

# **Resíduo de Construção e Demolição (RCD) da Cidade de Macaé (RJ)**

**Allexley Pacheco Bernacchi Alves**

Bolsista de Iniciação Científica, Engenharia Civil, UFRJ

**Salvador Luiz Matos de Almeida**

Orientador, Engenheiro Metalúrgico, D. Sc.

**Lauro Santos Norbert Costa**

Co-orientador, Eng. Metalúrgico, M. Sc.

## **Resumo**

Este trabalho visa mostrar o estudo feito na cidade de Macaé (RJ), através de dados que foram obtidos em análises de escala laboratorial, de algumas frações de RCD. Pode ser verificado o modo como feito a caracterização e classificação dos lotes através de figuras e gráficos ao decorrer do trabalho. Assim, é possível perceber os resultados e analisar meios para que sejam aperfeiçoados e para que se possa dar continuidade ao projeto.

### **1. Introdução**

Os resíduos de construção e demolição (RCD) representam mais de 50% da massa dos resíduos sólido urbanos (Pinto, 1999) e em muitos países europeus (Hendriks, 2000; John, 2000). A geração média na Europa per capita, varia de 200 kg/hab.ano a 1.600 kg/hab.ano, conforme dados de Mueller (2006), e cresce em função da densidade populacional.

Um aumento da geração média per capita pode ocorrer em cidades como São Paulo e Tóquio, onde a densidade populacional é elevada. A cidade de Macaé, estado do Rio de Janeiro, possui aproximadamente 152.000 habitantes. No entanto, apresenta uma elevada geração, em torno de 585 kg/hab.ano, conforme informações levantadas junto a empresas de caçambas estacionárias da cidade. Isto ocorre em função da intensa renovação e expansão urbana, impulsionada pela economia de petróleo da região.

No Brasil, são estimados 68 milhões de toneladas de RCD (John et al., 2004), a partir de uma mediana de 500 kg/hab.ano, calculada para cidades brasileiras de médio e grande porte (Pinto, 1999). Estima-se mais de 170 milhões de toneladas por ano na Europa (Symonds, 1999).

### **2. Objetivo**

O objetivo deste projeto é analisar, em escala laboratorial, a influência de algumas operações unitárias de tratamento de minérios e da origem da fração mineral do resíduo de construção e demolição (RCD) nas características dos agregados reciclados para uso em concretos, na cidade de Macaé-RJ.

As metas físicas são:

- Amostragem da fração mineral do RCD em diferentes Regiões do País;

- Caracterização do uso potencial dos agregados mistos de RCD;
- Investigação laboratorial das operações unitárias e sua influência nas características dos agregados mistos de RCD.

### 3. Metodologia

Caracterização dos lotes de RCD.

Métodos que foram efetuados:

- Densidade aparente do lote de RCD;
- Peneiramento a seco da fração graúda;
- Peneiramento a úmido da fração miúda;
- Determinação do teor de umidade e do teor de finos;
- Distribuição de massa nos grupos de densidade do agregado graúdo;
- Determinação dos materiais por catação nos grupos de densidade.

Os lotes de RCD foram pesados, com o objetivo de se avaliar a massa unitária. Em seguida, os lotes foram peneirados a seco nas telas de 80 e 25,4 mm. Três frações foram geradas (em mm): + 80; -80+25,4 e -25,4.

Nas frações maiores que 25,4 mm (+80, -80+25), os materiais indesejáveis como madeira, plástico, papel, betume, metais ferrosos e metais não ferrosos, assim como contaminantes, tais como vidro, gesso e cimento amianto, foram separados por fração, empregando catação.

