



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E MASSA ESPECÍFICA DOS RCD ORIUNDOS DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS DE MACEIÓ

Nelma Miriam Chagas de Araújo (1); Tânia Maria Gomes Voronkoff Carnaúba (2);

(1) Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba / Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFPB, Brasil – e-mail: nelmamca@gmail.com

(2) Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas – Fundação Educacional Jayme de Altavila de Alagoas, Brasil – e-mail: tania@fejal.com.br

RESUMO

Os resíduos de construção e demolição (RCDs) representam de 13 a 67% do volume sólido de resíduos urbanos gerados nas grandes cidades. O grande volume de RCDs gerado contribui para o esgotamento de aterros em cidades de médio e grande porte, haja vista os mesmos serem depositados nos mesmos locais onde são depositados os resíduos sólidos urbanos (RSUs). O estudo das características físico-químicas e das propriedades dos resíduos, através de ensaios e métodos apropriados é fundamental para a definição de possíveis utilizações dos RCDs, principalmente através da reciclagem dos mesmos. Este artigo, elaborado a partir dos resultados alcançados em uma pesquisa de mestrado, apresenta a composição gravimétrica e a massa específica dos RCDs oriundos de obras de edificações verticais, classes A+ e A, da cidade de Maceió-AL. Dentre os resultados, destaca-se que 96,44% do volume de RCD gerado pelas empresas pesquisadas podem ser recicláveis como agregados, 1,31% podem ser recicláveis para outras destinações, 1,79% não são recicláveis e apenas 0,46% do volume de RCDs constitui-se como resíduo perigoso.

Palavras-chave: construção civil, edificações verticais, resíduos, massa específica, composição gravimétrica.

1 INTRODUÇÃO

Estudos apontam que os RCDs podem apresentar em sua composição materiais perigosos ou mesmo potencialmente tóxicos para a saúde e o ecossistema (ICF, 1995), por outro lado, a reciclagem dos RCDs, como tática de gerenciamento, destacada na Agenda 21, traz benefícios econômicos e ambientais para as áreas urbanas onde é instituída.

A obtenção de agregados naturais torna-se, a cada dia, mais difícil, além do seu custo representar um percentual significativo nos orçamentos da construção civil. Segundo Leite (2001), se obtém uma economia de 67%, em média, quando comparados os preços de agregado reciclado e agregado natural, ressaltando-se que o agregado reciclado possui mercado certo e aplicação variada.

Nesse sentido, os fatores que influenciam os programas de reciclagem podem ser agrupados, conforme as categorias de análise utilizadas por Wright *et al.* (2000), para o seu estudo do macro ambiente de negócios, em aspectos sociais, econômicos, político-legais e técnico-gerenciais.

Lauritzen e Hansen (1997), ao descreverem os fatores que devem ser considerados quando avaliada a probabilidade de sucesso de um programa de reciclagem de RCD em um dado local, consideram como os mais importantes a densidade populacional, os depósitos de matéria-prima virgem (agregados) e o nível de industrialização.

A legislação ambiental, os incentivos econômicos e a fiscalização são três fatores importantes e complementares, inseridos em aspectos políticos e aspectos legais que possibilitam o sucesso da reciclagem, bem como facilitam a ação preventiva de desconstrução.

Do ponto de vista da geração do resíduo e do apoio à reciclagem, a economia de uma determinada região e o seu crescimento se revelam como fatores importantes a serem considerados. Como regra geral, quanto maior a cidade, mais grave é a questão dos resíduos de construção (AGOPYAN *et al.*, 1990), haja vista que o volume de RCDs é significativo e está transformando os aterros sanitários em áreas cada vez mais esgotadas.

A reciclagem dos RCDs no Brasil é recente, sendo que as centrais de reciclagem brasileiras são municipais. A resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), que entrou em vigor em janeiro de 2005, define responsabilidades e prazos, estabelecendo regras para as prefeituras e geradores que elaborem planos de gerenciamento integrado dos RCDs (SILVA; ARNOSTI JR., 2005).

Este artigo, elaborado a partir dos resultados alcançados em uma pesquisa de mestrado, apresenta a composição gravimétrica e a massa específica dos RCDs oriundos de obras de edificações verticais, classes A+ e A, da cidade de Maceió-AL, com o intuito de determinar o percentual possível para a utilização destes resíduos através, principalmente, da reciclagem.

