

CARACTERIZAÇÃO DO ENTULHO DE SALVADOR VISANDO A PRODUÇÃO DE AGREGADO RECICLADO

**CARNEIRO, Alex P.⁽¹⁾; CASSA, José C.⁽²⁾; QUADROS, Barbara E.⁽³⁾;
COSTA, Dayana B.⁽⁴⁾; SAMPAIO, Tais S.⁽⁴⁾; ALBERTE, Elaine P. V.⁽⁴⁾**

⁽¹⁾ Eng. Civil, Mestrando em Eng. Ambiental Urbana, Pesquisador GEMAC - UFBA;

⁽²⁾ PhD, DIC, Eng. Químico, Professor do DCTM - UFBA;

⁽³⁾ Arquiteta, Assessoria de Planejamento da LIMPURB;

⁽⁴⁾ Estudante de Eng. Civil, Bolsista de IC CNPq / PIBIC - UFBA

Grupo de Estudos em Materiais de Construção

DCTM - Escola Politécnica - UFBA

R. Aristides Novis, 02, Federação

40210-630, Salvador - Ba

Tel. / Fax: (071) 237-8524

E-mail: gemac@ufba.br

RESUMO

Com a intensificação do processo de urbanização, a quantidade de resíduos gerados pelas atividades de construção torna-se cada vez mais elevada. Em Salvador são produzidas atualmente cerca de 1.450 t/dia de entulho, dos quais grande parte é facilmente reciclável de uma forma geral. O entulho apresenta características variáveis, que dependem do tipo de obra, das técnicas construtivas, da fase em que se encontra a obra, das características sócio - econômicas da região considerada, entre outros fatores. Assim sendo, a caracterização do entulho constitui uma etapa imprescindível para estudos de alternativas visando a sua redução, reutilização e reciclagem.

Neste trabalho é apresentada a metodologia e os resultados da caracterização do entulho gerado na cidade do Salvador visando a utilização deste resíduo para produção de agregado reciclado.

PALAVRAS-CHAVE: reciclagem, entulho, caracterização, materiais de construção

ABSTRAT

The continuous growing on municipal solid waste generation, specially those from construction activities, have been responsible for the adoption of more drastic and efficient municipal solid waste management policies from public authorities.

A experiment programme have been carried out at the outskirts district of Salvador city, Brazil. Actually, 1450 tons daily of construction and demolition wastes have been generated in Salvador. The solid waste have variable physical characteristics which are depend on the type of civil construction, the construction techniques employed, from the construction phase and socio-economic characteristics of the urban area.

This paper present the results of an intensive characterisation investigation of construction and demolition waste from Salvador city as an effort to create alternative to better environmental conditions and income generations from recycling of solid waste.

KEY WORDS: recycling, construction wastes, characterisation, construction material

1.0 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que afeta a qualidade de vida nos grandes centros urbanos é o volume de resíduos gerado diariamente. Aspectos técnicos e operacionais envolvidos nesta questão são bastante conhecidos e estão relacionados à diversidade dos materiais descartados pela sociedade. Dentre os principais resíduos gerados pelas atividades urbanas se destacam o lixo doméstico, industrial, hospitalar, entulho de demolição e obras civis, entre outros.

Com a intensificação do processo de urbanização, a quantidade de resíduos gerados pelas obras de construção torna-se cada vez mais elevada, quer pelas demolições decorrentes do processo de renovação urbana, quer por novas edificações. Este crescimento exige medidas das administrações públicas no sentido de evitar o descarte destes materiais em locais inadequados, como terrenos baldios, cursos d'água ou áreas periféricas. Estas práticas, além do desperdício de materiais passíveis de reutilização e reciclagem, são prejudiciais ao meio ambiente.

Buscando minimizar estes problemas diversas políticas de gerenciamento tem sido desenvolvidas, visando priorizar a redução, reutilização e reciclagem do entulho, diminuindo a extração de matérias-primas e otimizando as áreas ocupadas para a disposição final dos resíduos urbanos.

Em Salvador, a LIMPURB - Empresa de Limpeza Urbana da Cidade do Salvador - está implantando o “Plano de Gestão Diferenciada de Entulho”. O objetivo desse programa é promover a correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela disposição indiscriminada e clandestina dos resíduos de construção da região de Salvador.

Este programa inclui a instalação de uma Usina de Reciclagem que irá processar cerca de 200 t/dia do entulho gerado em Salvador, transformando este resíduo em agregado que será utilizado para produção de materiais de construção de baixo custo.

