

## **REAPROVEIRAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUA CONTRIBUIÇÃO AO MEIO AMBIENTE EM BOA VISTA-RR**

**Jordânia CAVALCANTE (1); Marina IGNÁCIO (2); Eliana FURTADO (3); Hermes DE MELO FILHO (4); João Carlos UCHÔA (5).**

(1) CEFET/RR, Av. Glaycon de Paiva, 2496, Pricumã, CEP nº 69.303-340, telefone (95) 3621-8000, fax (95) 3621-8021, email: jordania\_cavalcante@hotmail.com

(2) CEFET/RR, e-mail: marina\_igc@hotmail.com

(3) CEFET/RR, e-mail: fernadesfurtado@click21.com.br

(4) CEFET/RR; e-mail: hermescafe@yahoo.com.br

(5) CEFET/RR; e-mail: jcucchoa@unb.br

### **RESUMO**

O estudo do Reaproveitamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil e sua contribuição ao Meio Ambiente na cidade Boa Vista - Roraima visa conscientizar os envolvidos no setor construtivo quanto à problemática do desperdício no canteiro de obras e do destino final dos seus resíduos. Busca, ainda, oferecer alternativas sustentáveis de reutilização de um dos principais materiais de uma construção: a argamassa. Evento comum em construções, demolições e reformas, este material é despejado aleatoriamente na natureza em terrenos baldios, margens de rios, em ruas da periferia e nos lixões e aterros, causando múltiplos impactos ambientais e sociais. A partir do estudo experimental das argamassas recolhidas nos canteiros de obras que passaram por um processo inicial de triagem visual do entulho, classificadas em resíduos de argamassa- RA e resíduos de argamassa e tijolos- RAT e trituradas, realizaram-se ensaios laboratoriais dos materiais estudados e das amostras de areia natural fina e média utilizadas no preparo da argamassa comum. Comparando os resultados obtidos, observou-se que os resíduos apresentam bom desempenho no preparo da argamassa e podem substituir os agregados miúdos geralmente utilizados na construção civil, diminuindo os impactos ambientais.

**Palavras-chave:** reaproveitamento, construção civil, resíduos, desperdício.

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é responsável por diversos impactos ambientais tais como uso intenso de recursos naturais não-renováveis e grande geração de resíduos sólidos (John, 2000). Apesar de seus reconhecidos impactos sócio-econômicos para o país como alta geração de empregos, renda, viabilização de moradias, infra-estrutura, estradas e outros, o setor ainda carece de uma firme política para a destinação de seus resíduos sólidos, principalmente nos centros urbanos.

Mas, felizmente, esta realidade começa a mudar. Aos poucos, a tomada da consciência ambiental se estende às empresas do setor, que vêm demonstrando preocupação em resolver os transtornos causados pela disposição irregular desses resíduos. Com a entrada em vigor da Resolução n.º 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a construção civil começa a integrar as discussões a respeito do controle e da responsabilidade pela destinação de seus resíduos sólidos (SINDUSCOM-MG, 2005). Esta resolução atribui responsabilidades aos geradores, transportadores e gestores públicos dos resíduos de demolição e construção. Aos municípios cabe a definição de uma política municipal para os rejeitos, incluindo sistemas de pontos de coleta. Dos construtores exige a definição de planos de gestão de resíduos para cada empreendimento. Os resíduos são classificados em quatro classes, de acordo com as possibilidades de reciclagem (A, reciclados como agregados; B recicláveis em outras cadeias como os plásticos e C sem tecnologia de reciclagem economicamente viável) ou periculosidade dos resíduos (Classe D). A *Classe A* é composta por materiais minerais como concretos, argamassas, tijolos e telhas cerâmicas, rochas naturais, solos entre outros (CONAMA, 2002) e representa a maior fração dos resíduos gerados.