Ressalta-se que os resultados aqui apresentados são resultados parciais de uma pesquisa, não podendo, dessa forma, serem generalizados.

1.1 Resíduos de Construção e Demolição – RCD

A Indústria da Construção Civil é definida como uma das mais importantes indústrias propulsoras do desenvolvimento social e econômico de qualquer país. No entanto, há um custo para este desenvolvimento: a geração de impactos ambientais negativos, tendo em vista o considerável dispêndio de matéria-prima, a intervenção imposta às paisagens naturais e o significativo volume de resíduo gerado.

Segundo Pinto (1999), no Brasil, as informações disponíveis permitem confirmar a significância das perdas na construção e quantificar a geração dos RCDs, demonstrando sua supremacia na composição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs), em cidades de médio e grande porte.

Os resíduos de construção e demolição (RCDs) representam de 13 a 67% do volume sólido de resíduos urbanos gerados nas grandes cidades. O grande volume de RCDs gerado contribui para o esgotamento de aterros em cidades de médio e grande porte, haja vista os mesmos serem depositados nos mesmos locais onde são depositados os resíduos sólidos urbanos (RSUs).

A geração e o destino dos resíduos sólidos gerados nos canteiros de obra vêm sendo discutidos com seriedade por vários segmentos da sociedade. O RCD tem papel de destaque nos inúmeros tipos de resíduos gerados no ambiente das cidades. Segundo Ângulo (2005), os resíduos de construção e demolição representam 50% da massa de resíduos sólidos urbanos.

Alguns fatores podem ser destacados como os maiores contribuintes para a enorme geração de RCD: a busca incessante pelo desenvolvimento econômico; o uso inadequado de tecnologias construtivas; e o desordenado crescimento populacional.

De acordo com Zordan (1997), o grande consumo de matéria-prima está diretamente ligado ao grande desperdício de material que ocorre nos empreendimentos, à vida útil das estruturas construídas e devido às obras de reparo e adaptação das edificações existentes.

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, entre outros.

Há, assim, geração múltipla de resíduos: durante a produção dos diversos materiais de construção; na utilização desses materiais nas obras; e nas demolições de obras obsoletas.

1.2 Análise dos RCDs

1.2.1 Características físico-químicas

O estudo das características físico-químicas e das propriedades dos resíduos, através de ensaios e métodos apropriados é fundamental para a definição de possíveis utilizações dos RCDs, principalmente através da reciclagem dos mesmos.

Alguns parâmetros são importantes na caracterização do RCDs, quais sejam: a massa aparente, a composição gravimétrica, a absorção da água, a distribuição do material nos intervalos de densidade, as fases minerais presentes, a composição química e a composição física.

A caracterização do RCD se constitui em um fator obrigatório que permite a gestão de resíduo sólido. O conhecimento dos componentes do entulho é fator decisivo no momento de definir como e onde empregá-lo e qual tratamento se adequará para o sucesso da reutilização e da reciclagem. Isso acontece porque tanto a composição como a proporção dos materiais variam de região para região.

Para John (1997), a caracterização química deve incluir não apenas a composição química média, mas também a caracterização e a quantificação de diferentes fases eventualmente presentes, incluindo teor de umidade e de voláteis presentes. Ela também deve considerar os compostos químicos que, mesmo em baixas concentrações, apresentem riscos aos trabalhadores, usuários e ao meio ambiente, quando da produção, manipulação, utilização e deposição final.

A caracterização do RCD tem papel fundamental na escolha do processo de beneficiamento. Na composição desses resíduos, existem componentes inorgânicos e minerais, como concretos, argamassas e cerâmicas, e compostos orgânicos, como plásticos e materiais betuminosos. Geralmente, os resíduos oriundos do concreto são considerados com melhor qualidade, quando comparados aos demais tipos de resíduos minerais.

O conhecimento das características físicas e químicas do RCD se constitui em um item obrigatório na reciclagem de resíduo sólido. O conhecimento dos componentes do RCD exerce influência na hora de decidir onde empregá-lo e que tratamento se adequará para o sucesso da reciclagem. Tanto a composição, como a proporção dos materiais varia de região para região, de cidade para cidade. Portanto, cada cidade deve pesquisar exaustivamente a composição e caracterizar seus resíduos individualmente, com o intuito de poder utilizá-los novamente no processo produtivo da Indústria da Construção Civil (ICC), de forma reciclada ou não.

