

Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição e sua utilização como base, sub-base e mistura betuminosa em pavimento urbano em Goiânia - GO

RESUMO

Os Resíduos de Construção e Demolição-RCD representam cerca de 50% de todo o resíduo sólido gerado. A deficiência na gestão desses resíduos causa vários danos à sociedade, como: prejuízo à circulação de pessoas e veículos, degradação da paisagem urbana, dentre outros. A Resolução nº. 307 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio - CONAMA estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a Gestão dos Resíduos da Construção Civil, criando responsabilidades para a cadeia gerador/ transportador/ receptor/ municípios. Por ser um serviço muito oneroso, ainda é comum encontrar resíduos pelas ruas da cidade, mostrando claramente a dificuldade que há na gestão desses resíduos. Gestão essa, que se deve iniciar no canteiro de obra, evitando desperdícios e reutilizando sobras na própria obra, além de classificar e separar corretamente todo o resíduo produzido e, só após, partir para o beneficiamento e reciclagem. Através de revisão bibliográfica, o trabalho discutirá medidas que poderão ser tomadas para evitar a disposição irregular desses resíduos produzidos na cidade de Goiânia, buscando alternativas para a reutilização dos resíduos em forma de agregados utilizados como base, sub-base e mistura betuminosa em pavimentos urbano.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de construção e demolição; reciclagem.

ABSTRACT

Construction and demolition waste represents about 50% of urban solid waste. The deficiency in the management of such waste causes extensive damage to society, such as damage to the movement of people and vehicles, degradation of the urban landscape, among others. Resolution 307, July 2002, the National Environment Council - CONAMA establishes guidelines, criteria and procedures for Waste Management of Construction, creating responsibilities for the chain generator, transporter / receptor / municipalities. Because it is a very expensive service, it is still common to find debris in the streets of the city, showing clearly that there is difficulty in managing such waste. Management that, is due to start work on the building, avoiding waste and reusing leftovers in his own work, and properly sort and separate all the waste produced, and only after, depart for the processing and recycling. Through literature review, the paper discusses measures that could be taken to prevent the illegal disposal of waste generated in the city of Goiania, seeking alternatives for the reuse of waste in the form of aggregates used in the base, sub base and bituminous mixture in urban pavement..

KEYWORDS: Construction and demolition waste; recycling.

Wilson Marques Silva

Mestre, Universidade Federal de Goiás.
E-mail: wilsoncefet@hotmail.com

Regis de Castro Ferreira

Doutor, Universidade Federal de Goiás.

Lahuana Oliveira de Souza

Graduada, Instituto Federal de Goiás.

Adriana Marques Silva

Graduada, Uni Anhanguera.

INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e vem desenvolvendo-se nos últimos anos devido ao aumento acentuado da população, principalmente, nos grandes centros urbanos; por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. Estima-se uma geração de resíduos muito variáveis, onde os valores encontrados em biografias internacionais variam de 163 a mais de 3000 kg/hab.ano, e os valores típicos são estabelecidos na faixa de 400 e 500 kg/hab.ano, que são valores iguais ou superiores aos do lixo urbano (JOHN 2000).

A cidade de Goiânia-GO produz aproximadamente 45 mil toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) por mês de acordo com a Companhia de Urbanização de Goiânia - COMURG, 2009. Os impactos negativos causados por essa grande quantidade de resíduos gerados e pelo descarte irregular constituem um dos problemas mais graves enfrentados pela Administração Pública. Esses impactos causam o esgotamento das áreas de

disposição de resíduos, a degradação de mananciais e a proliferação de vetores de doenças, além de ocasionar grandes gastos à municipalidade.

Uma das linhas de pesquisas dentro da engenharia do meio ambiente e do setor da construção civil são a valorização e utilização de RCD no desenvolvimento de materiais de construção civil. Outra é a da valorização, desenvolvimento e utilização de materiais de construção alternativos provenientes de recursos renováveis e de baixo consumo de energia que tenham baixa toxicidade e que não gerem poluentes.

Nos RCD são encontrados normalmente restos de argamassa, concreto, materiais cerâmicos, materiais metálicos, madeiras, vidros e materiais plásticos. Os restos de argamassa, concreto e materiais cerâmicos, encontrados em maior volume, podem ser adicionados a matrizes de concreto ou solo-cimento, e a grande maioria dos outros resíduos podem ser reciclados, como por exemplo plásticos e madeira.