O “Plano de Gestão Diferenciada de Entulho da Cidade do Salvador” pode promover expressiva redução de custos municipais de coleta quer pela minimização de atividades de limpezas corretivas, quer pela produção de material reciclado com valor comercial. Pode-se, também, direcionar os materiais reciclados para o atendimento de demandas sociais por infra-estrutura urbana (pavimentação, drenagem) e edificações (habitação, postos de serviço), demandas estas que são freqüentes nas periferias da cidade.

No entanto, é importante ressaltar que o entulho apresenta características bastante peculiares. Existe uma gama muito grande de matérias-primas, técnicas e metodologias empregadas na construção civil, que afetam de modo significativo as características dos resíduos gerados, principalmente em composição e quantidade. Portanto, o estágio de desenvolvimento da construção local (qualidade da mão de obra, técnicas construtivas empregadas, entre outros fatores) reflete na diversidade dos materiais constituintes do entulho. Dessa forma, a caracterização deste resíduo está condicionada a parâmetros da região de origem.

Este trabalho apresenta a metodologia utilizada e os resultados da caracterização do entulho gerado em Salvador, analisando aspectos físicos, sociais e operacionais. Este trabalho visa ainda, a reciclagem do entulho da região para produção de materiais de construção de baixo custo.

2.0 GERAÇÃO DO ENTULHO DE SALVADOR

Atualmente, são coletados cerca de 1.453t/dia de entulho em Salvador. Esta quantidade representa 41% dos resíduos coletados pelo serviço de limpeza urbana. Contudo, estes valores não abrangem a totalidade do entulho produzido na cidade. Estima-se que pelo menos outras 250 t/dia de entulho deixam de ser recolhidas.

O crescimento populacional constitui um fator importante nesta geração, visto que contribui para o aumento da produção de resíduos urbanos. Além disto, o alto déficit habitacional pressiona a sociedade a expandir o número de habitações nos próximos anos, contribuindo, também, para o aumento da geração de entulho.

A figura 1 apresenta a evolução do entulho recolhido em Salvador nos últimos 11 anos. Pode ser verificado que entre 1996 e 1998 houve significativo aumento na coleta. Este fato se deve a implantação do “Plano de Gestão Diferenciada de Entulho da cidade do Salvador”, contribuindo, assim, para a redução da disposição indiscriminada deste resíduo.

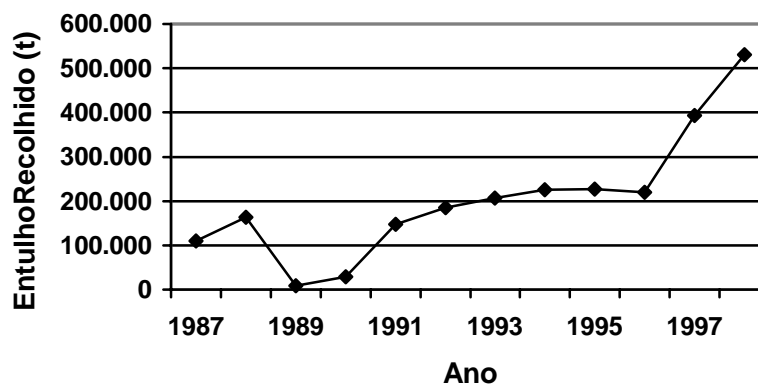


Figura 1 – Evolução do entulho recolhido em Salvador (LIMPURB, 1998).

3.0 METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DO ENTULHO

A caracterização do entulho constitui uma etapa fundamental para estudos de alternativas que busquem a redução, reutilização e reciclagem. A análise das características visa maximizar a utilização deste resíduo para produção de agregado reciclado.

Em Salvador, a caracterização do entulho foi realizada em parceria com a LIMPURB e GEMAC / UFBA, no período de setembro / outubro de 1999. As atividades de campo foram realizadas no aterro de Canabrava (local de descarga do entulho de Salvador).

A metodologia empregada na para caracterização de Salvador consistiu em procedimentos para: amostragem, recebimento, homogeneização, quarteamento da amostra e a realização de ensaios para caracterização do entulho, conforme apresentado a seguir:

Amostragem

As amostras do resíduo de construção e de demolição foram obtidas nos postos de descarga de entulho (PDE) e empresas cadastradas pela LIMPURB para coleta do entulho do grande gerador (depositados no aterro de Canabrava).

Foram analisadas cerca de 16 amostras de entulho (cerca de 142.000t). Esta quantidade corresponde a 10% do entulho gerado por dia na cidade de Salvador e apresenta nível de confiabilidade estatística adequado para este estudo.

