano ambiental e com distâncias de trans-

porte razoáveis, que a vantagem de se utilizar o entulho reciclado no lugar do cascalho de jazidas naturais se torna ainda mais expressiva.

2. SITUAÇÃO ATUAL NO BRASIL

Soluções para o uso dos resíduos sólidos de construção reciclados vêm sendo pesquisadas e desenvolvidas em vários centros urbanos. Em Belo Horizonte, onde a Prefeitura conseguiu desenvolver metodologias para emprego de reciclados como base de pavimentos, a técnica é empregada com sucesso comprovado pelas obras efetuadas e acompanhadas.

De acordo com NUNES (2004), dos 5.507 municípios brasileiros, apenas 2% tem algum tipo de tratamento de RCD. Com relação ao beneficiamento do material, existem hoje 16 unidades de reciclagem em operação no Brasil, localizadas nas cidades de Belo Horizonte, São Paulo, Ribeirão Preto, São José dos Campos, Londrina, Piracicaba, Guarulhos, Ribeirão Pires, São José do Rio Preto, Macaé, Brasília, Rio de Janeiro, São Gonçalo e Vinhedo.

Na cidade de Uberlândia, o pro-

blema dos entulhos da construção civil vem sendo discutido desde 2000, contando atualmente com o apoio da Câmara de Entulhos do SINDUS-CON-TAP, com a participação da Prefeitura Municipal (Secretarias de Obras, Meio Ambiente e Serviços Urbanos), Caixa Econômica Federal, Universidade Federal de Uberlândia e empresas transportadoras de entulhos de obras, com o objetivo de estruturar a atividade de transporte e deposição final de entulhos, para atendimento à Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, dando subsídios ao poder municipal para regulamentação do uso, transporte e disposição final dos resíduos sólidos de construção.

3.2. PAVIMENTOS COM BASE DE RCD EM UBERLÂNDIA

3.1 - HISTÓRICO

Uberlândia, com 600.000 habitantes, produz diariamente 1.700 ton de resíduos sólidos. Segundo informações da Secretaria Municipal

Tabela 1 - Caracterização do RCD

MISTURA (%)					GRANULOMETRIA							COMP (PI)		IP	CBR
FINO	B0	B1	B2	CÓDIGO	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	DMAX	WOT		
30	35	35	-	M1	100	97,2	69,5	42,5	31,6	20,4	5,8	1,913	6,6	NP	60
40	30	30	-	M2	100	95,0	59,7	34,4	25,3	15,6	4,6	1,919	7,6	NP	75
50	30	20	-	M3	100	98,7	78,9	55,2	41,9	27,7	8,2	1,917	7,5	NP	65
60	-	20	20	M4	100	93,8	72,6	58,1	45,3	26,0	7,5	1,928	11,0	NP	102
70	-	20	10	M5	100	93,7	72,3	57,9	45,3	24,6	6,8	1,913	10,7	NP	112
BRITA CORRIDA					100	97,5	77,3	60,8	49,2	31,4	10,3	2,020	9,3	NP	115

de Serviços Urbanos, as principais fontes geradoras são:

- Construções e demolições => 63%
- Comércio e residências => 25%
- Hospitais, capina, varrição e outros => 12%

A partir de 2000, considerando a demanda crescente contraposta pela dificuldade de locais apropriados para deposição e o posicionamento das centrais de entulhos, o assunto entrou na pauta permanente de discussão da Administração Municipal junto ao SINDUSCON –TAP (Câmara de Entulhos) e empresas transportadoras. Ao mesmo tempo, iniciou-se, na Faculdade de Engenharia Civil da UFU, pesquisas para definição de parâmetros que permitissem a utilização de resíduos sólidos reciclados em camadas de pavimentos urbanos.

A primeira aplicação deste material, após estudos e definição do comportamento, foi feita em 1600 m da via de acesso à ETE-Uberabinha (DMAE), em junho de 2003, estando esta pista em observação permanente.

Em setembro de 2005, a Prefeitura de Uberlândia, através da Secretaria de Obras e já com base em especificações técnicas constantes do edital de licitação, proporcionou a alternativa de utilização do RCD britado na execução da base do pavimento, em uma extensão de 880 m, da pista direita da Av. Nicomedes Alves dos Santos na ligação com o Anel Viário de Uberlândia, sendo que a base da pista esquerda, com a mesma extensão, foi executada com material de jazida.

3.2 - ESTUDOS PARA EXECUÇÃO DE BASE NA VIA DE ACESSO À ETE E SETOR USINAS

Para o primeiro trecho executado com o RCD, acesso à ETE-UBERABINHA e Setor Usinas, com uma solicitação muito significativa, já que pela via passa todo o tráfego do Aterro Sanitário e do Setor Usinas, foram desenvolvidos os primeiros estudos, objetivando não só conhecer o comportamento, como estabelecer parâmetros de execução e controle dos serviços.