Assim, a reciclagem seria a melhor alternativa para reduzir os impactos ambientais. É prioritário que o setor da construção civil desenvolva capacidade de reciclar seus próprios resíduos, cujo volume e forma de deposição atualmente apresentam grandes conseqüências

ambientais (JOHN, 2000). O objetivo deste artigo é apresentar o gerenciamento de RCD e sua utilização na pavimentação urbana de Goiânia, GO.

Resolução CONAMA 307 e importância da reciclagem

Atualmente a questão ambiental, mais especificamente a questão dos RCD tem sido amplamente discutida em vários setores da sociedade, seja no âmbito do poder público, seja nas entidades representantes de classe e organizações relacionadas ao meio ambiente. A indústria da construção civil em Goiânia continua crescendo, trazendo consigo um problema de disposição final do resíduo gerado que assume uma magnitude alarmante. Com a publicação da Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA em 2002, e após esta entrar em vigor, o aterro sanitário municipal não pode mais receber os resíduos provenientes das construções. Conforme disposto no parágrafo §1º do Art. 4º dessa resolução, "os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de bota-fora, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei." (Figura 1).



Figura 1 - Descarte irregular de resíduos da construção - Córrego Cascavel-Goiânia-GO

De acordo com a Resolução CONAMA 307, de cinco de julho de 2002, Art. 3º, os RCD são classificados da seguinte maneira:

Classe A - são os resíduos

reutilizáveis como agregados, tais como:

a) De construção, demolição, reformas e ou reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;

b) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos; papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C - são resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/ recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso, sacos de cimento;

Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

O processo de reciclagem envolve uma série de atividades, compreendendo coleta de resíduos, classificação e processamento, para que desta forma, possam ser reutilizados como matéria-prima na manufatura de bens que antes eram feitos apenas a partir de matéria-prima virgem (JARDIM, 1995). A utilização de resíduo constituído de fragmentos ou restos de tijolos, concreto, argamassa, madeira e outros materiais usados na construção de edifícios, materiais considerados inertes, devem ser considerados sempre que possível, pois o setor da construção civil necessita de uma grande variedade de materiais, produz um grande volume de resíduo e, também, porque esses resíduos incorporados aos produtos utilizados no setor estarão imobilizados por um longo período de tempo, uma vez que a vida útil destes materiais é, freqüentemente, muito

longo.

Mais de 75% do total de resíduos poderiam ser reutilizados ou reciclados. Avaliações feitas na Austrália indicam que mais de 40% dos RCD são reutilizados ou reciclados e que a maior parte desse volume é composta por resíduo de concreto. Na Suécia, por exemplo, cerca de 60% de todo asfalto e cerca de 80% de toda madeira são convertidos em energia (LEVY, 1997).

No mundo o país com melhor índice de aproveitamento de RCD é a Holanda, com índices próximos a 80%. No Brasil, essa prática é mais recente, iniciou-se na década de 1980 com uso de pequenos moinhos em construção de edifícios, aproveitando-se resíduos de alvenaria para a produção de argamassas aplicadas em emboço (LEVY, 1997).

Parte do material é aplicada na produção de concreto, argamassa e na fabricação de componentes para alvenaria, pavimentação e infra estrutura urbana (blocos, briquetes, meios fios etc.).

A reciclagem tende a avançar, pois o RCD é gerado em grande quantidade e demanda grandes áreas para sua destinação, as quais estão cada vez mais escassas em várias cidades do país. A reciclagem de RCD pode gerar economia de recursos financeiros, o que é mais um fator de incentivo à sua implementação. Segundo John (2001) a reciclagem de RCD pode ser uma oportunidade de transformação de fontes de despesa em faturamento ou de, pelo menos, redução das despesas. As vantagens daí decorrentes são extremamente visíveis, principalmente nos dias atuais.

O processo de reciclagem pode ser classificado em dois tipos: reciclagem

primária e reciclagem secundária. A reciclagem primária é definida como reciclagem do resíduo dentro do próprio processo que o originou, como por exemplo, a reciclagem do vidro, do aço, das latas de alumínio. A reciclagem secundária é definida como a reciclagem de um resíduo em outro processo, diverso daquele que o originou. Este último é bastante verificado na indústria de produção de cimento que utiliza uma gama considerável de resíduos gerados em outras atividades (JOHN, 2001).