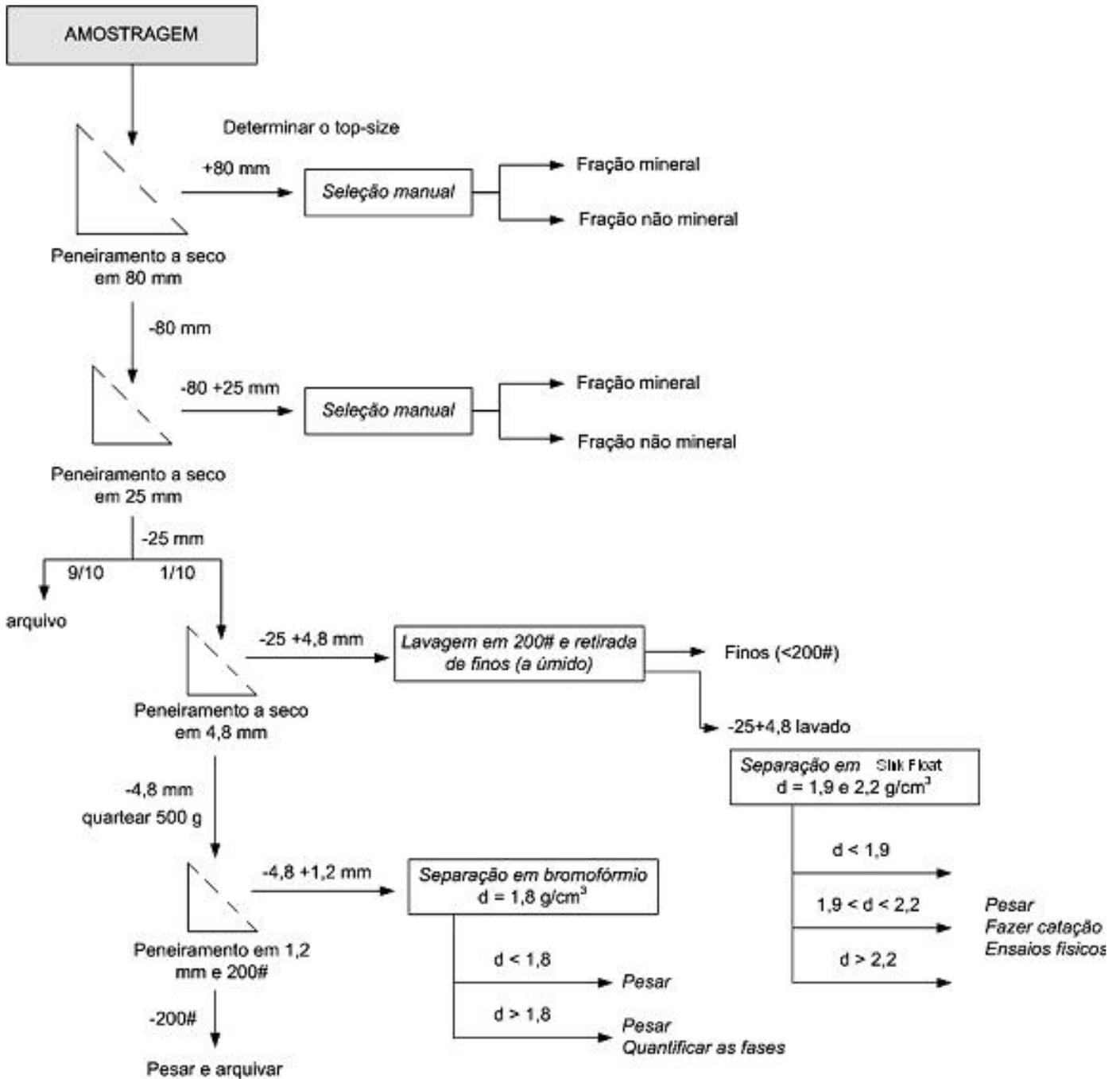


Figura 1. Apresenta o fluxograma experimental utilizado no estudo.

A fração menor que 25,4 mm foi homogeneizada, por pilha alongada (figura 2), e foi tomado 1/10 do volume para o peneiramento. Em seguida, ela foi peneirada a seco na tela de 4,8 mm. Duas frações foram geradas (em mm): -25,4+4,8; -4,8. O agregado miúdo (-4,8 mm) foi também homogeneizado (figura3) e foram tomadas 500 gramas para o peneiramento do agregado miúdo.



Figura 2- pilhas alongadas da fração menor que 25,4 mm.



Figura 3- Pilhas alongadas da fração menor que 4,8 mm.

No agregado graúdo (-25,4+4,8), o teor de umidade foi determinado, assim como o teor de finos. Após a lavagem do agregado graúdo, a distribuição de massa por densidade foi avaliada, através da separação seqüencial nas seguintes densidades (em g/cm<sup>3</sup>): -1,9; +1,9-2,2; +2,2. Os materiais indesejáveis, contaminantes e o teor de cerâmica vermelha foram determinados, por catação, nos três produtos de separação por densidade e calculados para todo agregado graúdo, por ponderação de massa. Em seguida, eles foram compostos e a absorção de água e massa específica aparente foram quantificadas.