Gráfico 1 – Relação Massa Específica Ap.Seca x Energia de Compactação

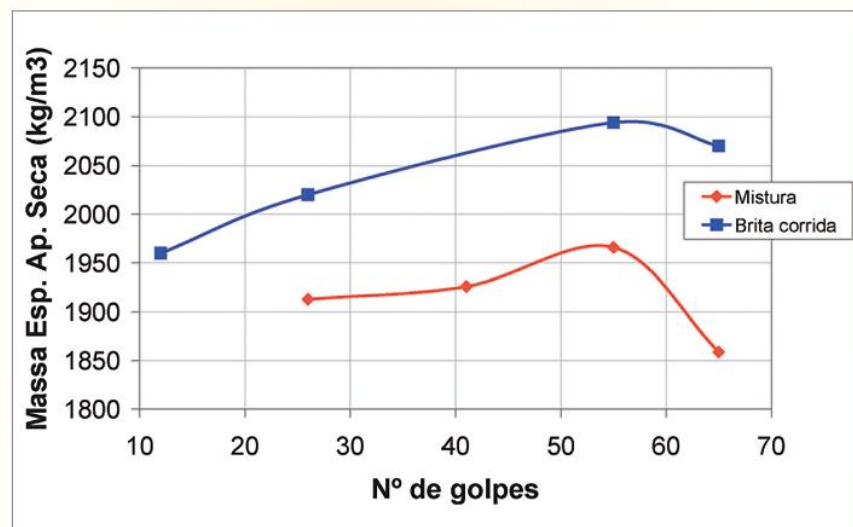


Tabela 2- Caracterização do RCD tipo "brita corrida"

GRANULOMETRIA							COMPAC		CBR
1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	DMAX	WOT	
100	91,1	83,2	67,2	54,3	41,5	13,2	1870	13,4	115

A partir das misturas com variação proporcional do material miúdo passando na peneira de 4,8 mm, e do material graúdo definido pelas peneiras de 19,2 mm e 9,5 mm, verificou-se a correspondente variação da resistência mecânica do material, com base no ensaio CBR, para a escolha da proporção mais adequada, conforme se apresenta na Tabela 1.

A tendência de quebra da parcela do material reciclado correspondente aos resíduos de argamassa, tijolos e telhas, com a energia de compactação, foi notada durante a execução dos ensaios, principalmente nas misturas com 30 e 40% de material fino. Na continuidade dos ensaios, com o aumento da proporção de finos, observou-se não só a redução daquela tendência, como também o aumento do valor do CBR de forma significativa, o que ensejou a opção pela mistura M5 para utilização na base do pavimento.

Com o objetivo de se estabelecer, não uma metodologia, mas um parâmetro relacionado à estabilidade da mistura utilizada quanto às deformações permanentes, tomou-se por base a variação da densidade com a energia de compactação, como é normalmente utilizada no solo brita. Embora haja controvérsias quanto à utilização do parâmetro densidade do material granular como limita-

dor de deformações permanentes, a literatura técnica apresenta muitas opiniões favoráveis (DIAS, 2004), considerando que o aumento da

densidade melhora a resistência e a rigidez. Com estas considerações, e em conformidade com os resultados visualizados no Gráfico 1, elegeru-

Figura 1 - Execução da pista com RCD



Figura 2 - Aspecto do RCD na pista



se a energia do Proctor Modificado como especificação de compactação do RCD.

3.3 - EXECUÇÃO DA PISTA

Os serviços de conformação, regularização e base da via foram executados pela Secretaria Municipal de Obras da Prefeitura Municipal

de Uberlândia, com o RCD coletado e selecionado pela empresa Bom Jesus, e britado pela empresa CTR – Britagem, Indústria e Comércio.

Para a execução do pavimento, em uma pista com largura de 8,00 m, sem acostamento, foi feita uma regularização no revestimento primário existente, adotado como sub-

leito, e executada a camada de base de RCD com 20,0cm de espessura. O revestimento foi executado com 3,0 cm de espessura de CBUQ, usando como ligante o asfalto-borracha.

Utilizam esta pista, diariamente, os caminhões que transportam todo o lixo doméstico da cidade, além do tráfego de três usinas de asfalto e dois britadores. O trecho foi concluído em setembro de 2003 e o acompanhamento feito até fevereiro de 2006, não registrando defeitos relacionados com a estrutura do pavimento.