A reciclagem na construção civil pode gerar inúmeros benefícios, entre eles:

- Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, quando substituídos por resíduos reciclados;

- Redução de áreas necessárias para aterro, pela minimização de volume de resíduos pela reciclagem. Destaca-se aqui a necessidade da própria reciclagem dos resíduos de construção e demolição, que representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos;

De acordo com Pinto (1997), apesar desses resíduos serem inertes (rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos) deve-se atentar para o controle de sua geração e posterior disposição, uma vez que seu volume é significativo (Figura 2). Resíduos inertes são todos aqueles que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (ABNT NBR 10004:2004).



Figura 2 - Coleta de RCD realizado pela prefeitura (Fonte: COMURG)

Origem e composição dos resíduos de construção

É fundamental um estudo das características físico-químicas e das propriedades dos resíduos, por meio de ensaios e métodos apropriados. Tais informações darão subsídio para a seleção das possíveis aplicações desses resíduos. Além disso, a compreensão do processo que leva à geração do resíduo fornece informações imprescindíveis à concepção de uma estratégia de reciclagem com viabilidade no mercado.

RCD são em geral formados por vários materiais, que apresentam propriedades diferenciadas como resistência mecânica, absorção de água, etc. As propriedades dos componentes dos resíduos

determinam as propriedades do material reciclado. Assim, a composição dos resíduos gerados em uma obra varia em função do seu tipo, da técnica construtiva empregada, da fase em que a obra se encontra e também em função de características sócio-econômicas regionais.

De acordo com Pinto (1999), a composição do RCD é diferente em cada país, em função da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas. A madeira é muito presente na construção americana e japonesa, tendo presença menos significativa na construção européia e na brasileira; o gesso é fartamente encontrado na construção americana e européia e só recentemente vem sendo utilizado de forma mais significativa nos maiores centros urbanos brasileiros. O mesmo acontece com

as obras de infra-estrutura viária, havendo preponderância do uso de pavimentos rígidos em concreto nas regiões de clima frio. O autor salienta ainda, que no Brasil ocorre predominância de resíduos de construção em relação aos gerados em demolições. Isto ocorre em razão do desenvolvimento recente das áreas urbanas. Nos países já desenvolvidos, onde as atividades de renovação de edificações, infra-estrutura e espaços urbanos são mais intensas, os resíduos provenientes de demolições são muito mais freqüentes (PINTO, 1999). A composição básica do resíduo de obras pode variar em função dos sistemas construtivos e dos materiais disponíveis regionalmente, da tecnologia empregada e qualidade da mão-de-obra existente (Figura 3).

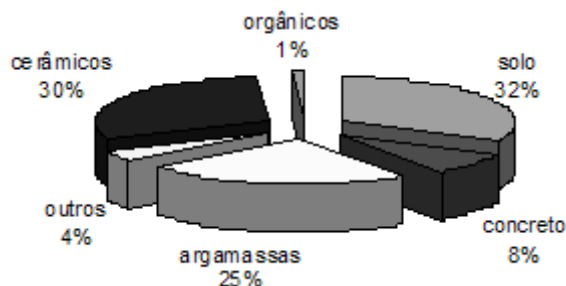


Figura 3 - Composição média dos resíduos depositados no aterro de Itatinga, São Paulo. (Fonte: BRITO FILHO, 1999)

Percebe-se que os RCD são compostos predominantemente por materiais minerais inertes como cerâmica, areia, pedra e aglomerantes, com presença de outros materiais que podem ser considerados impurezas (plástico, papel, madeira etc.). A grande maioria dos pesquisadores concorda em relação à falta de uniformidade na composição do resíduo, deixando clara a necessidade da caracterização do resíduo para uso como agregado em outros materiais.

Em relação à quantidade de materiais, Souza (2005) estima que em um metro quadrado de construção de um edifício são gastos em torno de uma tonelada de materiais, demandando grandes quantidades de cimento, areia, brita etc. Ainda são gerados resíduos devido às perdas ou aos desperdícios neste processo, mesmo que se melhore a qualidade do processo, sempre haverá perda e, portanto, resíduo.