1.2.2 Propriedades dos resíduos

Os RCDs possuem características específicas oriundas das especificidades das regiões que os originam, bem como dos processos construtivos utilizados nessas regiões, incluindo-se aqui ainda as peculiaridades de cada empresa construtora. Assim, essas características interferem diretamente no tipo de resíduo gerado. A ICC brasileira tem estágios de desenvolvimento variados ao longo do seu imenso território. Assim, as técnicas construtivas utilizadas diferem de uma região para outra, de uma cidade para outra, de uma empresa para outra.

A análise das propriedades do resíduo, como medida de segurança, envolve aspectos cuja apreciação deve partir tanto de seus valores médios, como da sua dispersão ao longo do tempo. Fatores como as especificidades da mão-de-obra utilizada ou mesmo um simples programa de controle de qualidade, implantado na obra, também interferem na qualidade deste resíduo.

Ensaio e métodos específicos são realizados visando pesquisar as diversas propriedades do RCD para que, seguidos por uma triagem, se defina a possível aplicação do resíduo. Nesse momento, é necessário investigar também a variabilidade da fonte.

1.3 Reciclagem

Para a Resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), a reciclagem é considerada como um processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação. Vázquez (2001) conceitua este processo de forma evolutiva: primária, secundária e terciária.

A reciclagem primária é aquela em que o produto original é empregado no próprio local da construção. Pode ser citado como exemplos o reciclado do aglomerado para asfalto e o resíduo de argamassa de revestimento, que é reciclado no canteiro e utilizado como material de enchimento.

Já a reciclagem secundária, é aquela na qual o material é introduzido novamente no ciclo de utilização com uma finalidade diversa. É o caso da utilização de um pavimento de concreto como sub-base de pavimentação, o concreto resultante da demolição e, finalmente, o concreto reciclado como agregado de um novo concreto.

Por fim, a reciclagem terciária é aquela na qual se faz a decomposição do material usado para se obter outro material, a exemplo da despolimerização de um plástico para obtenção de outro plástico polimérico.

A reciclagem primária, na visão de alguns autores, é a mais adequada, porém a mais difícil de ser implantada. Na ICC, a redução do consumo de matérias-primas não renováveis pode acontecer através dessa reciclagem.

Portanto, reciclar RCD, na prática, significa utilizar-se de quatro etapas: a classificação dos RCDs; a separação; a britagem; e o peneiramento. Essas etapas podem ser estruturadas com a análise de cinco aspectos prioritários. O primeiro deles é o volume e o fluxo estimado de geração, seguidos da mão-de-obra, equipamentos, consumo de energia e espaço adequado para a reciclagem.

Em nosso país, é crescente a conscientização da importância da reciclagem de RCDs, bem como o despertar tanto da administração pública quanto da iniciativa privada. No entanto, a quantidade de usinas de reciclagem, ainda está aquém das nossas reais necessidades e o controle tecnológico dos materiais e componentes advindos dessas usinas é incipiente. Segundo Ângulo (2005), tanto no Brasil como no exterior, existe pouca investigação das informações dos produtos obtidos nas usinas de reciclagem da fração mineral do RCD. Das usinas públicas instaladas no país, apenas 15 estão operando ou em instalação (MIRANDA, 2010).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi restrita ao setor de edificações, especificamente em tipologias verticais, classes A+ e A, da cidade de Maceió-AL, e os resultados aqui apresentados se restringem a três construtoras, muito embora possam vir a servir como parâmetro em situações análogas. São resultados parciais de uma pesquisa mais ampla, com um maior número de empresas.

A classe A+ representa o topo da escala de classificação dos empreendimentos pelas empresas construtoras na cidade de Maceió-AL. Nesta classe estão os empreendimentos que apresentam a mais alta qualidade em padrões construtivos e de tecnologia e, ainda, a presença significativa de elementos inovadores.

Na classe A encontram-se os empreendimentos com muita qualidade no que diz respeito aos padrões construtivos e tecnologia, mas com poucos elementos inovadores.

2.1 Amostragem

Amostras representativas dos agregados de RCDs foram coletadas em dez obras de edificações verticais das empresas pesquisadas, as quais foram denominadas de 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09 e 10.