No Brasil não há reciclagem massiva. O produto principal desta reciclagem é o agregado reciclado, destinado para usos como taludes, concretos magros de fundações, atividades de pavimentação entre outros. O gerenciamento adequado dos resíduos produzidos por empresas do setor, incluindo a sua redução, reutilização e reciclagem, tornará o processo construtivo mais rentável e competitivo, além de mais saudável. Só assim, poderemos realmente acreditar que o desenvolvimento sustentável fará parte de nossas vidas em futuro muito breve (SINDUSCOM-SP, 2005).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Breve Histórico da Reciclagem de Resíduos de Construção

O reaproveitamento de resíduos para uso em construção é praticado desde o Império Romano e Grécia antiga. Há relatos de uso de restos de telhas, tijolos e utensílios de cerâmica como agregado graúdo em concretos rudimentares (1975, SANTOS apud LIMA, 1999). Aplicava-se também estes rejeitos, moídos, como aglomerantes, com aproveitamento das propriedades pozolânicas dos materiais cerâmicos. No século passado, na Alemanha, utilizou-se restos de blocos de concreto para a produção de artefatos de concreto. Realizaram-se também, posteriormente, pesquisas pontuais de reutilização de resíduos de construção (1994, DE PAW & LAURITZEN, apud LIMA, 1999).

Entretanto, foram as grandes catástrofes deste século, como terremotos e guerras, que impulsionaram a prática da reciclagem em locais com grandes volumes de resíduos e grande carência e urgência de construção de edificações e infra-estrutura. Segundo DE PAW & LAURITZEN (1994, apud LIMA, 1999), durante a Segunda Guerra e até 1955, foram reciclados aproximadamente 115 milhões de m³ de resíduos de construção e demolição na Alemanha, os quais foram utilizados na construção de aproximadamente 175 mil unidades habitacionais.

Em 1980 ocorreu um terremoto de grandes proporções na cidade de Al Asnam, na Argélia, o que motivou uma pesquisa internacional para o reaproveitamento dos rejeitos na fabricação de blocos de concreto. Segundo as estimativas dos pesquisadores, poderiam ser fabricados aproximadamente 50 milhões de blocos de concreto para a construção de habitações, seguindo procedimentos normalizados. Curiosamente, não foram implantadas unidades de reciclagem em grande escala: entre outros motivos, a população se recusou a usar blocos fabricados com material de escombros que causaram a morte de seus parentes e conterrâneos (1994, DE PAW & LAURITZEN, apud LIMA, 1999). Nas últimas décadas, principalmente por razões ambientais e econômicas, vários países vêm adotando a reciclagem, realizada por empresas particulares ou públicas, podendo ser citados: Holanda, Dinamarca, Estados Unidos, Japão, França, Itália. Espanha, Reino Unido, Rússia e mais recentemente, o Brasil (1992, ANVI; 1994, DE PAUW & LAURITZEN; 1992,

HANSEN; 1997, LATTERZA; 1997a, LEVY; 1994, MEHTA; 1993, SWANA; 1997, ZORDAN, apud LIMA, 1999).

Durante o período de desenvolvimento da reciclagem de resíduos de construção realizaram-se pesquisas e proposições de normas para obtenção e classificação do agregado reciclado. Em alguns países existe conhecimento consolidado sobre o material, e normas avançadas para sua aplicação em vários serviços. As aplicações, no entanto, variam conforme o país, em função de características particulares como oferta de materiais de construção e resíduos, disponibilidade de locais para deposição, rigor das normas relativas a materiais a serem utilizados na construção etc.

No Brasil, diversos centros de pesquisa já se preocupam em conhecer estas novas tecnologias surgidas da reciclagem de entulho. Segundo PINTO (1986 apud ZORDAN, 2000): “Existem hoje oito instalações de reciclagem no Brasil (duas em Belo Horizonte, uma em São Paulo, Ribeirão Preto, São José dos Campos, Londrina, Piracicaba e Muriaé)”.

## **2.2 Reciclagem e a Utilização do Entulho como Agregado**

O processo de reciclagem é o resultado de uma série de atividades da qual materiais que se tornam resíduos, são coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem (1995, JARDIM apud SOUSA, 2001).

Com relação à reciclagem do entulho, tal processo pode ser entendido como um conjunto de operações de processamento que incluem: seleção, britagem ou moagem, peneiramento, dentre outros, que permitam obter um material cuja granulometria esteja dentro de limites específicos que possibilitem seu uso como agregado em argamassa, concreto ou atividade correlata (1997, LEVY apud SOUSA, 2001).