Observa-se que houve um grande

avanço na qualidade da construção civil nos últimos anos, obtido principalmente por meio de programas de redução de perdas e implantação de sistemas de gestão da qualidade. Não há dúvidas, porém, que nas próximas décadas, além da qualidade (implantada para a garantia da satisfação do usuário com relação a um produto específico), haverá, também, uma grande preocupação com a sustentabilidade, antes de tudo, para garantir o próprio futuro da humanidade. Pode-se dizer que já há um grande movimento neste sentido, e várias pesquisas têm sido realizadas nesta área, subsidiadas por agências governamentais, instituições de pesquisas e agências privadas no mundo inteiro. No Brasil este movimento se intensificou após a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, quando foram estabelecidas algumas metas ambientais locais, incluindo a produção e a avaliação de edifícios e a busca do paradigma do desenvolvimento sustentável, obtido pela produção da maior

quantidade de bens com a menor quantidade de recursos naturais e menor poluição. Com relação à construção civil, o aproveitamento de resíduos é uma das ações que devem ser incluídas nas práticas comuns de produção de edificações, visando a sua maior sustentabilidade, proporcionando economia de recursos naturais e minimização do impacto no meio-ambiente. O potencial de reciclagem do RCD é enorme, e a exigência da incorporação destes resíduos em determinados produtos pode vir a ser extremamente benéfica, já que proporciona economia de matéria-prima e energia.

Situação do gerenciamento em Goiânia

Segundo Silva (2004), do total de RCD produzido no município de Goiânia, uma porcentagem variando entre 75% e 80% é gerado por pequenas obras de construção e reforma. Como a cidade ainda não possui

local apropriado, ou aterro específico para resíduos produzidos por pequenas ou grandes edificações, as empresas transportadoras de resíduo acabam sem alternativa e depositam o lixo em lotes baldios, mananciais, municípios vizinhos ou em aterros provisórios construídos pelas próprias transportadoras.

Após várias discussões entre os órgãos públicos (Ministério Público e Prefeitura), geradoras de resíduos e empresas transportadoras, está em tramitação na Câmara Municipal de Goiânia o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que após aprovado possibilitará a construção de um

aterro próprio para estes resíduos. Sendo assim, logo ter-se-á uma política inovadora que implementará uma estrutura eficiente e bem integrada de coleta, reciclagem e reaproveitamento de resíduos dessa natureza. Desta forma os resíduos terão um destino adequado e mais acessível, gerando empregos e renda para várias famílias, contribuindo para o desenvolvimento social do município.

Em Goiânia, a área que será destinada à implantação de usina de reciclagem de RCD, adquirida há dois anos, permanece intocada (Figura 4). A utilização do terreno para finalidade de tratamento ambiental dos resíduos ainda aguarda

aprovação do Plano de Recuperação da Área Degradada-PRAD pela Câmara Municipal de Goiânia. O projeto encontra-se na Comissão de Justiça da Casa, sem data para ir a plenário.

O terreno possui 3,5 alqueires de área e está localizado ao lado do aterro sanitário de Goiânia, na margem da Rodovia dos Romeiros, saída para o município de Trindade-GO. A escolha do espaço obedeceu ao critério de facilidade para obter licença ambiental, por ser vizinho ao aterro. A área onde vai funcionar a futura usina de reciclagem de RCD foi adquirida há dois anos pela cooperativa e escriturada em nome da prefeitura em regime de comodato.



Figura 4 - Expansão do Aterro sanitário de Goiânia (Fonte: Prefeitura de Goiânia)

Segundo a COMURG, por dia, é produzida 1,2 mil toneladas de RCD na Capital. A companhia recolhe cerca de 30% dos RCD em Goiânia, mantendo para este serviço vários funcionários e oito caminhões por conta da retirada desses dejetos, que por lei, são de obrigação do proprietário da obra. A aprovação do PRAD é requisito obrigatório para instalação da usina, pois normatiza funcionamento da atividade de manejo de resíduos sólidos. Previsto por resolução do CONAMA, o PRAD é uma obrigação do município para reduzir o impacto ambiental da construção civil.

A Agência Municipal do Meio Ambiente - AMMA foi criada pela Lei Municipal 8.537, de 20 de junho de 2007, substituindo a Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Trata-se de uma autarquia dotada de autonomia administrativa, financeira,

patrimonial e jurídica. Tem a finalidade de formular, implementar e coordenar a execução da Política Municipal do Meio Ambiente, voltada ao desenvolvimento sustentável. A transformação da Secretaria em Agência teve como objetivo dinamizar ainda mais o trabalho de preservação dos recursos naturais de Goiânia, que já estava sendo desenvolvido de forma inovadora desde 2005.