No agregado miúdo, o teor de umidade do agregado foi determinado. Em seguida, ele foi peneirado a úmido nas seguintes telas (em mm): 1,2 e 0,075. A massa de finos (-0,075 mm) foi determinada para avaliação do teor de finos. O agregado miúdo classificado (-4,8+1,2) foi empregado para a determinação do teor de materiais indesejáveis e contaminantes, inicialmente separados por um corte de densidade em 1,9 g/cm<sup>3</sup>, sendo o flutuado classificado por catação. As figuras 4 e 5 ilustram o processo de catação.



Figura 4. Processo de catação



Figura 5. Processo de catação

#### 4. Classificação dos lotes

O gráfico a seguir, apresenta os resultados da classificação visual dos lotes amostrados na cidade de Macaé. Seguindo o critério de cor para a classificação visual dos lotes, 43% dos lotes amostrados são vermelho e 57% dos lotes são cinza (Figura 6a), onde predominam materiais cimentícios. Em apenas 18% dos lotes amostrados podem ser encontrados o resíduo de concreto visualmente homogêneo (Figura 6b), sem a mistura com argamassa ou cerâmica vermelha, o que não corresponde à metade dos lotes classificados como cinza.

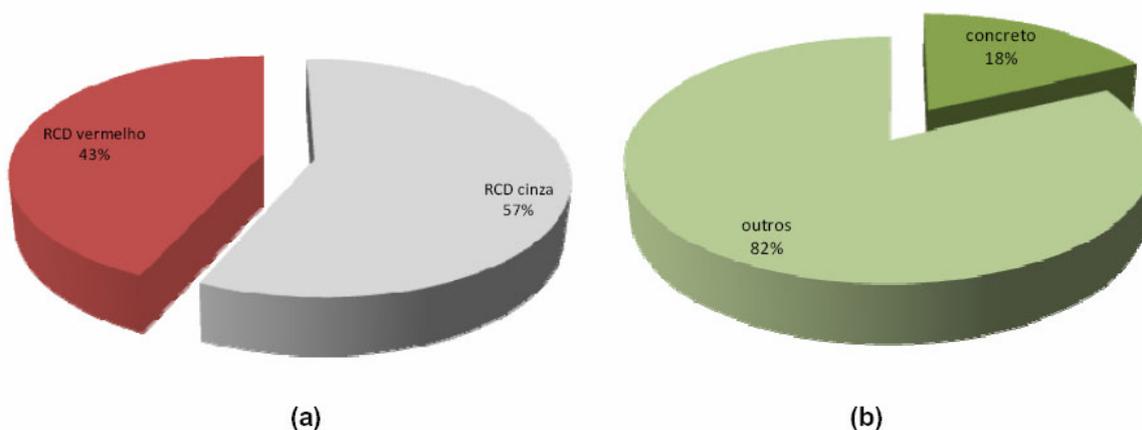


Figura 6. Síntese da classificação visual dos lotes de Macaé.

Como pode ser observado na Figura 7 abaixo, em 98 % dos lotes analisados foi observada a presença de materiais indesejáveis ou contaminantes. Em torno de 55% dos lotes indicam visualmente a presença de materiais orgânicos leves (madeira, plástico ou papel). Deste total a grande maioria dos materiais orgânicos leves é a madeira. A mistura com solo é também representativa, em torno de 27% do total dos lotes.

Quanto a mistura com resíduos perigosos ou contaminante no processo de reciclagem (cimento amianto e gesso) de acordo com a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), apenas em 4%

dos lotes amostrados foi identificada a presença de cimento amianto. A presença de gesso foi observada em 8% dos lotes amostrados.