Figura 3 - Pista imprimada



Figura 4 – Pista asfaltada



3.4 - UTILIZAÇÃO DO MATERIAL COM BRITAGEM TIPO BRITA CORRIDA

Após se estabelecer a proporção mais adequada para a mistura a partir do material classificado, bem como verificando o seu enquadramento granulométrico, o próximo passo foi a realização de uma experiência com a operação de britagem sem a classificação granulométrica, optando-se pela conhecida "brita corrida".

O resultado foi bastante satisfatório, com os resultados da granulometria e resistência apresentados nas Tabelas 1 e 2.

No prolongamento da Av. Nicomedes Alves dos Santos até o Anel Viário de Uberlândia, em uma extensão de 880 m em pista dupla, em uma das pistas foi utilizada base do pavimento como o RCD e, na outra pista, utilizou-se material de base proveniente de jazida. Esta aplica-

ção, por se basear em solicitações semelhantes, vai permitir um acompanhamento comparativo de desempenho, com os procedimentos de ensaios e investigações periódicas, ao longo do período necessário para conclusões mais precisas, que permitam inteira segurança na utilização dos resíduos de construção e demolição nos pavimentos da nossa cidade.

Para a execução desta pista, foi usado o RCD com britagem não classificada, apresentando-se os resultados dos ensaios na Tabela 2 e aspectos da execução nas Figuras de 5 a 8.

3.5 - DEFINIÇÃO DO USO DE RECICLADOS DE RCD EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO URBANA DE UBERLÂNDIA

O relativo sucesso nas experiências levadas a efeito, em um período de quase três anos, em pistas com volume de tráfego representativo das maiores solicitações em vias urbanas da cidade, aliadas ao desenvolvimento de pesquisas pela FECIV (Faculdade de Engenharia Civil da UFU) e com base nas Especificações Técnicas PMSP-ETS 001/2003 da Prefeitura Municipal de São Paulo, a Secretaria de Obras passou a incluir, em seus editais de concorrência, a opção de utilização de materiais reciclados de RCD em camadas de base de pavimentos em vias locais, consolidando um Modelo de Gestão de Resíduos Sólidos, através do incentivo ao reaproveitamento de

Figura 5 - Compactação do RCD



Figura 6 - Liberação da pista



materiais e tratamento dos resíduos da construção e demolição (RCD), para a execução de bases ou sub-bases de pavimentos urbanos.

4. CONCLUSÃO

As experiências com este tipo de material em Uberlândia demonstraram, até agora, um com-

portamento estrutural bastante animador, sem que tenham sido observados defeitos oriundos do material aplicado.

O maior problema que se apresenta em relação ao RCD, diz respeito à heterogeneidade do material, o que obviamente influi em suas características e comportamento e

Figura 7 - Imprimação da base RCD



Figura 8 - Pista asfaltada



ainda se traduz em dúvidas e dificuldades de utilização mais ampla. Estudos e pesquisas certamente conduzirão a resultados que permitam o emprego generalizado dos RCD, contribuindo para a consolidação do desenvolvimento sustentável e a redução significativa dos danos ambientais por eles provocados. Para

isto, a regulamentação e incentivo na utilização dos resíduos sólidos de construção e demolição pelos órgãos públicos, a participação efetiva no beneficiamento, utilização e comercialização por parte da iniciativa privada, motivada pela oportunidade de mercado, e a continuidade das pesquisas nas Universidades,

certamente conduzirão ao resultado que todos esperamos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAS, J.F., "Avaliação de Resíduos de Fabricação de Telhas Cerâmicas para o seu Emprego em Camadas de Pavimentos de Baixo Custo". São Paulo, 2004. Tese doutorado – EPUSP. 202 p.
- JOHN, V. M., AGOPYAN, V. Reciclagem de Resíduos da Construção. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP (PCC USP)- artigo
- PINTO, T. P. Metodologia para Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. São Paulo, 1999. Tese (doutorado) – Escola Politécnica-USP, 189p.
- PMBH – SINDUSCON-MG. Cartilha de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a Construção Civil – Grupo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Construção Civil – 2000
- PMSP/ETS- 001/2003: "Especificação de Serviço para Camadas de Reforço, Sub-Base e Base mista de Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos de Construção Civil" DOM-SP março/2003.
- PMU/SMSU. Resíduos de Construção em Uberlândia-Relatório Final. Out/2000

José Franklin Moreira atua na Prefeitura Municipal de Uberlândia, Secretaria de Obras (smo@uberlandia.mg.gov.br)

João Fernando Dias atua na Universidade Federal de Uberlândia; Faculdade de Eng.^a Civil (feciv@ufu.br)

Maria Elisa B. Rezende atua na Universidade Federal de Uberlândia; Faculdade de Eng.^a Civil (feciv@ufu.br)