A AMMA tem o compromisso e a responsabilidade de identificar áreas dentro do Município de Goiânia que necessitam de receber resíduo selecionado para a correção de erosões e ravinamentos, elaborando o respectivo PRAD e licenciando-as para a destinação final dos resíduos da construção civil classe "A" (limpo e inertes). A AMMA deve ainda apresentar as Áreas de Transbordo e Triagem - ATT's,

providenciando o processo administrativo para garantir o gerenciamento das mesmas.

Aproveitamento de resíduos na pavimentação

O uso de RCD em camadas dos pavimentos tem-se mostrado viável diante a disponibilidade deste material e da existência de uma tecnologia de reciclagem. Assim, várias cidades do Brasil e no exterior, tem utilizado agregados reciclados em pavimentos visto que seus resultados são satisfatórios, por serem alternativas muito interessantes na substituição de materiais naturais, não renováveis, principalmente na pavimentação de vias de baixo volume de tráfego.

Motta (2005) cita que a utilização do RCD na pavimentação vêm ocorrendo em

todo o mundo já há muitos anos. Como exemplo, alguns países europeus se uniram para a formação de um grupo chamado ALTMAT (Alternative Materials in Road Construction) em 1999, em que analisaram em laboratório e em campo, materiais alternativos destinados aos pavimentos. Tal pesquisa durou dois anos e os dados obtidos foram resultantes das características dos locais tais como clima e experiências

realizadas em campos, que apresentaram desempenhos melhores do que os previstos em laboratório.

De acordo com Leite (2007), a primeira via pavimentada com RCD foi na cidade de São Paulo no ano de 1984, se localiza na zona oeste da cidade caracterizada por um baixo volume de tráfego e recebeu o RCD em sua camada de reforço de subleito. A construção teve

acompanhamento executivo e de desempenho pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e na época apresentou bom desempenho. Na Figura 5 apresenta-se o esquema estrutural deste pavimento, onde se percebe que as camadas de reforço do subleito e sub-base foram construídas com agregados reciclados.

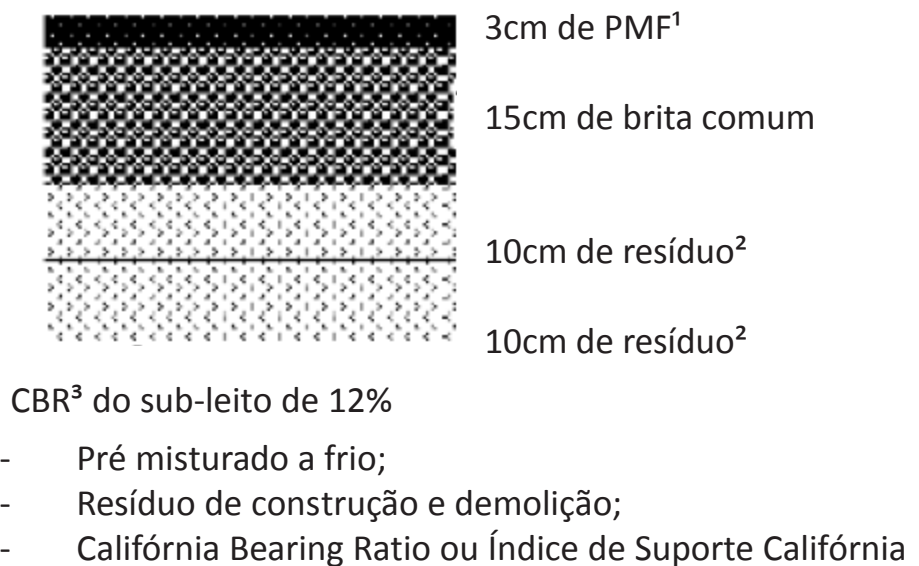


Figura 5 - Esquema estrutural de pavimento com RCD (Fonte: MOTTA,2005)

ESTUDO DE CASO

Aproveitamento do RCD em pavimentação na cidade de Goiânia-GO

Pesquisas desenvolvidas por

FURNAS em parceria com a Prefeitura Municipal de Goiânia demonstraram a viabilidade técnica da utilização do agregado reciclado de RCD na construção de bases, sub-bases e na mistura betuminosa de pavimentos urbanos, tendo sido executada

uma pista experimental, conforme apresentado na Figura 6.