As amostras foram colhidas *in loco* nas dez obras acompanhadas durante a execução de cinco etapas construtivas, a saber: na obra 01 foram acompanhadas as etapas construtivas de alvenaria, instalações e acabamento; na obra 02 foram acompanhadas as etapas construtivas de estrutura e alvenaria; na obra

03 foram acompanhadas as etapas de fundação, alvenaria e instalações; na obra 04 foi acompanhada apenas a etapa de acabamento; na obra 05 foram acompanhadas as etapas de fundação, estrutura e alvenaria; na obra 06 foram acompanhadas as etapas de estrutura, alvenaria e instalações; na obra 07 foram acompanhadas as etapas de instalações e acabamento; na obra 08 foram acompanhadas as etapas de fundação, estrutura e acabamento; na obra 09 foram acompanhadas quatro etapas, estrutura, alvenaria, instalações e acabamento; e por fim, na obra 10 foram acompanhadas as etapas de fundação, estrutura e alvenaria. De forma resumida, o Quadro 1 apresenta as etapas construtivas geradoras das amostras coletadas para análise, por obra.

| Obras | Etapas Construtivas | | | | |
|-------|---------------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | Fundação | Estrutura | Alvenaria | Instalações | Acabamento |
| 01 | | | XXXXXXX | XXXXXXX | XXXXXXX |
| 02 | | XXXXXXX | XXXXXXX | | |
| 03 | XXXXXXX | | XXXXXXX | XXXXXXX | |
| 04 | | | | | XXXXXXX |
| 05 | XXXXXXX | XXXXXXX | XXXXXXX | | |
| 06 | | XXXXXXX | XXXXXXX | XXXXXXX | |
| 07 | | | | XXXXXXX | XXXXXXX |
| 08 | XXXXXXX | XXXXXXX | | | XXXXXXX |
| 09 | | XXXXXXX | XXXXXXX | XXXXXXX | XXXXXXX |
| 10 | XXXXXXX | XXXXXXX | XXXXXXX | | |

Quadro 1 – Etapas construtivas de coleta das amostras, por obra

Todas as amostras foram trabalhadas no sentido de determinar a massa aparente (calculada a partir da divisão da massa do material pelo volume, sendo que os vazios entre os materiais não foram descontados) e a composição gravimétrica (percentual de cada componente em relação ao peso total do resíduo, determinada a partir da separação, com base em classificação prévia), ressaltando-se a utilização das NBRs da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) específicas para cada procedimento e as Resoluções nº 307 e 348 do CONAMA.

2.1.1 Classificação prévia

Para a composição gravimétrica foi realizada uma pré-classificação visual, objetivando a separação das frações de terra e de vegetação dos materiais orgânicos (papel, plástico e madeira) e dos materiais inorgânicos (metais).

Além do cuidado anterior, foi necessária a separação do gesso e de peças confeccionadas em cimento amianto, para evitar a contaminação do resíduo a ser utilizado quanto da fração mineral do resíduo de construção e demolição, composta prioritariamente por concreto, argamassa, cerâmica vermelha e rocha.

A classificação prévia foi realizada tomando como base a Resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), a qual é resumida no Quadro 2.

| Classes | Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica |
|---------|--|
| A | Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra. |
| B | Resíduos recicláveis para outras destinações, como plásticos, madeiras, metais, vidros e papéis. |
| C | Resíduos não recicláveis ou sem recuperação desenvolvida, como o gesso. |
| D | Resíduos perigosos, como tintas, solventes, óleos e amianto (contaminados). |

Quadro 2 – Classificação Prévia

2.1.2 Pesagem

Antes da pesagem (Figura 1) das amostras, com cubagem variada, os diversos materiais agregados, componentes dos RCDs analisados, foram reduzidos a fragmentos com dimensão máxima de aproximadamente 25 cm, visando os procedimentos de redução, homogeneização e quartejamento destes resíduos.



Figura 1 - Pesagem das amostras

2.2 Procedimentos

De acordo com a NBR 10.007 (ABNT, 2004) a amostra representativa é uma parcela do resíduo a ser estudado, que é obtida através de um processo de amostragem e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do resíduo.

Essa norma também estabelece que a amostra deve ser homogênea, ou seja, obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos resíduos. Tal mistura deve ser feita de modo que a amostra resultante apresente características semelhantes em todos os pontos. Já para os resíduos no estado sólido, a homogeneização deve ser obtida por quartejamento.