O processo de reciclagem pode ser classificado em dois tipos: reciclagem primária e reciclagem secundária. Reciclagem primária, é definida como a reciclagem do resíduo dentro do próprio processo que o originou, como por exemplo, a reciclagem do vidro, do aço, as latas de alumínio. A reciclagem secundária, é definida como a reciclagem de um resíduo em um outro processo, diverso daquele que o originou. Este último tipo, é bastante verificado na indústria de produção do cimento que utiliza uma gama considerável de resíduos gerados em outras atividades (2001, JOHN apud SOUSA, 2001).

As vantagens decorrentes do processo de reciclagem são extremamente visíveis, principalmente nos dias atuais. No Brasil, este processo cresce no momento em que as legislações sobre as questões ambientais ficam cada vez mais rigorosas, e aumenta o nível de conscientização das camadas mais consumidoras de bens. Outro fato importante, diz respeito a simples disposição dos resíduos em aterros sanitários, que vêm se tornando em alguns casos inviáveis. Isso porque, dentre outras questões, na maioria das vezes tais aterros estão sujeitos ao esgotamento. Situação como essa foi verificada na cidade de Belo Horizonte, que como outras grandes cidades brasileiras, vinham perdendo gradativamente seus aterros sanitários, por simples esgotamento. Eram doze em 1993 e reduziu-se a sete em 1995 (1995, CAMARGO apud SOUSA, 2001). Muito possivelmente este foi um dos fatores, que fizeram com que o atual sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos desenvolvido na cidade, se tornasse modelo para todo o Brasil.

A reciclagem de resíduos é uma oportunidade de transformação de uma fonte importante de despesa em uma fonte de faturamento ou, pelo menos, de redução das despesas de deposição. Uma grande siderúrgica, por exemplo, produz mais de 1 milhão de toneladas de escória de alto forno por ano. A reciclagem desse material na indústria cimenteira, é um excelente negócio, pois elimina as despesas com o gerenciamento e deposição do resíduo (2001, JOHN apud SOUSA, 2001). Entretanto não é um processo simples onde qualquer tipo de resíduo apresenta condições de reciclagem ou reaproveitamento. Na construção civil, e em qualquer outra atividade, esse processo deve ser acompanhado e avaliado sobre todos os critérios de desempenho necessários à funcionalidade dos produtos. Uma proposta de metodologia para pesquisa e desenvolvimento da reciclagem de resíduos como materiais de construção civil, é discutida por JOHN (2000 apud SOUSA, 2001). Esta proposta aborda, dentre outras coisas, aspectos que envolvem:

- a caracterização física e química e da micro-estrutura do resíduo, incluindo o seu risco ambiental;
- a busca de possíveis aplicações dentro da construção civil, considerando as características do resíduo;
- o desenvolvimento de diferentes aplicações, incluindo seu processo de produção, com base em ciência dos materiais;

- análise de desempenho frente às diferentes necessidades dos usuários para cada aplicação específica;
- a análise do risco ambiental do novo produto, incluindo contaminação do lençol freático, do ar interno e dos trabalhadores;
- a análise do impacto ambiental do novo produto, numa abordagem que deve envolver a avaliação de risco à saúde dos trabalhadores e dos usuários;
- a análise da viabilidade econômica, fundamental em todas as etapas, devendo ser avaliada em função do valor de mercado do produto, dos custos do processo de reciclagem e do custo da disposição em aterro;
- a transferência da tecnologia.

LEVY (1997 apud SOUSA, 2001) avaliou o desempenho de revestimentos à base de cimento, entulhos de construção civil finamente moído e areia média, comparando o comportamento dessas argamassas com os resultados apresentados nas bibliografias para as argamassas mistas, à base de cimento, cal e areia. Dentre as conclusões do trabalho destacam-se os seguintes aspectos:

- a presença dos materiais cerâmicos na mistura resultou em aumento na resistência à compressão e a tração;
- a quantidade de água requerida para se manter a consistência das argamassas cresce proporcionalmente com o aumento do teor de material cerâmico, fato explicado em função do elevado percentual de finos presentes na composição, da ordem de 30 %;
- as argamassas produzidas com adição de entulho reciclado apresentaram em média uma redução de 30 % no consumo de cimento em relação aos resultados existentes na literatura para argamassas mistas equivalentes.