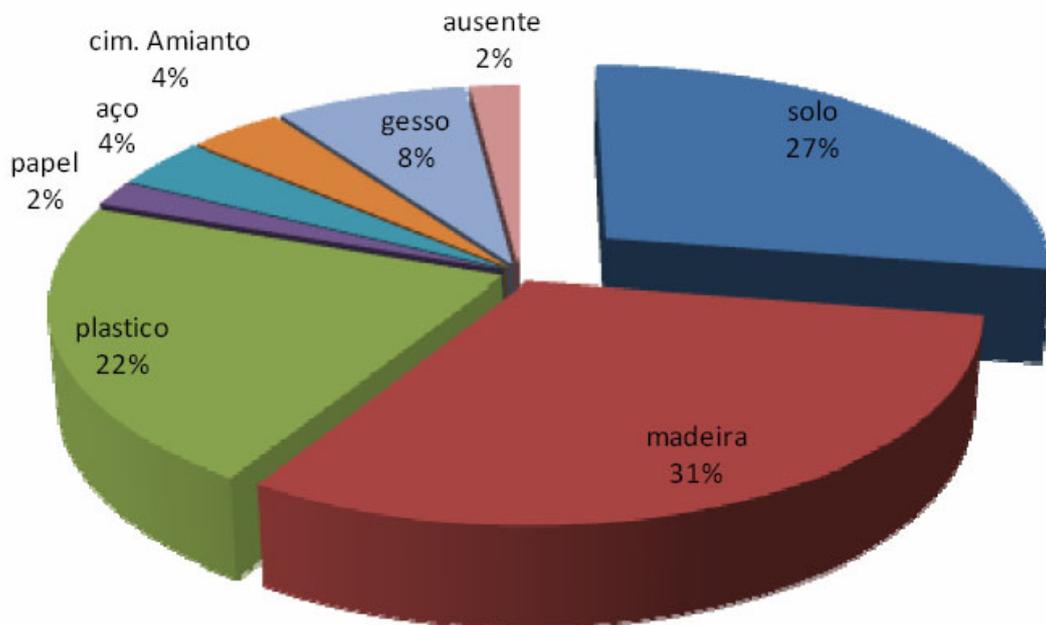


Figura 7. Presença de materiais indesejáveis e contaminantes nos lotes de RCD mineral de Macaé.

## 5. Conclusão

Foram coletadas 23 toneladas de RCD para garantir representatividade da amostra, na cidade de Macaé. As principais propriedades dos agregados reciclados e características intervenientes no processamento foram caracterizadas diretamente, a partir dos 52 diferentes lotes de RCD.

Como conclusões, a densidade aparente média dos lotes foi igual a 0,72 kg/L, sendo as variações entre 0,5 e 1,0 kg/L resultantes da variação nas distribuições granulométricas. Diversos fatores influenciam nessas distribuições, tais como a composição, o teor de finos e os teores de materiais indesejáveis, que ficam, em grande parte, concentrados nas dimensões maiores que 25,4 mm.

Um sistema de escalpe em 25,4 mm pode aliviar até 50% da massa de alimentação do britador, uma vez que já se encontra na granulometria adequada do agregado reciclado. Além disso, tal operação concentra os materiais indesejáveis, o que pode facilitar o processo de catação, aumentando sua eficiência. Essa operação e os arranjos de catação em pilha cônica, alongada e sobre esteira serão objeto de estudo no CETEM, na continuidade deste projeto.

## 6. Agradecimentos

Agradeço ao CNPq por dar aos alunos essa oportunidade de aprendizado, aos meus orientadores (Salvador Almeida, Lauro Norbert e Francisco Mariano) e todos os funcionários com quem tive a oportunidade de trabalhar no CETEM.

## 7. Referências Bibliográficas

ANGULO, S.C.; MUELLER, A. 2007c. Determination of the composition of C&D recycled aggregates with consideration of their heterogeneity. Submitted to materials and Structures.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307. Brasília 2002.

HENDRIKS, C.F. **the building cycle**. Holanda: Aeneas, 2000. 231 p.

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

MUELLER, A. Recycling von Mauerwerkbruch – stand und neue verwertungswege (teil 1). **Ziegelindustrie International**. V. 56, n. 6, p. 17-25, 2003.

JOHN, V.M. et al. Strategies for innovation in construction and demolition waste management in Brazil. In: CIV WORLD BUILDING CONGRESS, 2004, Toronto. **Proceedings**. Canadá: National Research council of Canada, 2004. CD-ROM.

ALVES, M.B.M.; ARRUDA, S.M. **Como Fazer Referências** (bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos). UFSC. Florianópolis, Set. 2003. Disponível em: < <http://www.bu.ufsc.br/home982.PDF> >. Acesso em: 19 abr. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e Documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

CECHINATTO, J.L.; DIAS, M.L.; VIGOLO, S.M. **Manual de Elaboração de Referências Bibliográficas (Norma ABNT 6023/2000) e Citações (Norma ABNT 10520/92)**. UFRGS. Porto Alegre, Jan. 2001. Disponível em: < <http://wwwsr.unijui.tche.br/ambienteinteiro/Manual.pdf> >. Acesso em: 19 abr. 2005.