2.3 Quartejamento

É importante ressaltar que quartejamento é o processo de mistura pelo qual uma amostra bruta é dividida em quatro partes iguais, sendo tomadas duas partes iguais entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quartejamento é obtido até que se obtenha o volume desejado (Figura 2).



Figura 2 - Processo de quartejamento das amostras

3 RESULTADOS

Para o gerenciamento correto dos resíduos, se faz necessário ainda uma caracterização minuciosa dos mesmos, para que eles venham a ser gerenciados de forma efetiva, o que consistirá na tomada de decisão ao reciclá-los, quando não for possível reutilizá-los nem reduzi-los. Neste trabalho pôde-se obter a determinação tanto da composição gravimétrica quanto da massa aparente, o que permitiu a conclusão de que 96,44% dos RCDs gerados pertencem à Classe A (Quadro 2).

A partir da constatação desse percentual significativo, foi realizada uma subclassificação para uma maior especificação dos resíduos analisados. No tocante à massa aparente, o resultado foi de 1,69 ton / m³, como mostra a Tabela 1, a qual é compatível com a média encontrada em outras cidades.

Tabela 1 – Resumo da Composição Gravimétrica dos RCDs homogeneizados (%) e de sua Massa Aparente

| Obras | Classe A | Classe B | Classe C | Classe D | Total | M.A. (ton/m ³) |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------|----------------------------|
| 01 | 96,02 | 1,76 | 1,60 | 0,63 | 100,00 | 1,97 |
| 02 | 96,90 | 1,00 | 1,82 | 0,27 | 100,00 | 1,68 |
| 03 | 96,75 | 1,10 | 1,93 | 0,22 | 100,00 | 1,58 |
| 04 | 96,86 | 0,79 | 1,76 | 0,59 | 100,00 | 1,79 |
| 05 | 97,16 | 1,27 | 1,21 | 0,36 | 100,00 | 1,60 |
| 06 | 96,49 | 0,85 | 1,73 | 0,94 | 100,00 | 1,83 |
| 07 | 95,82 | 1,24 | 2,05 | 0,88 | 100,00 | 1,69 |
| 08 | 94,88 | 2,74 | 2,14 | 0,24 | 100,00 | 1,73 |
| 09 | 96,53 | 1,13 | 1,99 | 0,36 | 100,00 | 1,70 |
| 10 | 97,04 | 1,22 | 1,66 | 0,88 | 100,00 | 1,62 |
| Média | 96,44 | 1,31 | 1,79 | 0,46 | | 1,69 |

Fonte: Carnaúba (2009)

A partir da Tabela 1, constata-se que 96,44% do volume de RCDs gerado pelas empresas pesquisadas podem ser recicláveis como agregados, 1,31% podem ser recicláveis para outras destinações, 1,79% não são recicláveis e apenas 0,46% do volume de RCD constitui-se como resíduo perigoso (Figura 3).

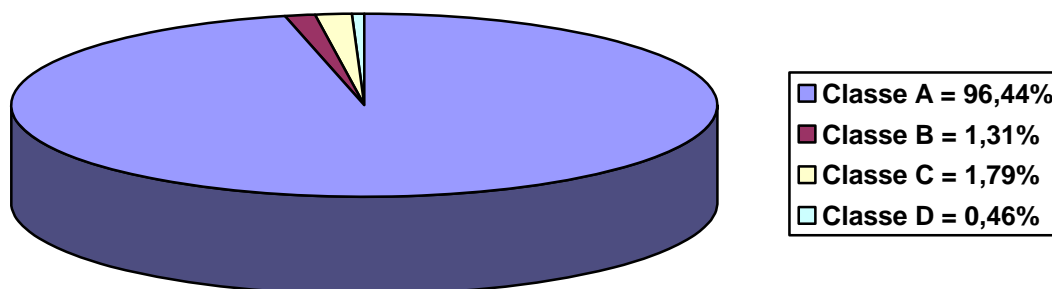


Figura 3 – Composição gravimétrica por classes, em percentual

Fonte: Carnaúba (2009)

A utilização de agregados reciclados na cidade de Maceió ainda é incipiente por conta da inexistência de gestão nessa área, o que denota desconhecimento técnico de profissionais e a falta de estudos

científicos que visem à caracterização desses resíduos e que venham, ao final, garantir a qualidade desses.