De uma forma geral, segundo o autor da pesquisa, os revestimentos avaliados se mostram tecnicamente apropriados para a produção de argamassas para fins de utilização em revestimentos internos ou externos. Entretanto, o autor salienta que devam ser feitos estudos complementares para se avaliar o comportamento ao longo do tempo, principalmente quanto à durabilidade desses revestimentos.

HAMASSAKI et. al. (1997 apud SOUSA, 2001), avaliou a utilização do entulho como agregado miúdo na produção de argamassas, simulando uma situação de uso do entulho no próprio local gerado, ou seja, reciclagem no próprio canteiro de obras.

De uma forma geral, o autor conclui que os resultados foram favoráveis ao uso do entulho, como agregado na produção de argamassas, entretanto aponta a heterogeneidade do entulho e a retração por secagem como um dos pontos críticos relativos a utilização do entulho como agregado, considerando adequado o uso dessas argamassas apenas para assentamento ou revestimento interno.

MIRANDA (2000 apud SOUSA, 2001), também estudou a influência do entulho nas argamassas para revestimento, principalmente no que diz respeito à influência na elevada incidência de fissuração, segundo ele, característico nos revestimentos que utilizam entulho como agregado.

Os resultados obtidos indicaram que o entulho de construção reciclado pode ser utilizado para a produção de revestimentos, em argamassas simples de cimento Portland, obtendo-se bom acabamento superficial e boa resistência de aderência à tração.

Dentre as recomendações feitas pelo autor destacam-se:

- a necessidade do controle do teor total de finos nas argamassas;
- o controle granulométrico entre as faixas de 2,4 mm e 0,15 mm, descartando, o material passante;
- reduzir a exposição desse tipo de revestimento a ciclos de umedecimento e secagem.

### **2.3 A Atividade Mineradora e seus Problemas Ambientais**

No Brasil o segmento econômico da construção civil é responsável por 14,8% do PIB, representando um importante setor da economia no país. Entretanto, a indústria da construção civil é a responsável por 14 a 50% do consumo dos recursos naturais consumidos pela sociedade em todo planeta (SILVA FILHO et al, 2002 apud RODRIGUES, 2003).

Os agregados são considerados produtos básicos para a indústria da construção civil, apresentando, quando utilizado para confecção de concreto, consumo médio, por m<sup>3</sup>, de 42% de agregado graúdo, 40% de agregado miúdo, 10% de cimento, 7% de água e 0-1% de aditivos. Como se observa, cerca de 80% do concreto é constituído de agregados, decorrendo daí a importância do uso de agregados com especificações técnicas adequadas e custo competitivo, que permita a obtenção de um concreto a preço competitivo, com característica técnica de resistência e durabilidade, capaz de concorrer com os outros materiais de natureza estrutural utilizados na construção civil.

A extração de areia e pedra britada para uso na construção civil constitui uma atividade mineradora, e como acontece, normalmente, com toda atividade de mineração, trata-se de empreendimento exploratório que degrada o meio ambiente. No entanto, se não houver areia e brita a indústria da construção civil torna-se inviável, constituindo grave problema econômico e social, já que se trata de grande empregadora de mão de obra e o déficit habitacional tenderia a aumentar com o aumento populacional. Logo há que se ter bom senso e fiscalização dos órgãos competentes.

### 3. METODOLOGIA

Como base para suporte desta pesquisa, o desenvolvimento da metodologia aplicada neste projeto teve como linha norteadora o método experimental combinado com pesquisa bibliográfica e de campo, os quais proporcionaram bases lógicas de investigação científica. Foi desenvolvida a combinação de pesquisa bibliográfica através da seleção de livros, revistas, jornais, artigos, periódicos e documentos dos órgãos institucionais relacionados com o tema.

Quanto aos métodos experimentais, foram realizados nas seguintes etapas: coleta dos resíduos da construção civil, triagem visual, classificação e trituração dos resíduos, realização de ensaios laboratoriais de umidade, massa específica, massa unitária, análise granulométrica dos materiais estudados e das amostras de areia natural fina e média utilizadas no preparo da argamassa comum.