Figura 6 - Base executada com agregado reciclado de RCD, Goiânia (Fonte: SILVA, 2004)

Observou-se que, para a obtenção de um material que apresente boa trabalhabilidade e permita a realização de ensaios de laboratório para controle, é fundamental a composição das misturas nas faixas granulométricas definidas pela NBR 11804, não importando a composição do resíduo. A incorporação de material coesivo (argila) melhora a trabalhabilidade e auxilia no controle de campo e laboratório. Na construção de bases e sub-bases de

pavimentação foi verificado que os agregados reciclados provenientes de RCD são um excelente material e observou-se a viabilidade técnica da utilização do agregado reciclado na construção de obras de pavimentação urbana, visto que apresentaram baixos valores de expansão.

As amostras de RCD foram coletadas e transportadas por diversas empresas do ramo da construção civil de Goiânia e foram, posteriormente, britadas

pela COMPAV, e separados em 7 categorias compostas por 4 tipos de resíduos (concreto convencional, concreto celular, cerâmica e alvenaria). Estes dados foram coletados através de fichas de controle de carga e descarga, sendo que o concreto misturado com alvenaria/revestimento aparece na maioria das categorias, apresentando-se como o principal constituinte dos resíduos sólidos de Goiânia (Figura 7).

Composição dos resíduos

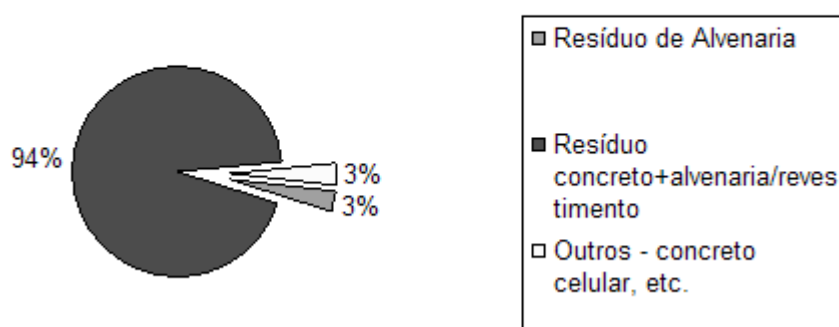


Figura 7 - Composição dos resíduos - Fonte: Silva (2004)

O RCD britado foi separado e feito uma analogia granulométrica com as seguintes denominações e registros: areia (material com diâmetro máximo de 4,8 mm), Brita 0 (material com diâmetro máximo igual a 9,5 mm) e brita 1 (material com diâmetro máximo igual a 19,0 mm).

Os agregados resultantes da britagem foram caracterizados nos laboratórios do Departamento de Apoio e Controle Técnico de FURNAS S/A, onde também foram avaliadas as propriedades deste material.

Os resultados de granulometria dos

agregados utilizados nesta pesquisa demonstraram que individualmente os mesmos não estão enquadrados na composição granulométrica especificada na Faixa C do DNER, sendo que os mesmos foram enquadrados nestas faixas, utilizando composição apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição dos agregados na faixa C do DNER

	Frações granulométricas (%)		
	Brita 19mm	Brita 9,5mm	Areia
Agregado Reciclado de RCD			
Resíduo concreto+alvenaria/revestimento	5	25	70
Resíduo de concreto celular	45	-	55
Resíduo de alvenaria		30	70

Após a realização da composição granulométrica da mistura betuminosa, foi realizada a compactação dos corpos de prova

pelo método Marshall em atendimento as normas NBR- 12891/93 e DNER-ES 313/97. A Tabela 2 apresenta o resumo dos resultados

do ensaio Marshall realizado no agregado proveniente do resíduo de concreto + alvenaria/revestimento.

Tabela 2 - Resumo Marshall dos agregados do resíduo de concreto+alvenaria/revestimento.

Parâmetros	Porcentagem de Ligante						Especificação
	6,5	7	7,5	8	8,5	9,5	
Densidade Aparente (g/cm ³)	2,193	2,215	2,228	2,251	2,245	2,246	—
Porcentagem de vazios (%)	8,5	6,9	5,7	4	3,6	2,1	3 a 5
Relação Betume/Vazios (%)	62	68	73	80	83	89	75 a 82
Estabilidade Mínima (N)	11350	12010	12870	12710	11780	7430	2500
Fluência (0,1mm)	32	23	25	28	32	58	20 a 46

Os resultados da dosagem realizada utilizando agregados reciclados obtidos de resíduo de concreto+alvenaria/revestimento demonstraram que é possível tecnicamente utilizar este tipo de agregado em misturas betuminosas do tipo CBUQ em revestimentos de pavimentos flexíveis. Verifica-se na Tabela 2, que o bom desempenho dos agregados reciclados de

concreto já era esperado, pois o mesmo é composto de agregado natural (areia e brita) e de cimento, ou seja, depende do agregado natural empregado na confecção do concreto, sendo que normalmente esses apresentam características que atendem às exigências das normas. Além desta vantagem, na maioria das vezes o cimento entra como preenchimento, auxiliando no

aumento da resistência (estabilidade) da mistura, o que foi verificado na pesquisa realizada.