Quando utilizados para pavimentação, os agregados reciclados requerem menor rigor técnico, uma vez que dispensa maiores cuidados na sua segregação, permitindo que terra, rocha, tijolo, argamassa e material cerâmico sejam utilizados a partir de uma simples uniformização.

Uma forma alternativa de utilização do RCD como agregado reciclado consiste na sua utilização em substituição ao uso do agregado tradicional em concretos, nas situações em que não exerçam função estrutural.

Esses dois procedimentos se constituem em evidência cabal da racionalidade que pode ser atingida através do gerenciamento dos RCDs, a partir da sua caracterização.

Efetuando um detalhamento maior dos resultados obtidos, fez-se uma divisão da Classe A em subclasses de 01 a 06, haja vista ser essa classe de maior representatividade. A composição dessas subclasses foi a seguinte: subclasse 01 – concreto sem impurezas; subclasse 02 – alvenaria sem impurezas; subclasse 03 – alvenaria sem revestimento cerâmico; subclasse 04 – alvenaria com presença de terra e vegetação; subclasse 05 – concreto, alvenaria e argamassa; e subclasse 06 – material asfáltico.

A Tabela 2 e a Figura 4 apresentam a representatividade percentual de cada subclasse na Classe A.

Tabela 2 – Resumo da composição das subclasses da Classe A em percentuais

| Obras | Subclasses | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
| 01 | 19,32 | 15,36 | 16,17 | 7,79 | 40,07 | 1,30 |
| 02 | 14,09 | 19,60 | 19,63 | 9,41 | 36,70 | 0,58 |
| 03 | 31,77 | 10,23 | 18,05 | 7,92 | 31,00 | 1,02 |
| 04 | 20,63 | 13,94 | 29,20 | 5,43 | 30,49 | 0,31 |
| 05 | 13,28 | 20,04 | 24,30 | 15,85 | 25,78 | 0,75 |
| 06 | 21,34 | 18,37 | 19,95 | 6,48 | 32,95 | 0,91 |
| 07 | 25,43 | 23,33 | 14,73 | 5,84 | 29,81 | 0,86 |
| 08 | 28,19 | 6,98 | 18,52 | 9,73 | 35,50 | 1,09 |
| 09 | 20,70 | 23,63 | 21,60 | 5,71 | 27,43 | 0,93 |
| 10 | 13,23 | 26,91 | 12,40 | 16,43 | 30,53 | 0,50 |
| Média | 20,80 | 17,84 | 19,46 | 9,06 | 32,02 | 0,82 |

Fonte: Carnaúba (2009)

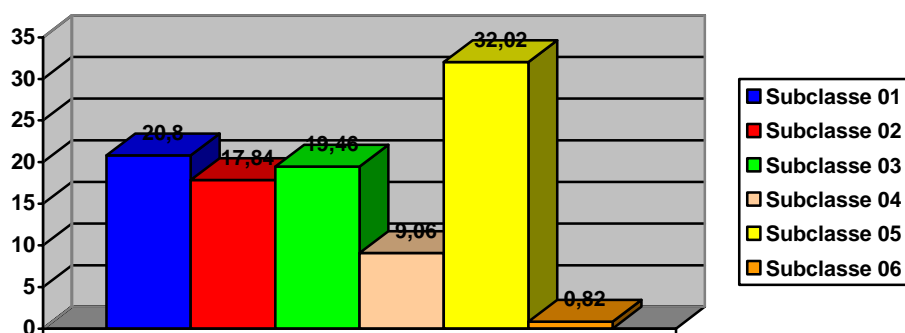


Figura 4 – Representatividade percentual média das subclasses da Classe A

Fonte: Carnaúba (2009)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todo processo construtivo gera resíduos que não conseguem ser reduzidos nem reutilizados na proporção ideal, sendo assim, a reciclagem consiste na última instância para a solução da problemática.

A educação ambiental para reciclagem e o incentivo a pesquisas nas instituições de pesquisas representam dois pólos difusores que permitirão a descoberta de novas técnicas construtivas com materiais reciclados, onde essas novas técnicas deverão contribuir na redução do volume de RCDs que as metrópoles brasileiras têm gerado nos últimos anos.

No Brasil têm ocorrido instalações esporádicas de equipamentos de moagem adequados, em canteiros de obras. Essa ação constitui apenas um paliativo, pois ao triturar os resíduos gerados na própria obra são produzidas benesses econômicas mínimas, por falta de planejamento e conhecimento dos profissionais da área de construção civil. Faz-se necessário a instalação e a operacionalização efetiva de usinas de reciclagem em todo o país, respeitadas as demandas de cada região.