Com a utilização do método experimental, “aquele em que as variáveis são manipuladas de maneira preestabelecidas e seus efeitos suficientemente controlados e conhecidos como observação do estudo” (FACHIN, 2003), os materiais utilizados como objeto de estudo foram classificados em:

RAT – Resíduos de argamassa e tijolos;

RA - Resíduos de argamassa;



**Figura 1 - Resíduo de argamassa e tijolos (RAT)**



**Figura 2 - Resíduo de argamassa (RA)**

Após o resultado final dos ensaios tecnológicos e laboratoriais, foram considerados ainda, diversos fatores, como as condições ambientais, as variáveis demográficas, comportamentais, culturais, sociais e econômicas, o grau de sinergia das ações ambientais adotadas para a eliminação das vias de transmissão de doenças infecciosas e os efeitos diretos e indiretos do descarte e acondicionamento inadequado dos resíduos da construção.

Foram analisadas as amostras dos resíduos recolhidos nas obras visitadas, principalmente a argamassa, no laboratório de mecânica de solos do CEFET-RR, e, futuramente, serão aplicados minicursos de reaproveitamento de resíduos e conscientização ambiental para operários, estudantes e empresários do ramo.

## 4. ANÁLISE E INTERPREÇÃO DOS DADOS

### 4.1 Visita aos Canteiros de Obra

Foram visitadas as empresas do setor construtivo e obras residenciais de pequeno porte do município de Boa Vista, a fim de obter informações a respeito do gerenciamento dos resíduos no canteiro de obras e seu destino final.

Observou-se que não há nenhum tipo de reaproveitamento e coleta seletiva dos rejeitos oriundos de demolições e perdas no próprio canteiro. Além disso, a maioria dos construtores, principalmente, operários, desconhecem as técnicas empregadas para a reutilização daqueles e as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Quanto à coleta do entulho, esta é feita através de empresas privadas e, em alguns casos, terceirizada pela Prefeitura Municipal de Boa Vista. A maioria dos entulhos coletados segue para os lixões e aterros, comprometendo a vida útil deles.

Embora haja uma crescente conscientização quanto aos problemas gerados pela deposição irregular do entulho e a existência de leis como as regulamentações CONAMA n.º 307/2002, obrigando todos os agentes geradores de entulho a darem destinação adequada a eles, é certo que as práticas condenáveis de despejar o entulho em terrenos baldios, margens de rios e em ruas da periferia, ainda são comuns, principalmente o de obras residenciais. O custo social causado pela deposição irregular do entulho é grande, pois, as prefeituras despendem recursos significativos não só para retirar o entulho, mas também para desassorear leitos de córregos, limpar galerias e ainda dar correta destinação ao mesmo.

### 4.2 Caracterização dos Agregados

O conhecimento da composição granulométrica do agregado, tanto graúdo quanto miúdo, é de fundamental importância para o estabelecimento da dosagem de argamassas a ser adicionada no traço, a qual se relaciona com a resistência a compressão, flexão e tração.

Para tanto, foram analisados as tabelas e os gráficos granulométricos do resíduo de argamassa e tijolos-RAT e do resíduo de argamassa- RA, e constatou-se que:

- No RAT, 40% do material ficaram retidos na peneira n° 50;
- No RA, a maioria do rejeito ficou retidos na peneira n° 100, apresentando percentual similar à peneira n°50, 34% e 33%, respectivamente;

Somando estes dados ao Módulo de Finura calculado, classificou-se, quanto à dimensão, o agregado miúdo em fino (RAT) e muito fino (RA), ideal para revestimento em reboco.

Módulo de Finura	2,14
Dimensão Máx. Caracterizada	2,40

**Tabela 1 – Características Físicas do RAT**

Módulo de Finura	1,70
Dimensão Máx. Caract.	2,40

**Tabela 2 – Características Físicas do RA**

Podemos observar nas tabelas acima, variação no módulo de finura dos materiais, devido à diferença do número de voltas realizadas pela máquina de abrasão Los Angeles durante a fase de trituração. No RAT foram inseridas 800 voltas e no RA 1600 voltas.