O estudo seguiu-se com a execução de uma via experimental, a pista de acesso ao Centro de Abastecimento S.A.-CEASA, na Rua dos Ciprestes, bairro Mansões Bernardo Sayão, em Goiânia (Figura 8).



Figura 8 - Pista Experimental, Fonte: SILVA, 2004

Após ensaios de campo e laboratório para verificar as propriedades e a trabalhabilidade do material, concluiu-se que os agregados reciclados apresentaram boas características, e ainda as seguintes vantagens:

- Viabilidade técnica;
- Contribuição para redução dos impactos ambientais;
- Apresenta uma boa resistência,

pois mesmo passado cinco anos da experiência a pista ainda se encontra em bom estado, apesar do fluxo intenso de veículos de grande porte.

CONCLUSÃO

Reciclagem do resíduo RCD e sua utilização em obras de pavimentação são tecnicamente viáveis. Sendo utilizados para

estabilizar solos componentes das camadas do pavimento ou aplicado diretamente nessas camadas e até mesmo utilizados na mistura betuminosa destes pavimentos.

A reutilização do resíduo após seu beneficiamento para substituir os materiais tradicionalmente utilizados na construção civil é uma alternativa já que estes materiais se encontram escassos junto aos grandes centros urbanos. A mesma resolve o

problema de disposição ilegal desses resíduos, reduzindo a poluição e conseqüente diminuindo impactos ambientais como enchentes e assoreamento de córregos e rios.

É necessário que haja um esforço coletivo na área de pavimentação urbana para aumentar o conhecimento do comportamento do agregado reciclado de resíduo da construção civil e demolição para melhor utilizá-lo de forma tecnicamente correta e explorar suas potencialidades, visto que este material apresenta ótimas condições de utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 1004, DE 1987- Resíduos sólidos - Classificação. 1987.

_____. NBR 11804, DE 1991- Materiais para sub-base ou base de pavimentos estabilizados granulometricamente - Especificação, 1991.

ASSUNÇÃO, L.T. de; CARVALHO, G.F. de; BARATA, M.S. **Avaliação das Propriedades das Argamassas de Revestimento Produzidas com Resíduos da Construção e de Demolição como Agregado**. *Exacta*, São Paulo, v.5, n.2, p. 223-230, jul./dez. 2007.

BRITO FILHO, J. A., **Cidades versus resíduo**. In: II Seminário - Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil. Anais. IBRACON - Comitê 206. São Paulo: 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 307, de 05 de julho de 2002, Brasília, 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de julho de 2002.

DNER . DNER-ES 313/97 - **Pavimentação - concreto betuminoso**; Especificação de Serviço, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 16 p.1997

JARDIM, N. S. et. Al.. Coord **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado** - São Paulo, IPT, 1995 (Publicação IPT 2163).

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 120p. Tese (Livredocência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (ORG). **Reciclagem de resíduo para a produção de materiais de construção**. Projeto resíduo bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal.2001.

LEITE, F. C., **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP, 2007.

LEVY, S.M. **Reciclagem do Resíduo de Construção Civil para Utilização Como Agregado de Argamassas e Concretos** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP 1997.

MOTTA, R. S., **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP, 2005.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. Tese de doutorado em engenharia. Escola Politécnica da USP. Área de concentração: Engenharia de Construção Civil e Urbana. 1999.

PINTO, T. R. Resultados da gestão Diferenciada **Téchne**, v.5, n 31, nov/dez. 1997.

RIBEIRO, F.; SERRA, N. G. da S. **Utilização de Resíduo na Pavimentação**. Monografia. Anápolis. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás - UEG. 2001.

SILVA, A. L. A. **Aplicação de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Bases e Sub-bases de Pavimentos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás - CEFET-GO. 2004.