A análise das amostras enfocou tanto os aspectos relacionados ao local de recebimento do entulho (PDEs e Grande Gerador- aterro) quanto ao nível de renda do local de geração do entulho (baixa , média e alta).

Recebimento, Homogeneização e Quarteamento

Inicialmente foi realizada a primeira redução da amostra no recebimento do entulho, no aterro ou nos postos de descarga, sendo retirada uma amostra inicial entre 5 e 10 t.

Com o auxílio de uma retroescavadeira foi realizada a operação de homogeneização seguido de quarteamentos sucessivos, até a obtenção de uma amostra com cerca de 500kg de entulho. O fluxograma deste processo é apresentado na figura 2.

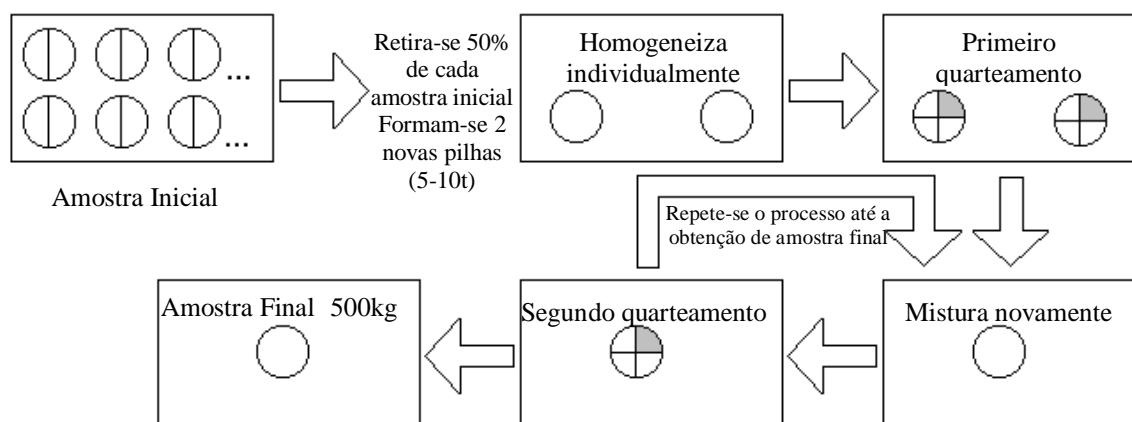


Figura 2 - Fluxograma do processo de obtenção da amostra final.

Ensaio para Caracterização do Entulho

- Determinação da Granulometria - a amostra final foi peneirada manualmente utilizando as peneiras 50mm; 25mm e 4,8mm, visando a separação do entulho em diversas frações granulométricas. Cada fração retida foi pesada e ao final foi obtida a distribuição granulométrica do entulho bruto. Este procedimento seguiu as recomendações NBR 7217 – “Agregado - Determinação da composição granulométrica”.
- Determinação da Composição Gravimétrica - A composição gravimétrica do entulho foi realizada através de seleção manual do material de cada uma das frações obtidas no peneiramento. Os elementos compostos com mais de um tipo de material foram classificados conforme o material predominante. A separação dos materiais para a determinação da composição gravimétrica foi realizada conforme os seguintes grupos:

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 - solos e areia; | 6 - rochas; | 11 - plásticos e borrachas; |
| 2 - cerâmica branca; | 7 - concreto armado; | 12 - papelão; |
| 3 - cerâmica vermelha; | 8 - ferro; | 13 - madeira de construção; |
| 4 - asfalto; | 9 - gesso; | 14 - outros materiais. |
| 5 - concreto e argamassa; | 10 - espuma, couro e tecido; | |

4.0 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir da metodologia descrita anteriormente, foram obtidos os resultados da distribuição granulométrica do entulho de Salvador (figura 3) e de sua composição gravimétrica (figura 4). Os resultados apresentados a seguir são parciais, uma vez que no momento da elaboração deste artigo, as atividades de caracterização do entulho de Salvador, ainda estavam em andamento.