O maior percentual dos resíduos gerados pela ICC são classificados, segundo a resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), como resíduos Classe A, que são os resíduos com potencial para a reutilização ou para a reciclagem como agregados.

Preocupa o volume de resíduo produzido pela ICC, por conta dos sérios impactos ambientais negativos que são gerados a partir do considerável consumo de matéria-prima e da intervenção imposta às paisagens naturais, apesar de essa indústria ser propulsora do desenvolvimento social e econômico de qualquer país.

Um grande desafio a ser enfrentado no gerenciamento de RCDs consiste em opor-se aos interesses econômicos dos investidores no âmbito da construção civil, além da tentativa de se modificar os padrões consumistas vigentes na coletividade. Tal oposição se torna fundamental apesar do arraigamento desses valores na sociedade.

A redução de desperdício requer uma padronização dos sistemas construtivos que constitui em uma racionalização das diversas etapas no processo conclusivo. Para que a reutilização dos materiais seja possível e os erros de execução no canteiro de obra sejam diminuídos, será necessária a utilização de tecnologias limpas.

Novas técnicas construtivas poderão ser descobertas, além de novos materiais recicláveis, a partir da difusão da conscientização da preservação ambiental, tanto nos canteiros de obras quanto nas instituições acadêmicas. Tal possibilidade constitui uma das intenções básicas desta pesquisa e isso justifica a sua produção.

Quatro ações importantes a serem consideradas num gerenciamento eficaz de resíduos em um canteiro de obra são a motivação, o planejamento, a implantação e o acompanhamento.

A motivação requer a sensibilização e o treinamento dos operadores da construção civil. Inicialmente os contatos se farão com os gestores e os chefes de equipes, com a intenção de conscientizá-los de que o sucesso do gerenciamento dependerá da sua contribuição. Nesse momento serão definidas as ações necessárias para a redução do RCD, que consistem em um procedimento preventivo e prioritário. De qualquer forma haverá a geração de resíduo que deverá ser tratado adequadamente, o que, compreende a sua reutilização e a sua reciclagem de forma correta, ações estas que devem ser precedidas pela caracterização dos RCDs.

Portanto, a partir dos resultados aqui apresentados e pelo anteriormente exposto, deve-se ampliar o número de empresas pesquisadas, buscando resultados que confirmem os resultados parciais da pesquisa, de forma a validá-los, e que esses resultados possam servir de subsídio para o planejamento e implantação de medidas concretas que busquem a racionalização dos recursos naturais, sendo a reciclagem uma ferramenta potencial a ser utilizada.

5 REFERÊNCIAS

AGOPYAN *et al.* Construindo com fibras vegetais. **A Construção**, São Paulo: n. 2. 200, p.17-20, Abril, 1990.

ÂNGULO, S. C. **Caracterização de Agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. 2005. Tese – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 10.004 – Classificação de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de Julho de 2002, **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos de construção civil**, Brasília, 2002.

CARNAÚBA, T. M. G. V. **Proposta de gerenciamento de resíduos sólidos em obras de edificações verticais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, João Pessoa, 2009.

ICF Incorporated. **Construction and demolition waste**. U.S.A.: Draft Report, 1995.

JOHN, V. M. Desenvolvimento de Mercado para Resíduos. Reciclagem e Utilização de Resíduos como Materiais de Construção Civil. Associação Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído. **Anais...**, São Paulo, 1997.

LAURITZEN, E. K. ; HANSEN, T. **Recycling of construction and demolition waste 1986 – 1995**. Denmark: Ministry of Environment and Energy, 1997.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MIRANDA, L. F. R. Usinas de reciclagem de resíduos classe A da construção civil. In: ARAÚJO, N. M. C. **Construção civil: uma abordagem macro da produção ao uso**. João Pessoa: IFPB: Sinduscon-JP, 2010.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SILVA, R. W. C.; ARNOSTI JR., S. Caracterização do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) Reciclado. **HOLOS Environment**, v.5, n.2, p.137. 2005.

SOUSA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros**. São Paulo: PINI, 2005.

VÁSQUEZ, E. **Projeto entulho bom**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2001.

WRIGHT *et al.* **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. Campinas. 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, Campinas, 1997.