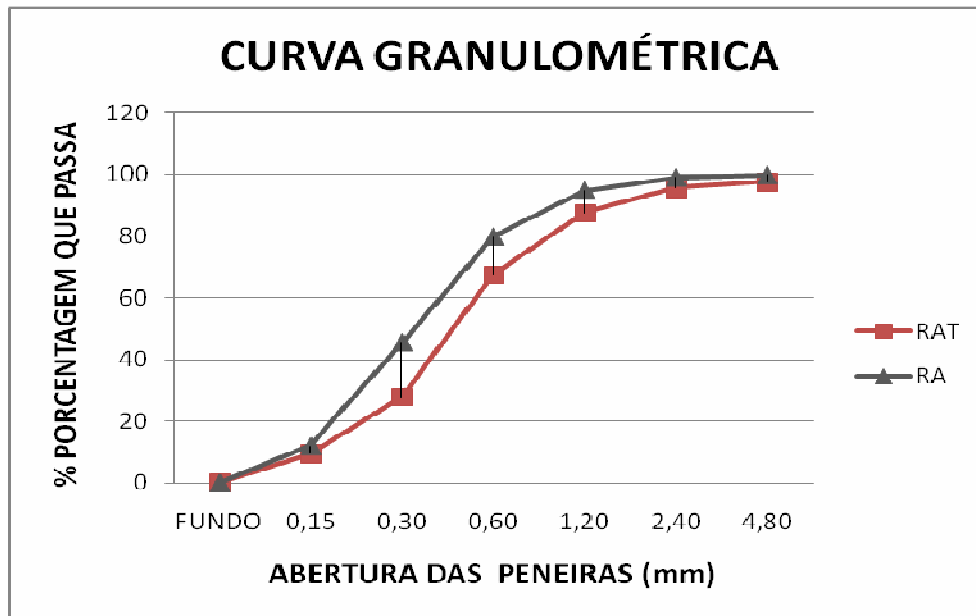


Gráfico 1 – Curva Granulométrica de RAT e RA

A curva mostrada no gráfico 1, trata-se de um agregado de RAT e RA do tipo areia fina mal graduada, com grande quantidade de finos, possivelmente pelos agregados conter porcentagem significativa de solo argiloso.

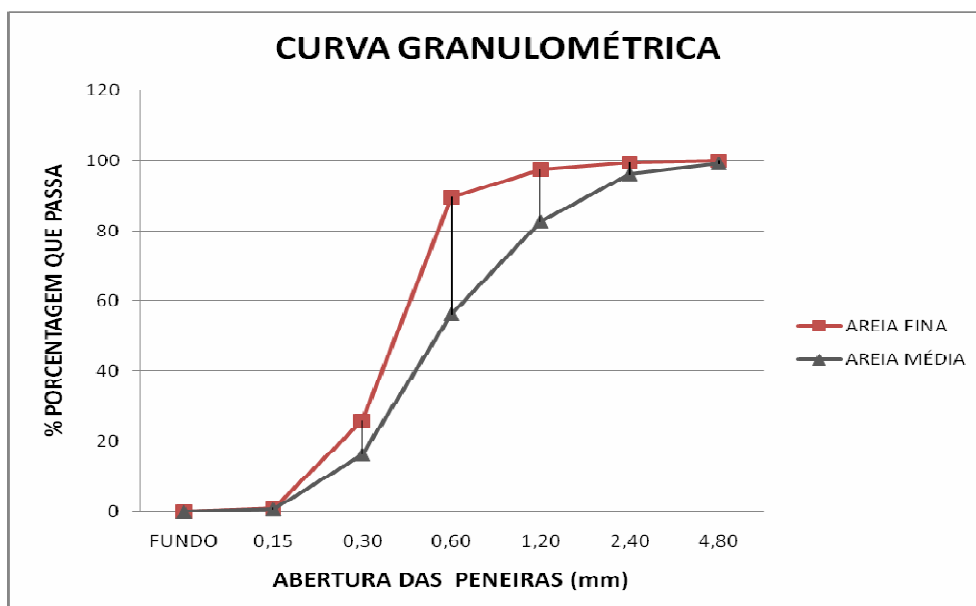


Gráfico 2 – Curva Granulométrica de areia média e fina

Conforme análise granulométrica da areia fina e média do gráfico 2, constatou-se que a areia fina é muito uniforme não sendo ideal para a utilização da argamassa, devido o não preenchimento dos vazios. Contudo, areia média apresentou-se como mal graduada ideal para a utilização na argamassa ou concreto.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando as amostras dos resíduos RAT e RA, com as amostras de areia natural retirada do Rio Branco no município de Boa Vista-RR, pode-se constatar que os resíduos tiveram maior aproximação das características da areia média. Portanto o RAT e RA podem ser reaproveitados como agregado miúdo no preparo de argamassa.

A reutilização dos resíduos RAT e RA, reduz os principais impactos ambientais causado pela extração dos minerais não renováveis como; alteração das paisagens; supressão da vegetação, principalmente da mata ciliar; alteração na calha dos cursos d'água; instabilidade de margens e taludes; turbidez da água. Evita ainda, o esgotamento dos aterros sanitários, o depósito dos resíduos em locais inapropriados, diminuindo a poluição visual nas áreas urbanas e reduzindo o custo da coleta do lixo para as administrações municipais. Do ponto de vista social, traz melhorias à imagem da cidade, e aumenta o grau de conscientização ambiental, principalmente no setor da construção civil.

Com relação à questão da granulométrica do resíduo reciclado, pode-se observar que a curva granulométrica pode variar conforme o tipo de resíduo e máquina utilizada na trituração, no caso estudado, a máquina de abrasão Los Angeles com suas características e regulagens internas (números de voltas).

## REFERÊNCIAS

BLUMENSCHIN, R; SPOSTO, R. M. **Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos: Programa de gestão de materiais**. Cartilha, publicação UNB, CBIC, Sinduscon-DF, Sinduscon-GO e Prefeitura de Goiânia. Brasília, 2003. snp.

BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. RESOLUÇÃO nº. 307, de julho de 2002.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. Ed. Humanitas FFLCH/USP, 4ª ed., São Paulo, 2003, 346 p.

CIB. **Agenda 21 para a construção sustentável. Tradução de: Agenda 21 on sustainable construction**. CIB Report Publication 237. EDUSP-USP, São Paulo, 2000, 131p.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000, 102 p. Tese (Livre docência). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

JÚNIOR, Nelson Boechat Cunha (Coord.). **Cartilha de gerenciamento de resíduos sólidos para a construção civil**. Sindicato da indústria da construção civil no estado de Minas Gerais-MG (SINDUSCOM-MG), 2005. 38p. CDU: 628.544:624. CONSTRUÇÃO CIVIL – RESÍDUOS SÓLIDOS.

LIMA, J.A.R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. Universidade de São Paulo. Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Área de Concentração Tecnologia do Ambiente Construído. São Carlos-SP, 1999.

PINTO, Tarcisio de Paulo. **Gestão Ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sindicato da indústria da construção civil no estado de São Paulo-SP (SINDUSCON-SP)**/ Tarcisio de Paulo Pinto, coordenador. – São Paulo; Obra limpa: I&T: SINDUSCON-SP, 2005. – (Publicação SINDUSCON-SP).



PINTO, T. P. **Utilização de resíduos de construção. Estudo do uso em argamassas.** São Carlos: Departamento de Arquitetura e Planejamento da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado), 1986. 148 p.

RODRIGUES, Edmundo. **Livro para a SBEA (material em construção)**, Capítulo I: agregados. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/dau/profs/Edmundo/Agregados.pdf>>. Acesso em 31/05/2008 às 23:40.

SOUSA, José Getúlio de. **Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e proporcionamento de blocos de concreto – aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado..** Universidade de Brasília. Dissertação de mestrado em estruturas e construção civil Brasília-DF, 2001.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** Ed. Pini, São Paulo, 2005. 128 p.

ZORDAN, S. E.; PAULON, Vladimir A. **A Utilização do entulho como agregado para o concreto.** EPUSP/ PCC. São Paulo, 2000.