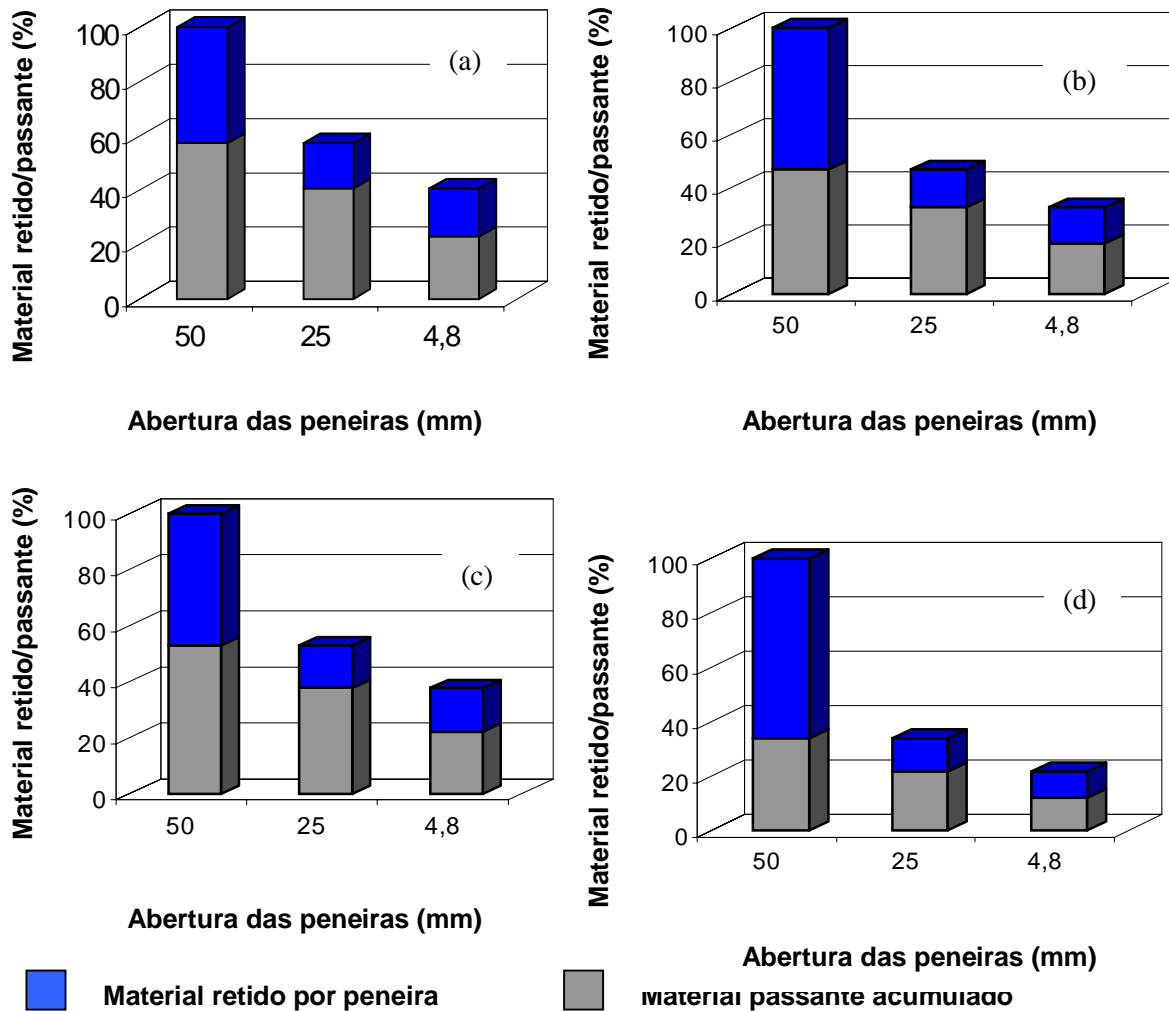


Figura 3 – Distribuição granulométrica do entulho de Salvador
(a) PDEs; (b) Grande gerador; (c) Baixa e média renda; (d) Alta renda

A partir da análise da figura 3 pode-se perceber que :

- Os elementos maiores que 50mm predominam no entulho de Salvador. Por outro lado, as demais partículas deste resíduo encontram-se bem distribuídas nas faixas granulométricas restantes.
- A granulometria do entulho de alta renda é similar ao de grande gerador, com pouca quantidade de material fino (passante na peneira 4,8mm) e significativa predominância de elementos graúdos (até 66% de material retido na peneira 50mm). Esta similaridade é compreensível, uma vez que a maior parte do entulho enviado

pelo grande gerador ao aterro, corresponde aos resíduos do setor formal da construção civil, representando, principalmente, as obras em áreas de alta renda.

- Por outro lado, a granulometria do entulho de baixa / média renda apresenta distribuição semelhante ao material recebido pelos PDEs, confirmando a estratégia de atuação destes postos em captar os resíduos de pequenas reformas e ampliação (atividades típicas de baixa e média renda). Devido ao alto custo de transporte ao aterro, este entulho era antes lançado em terrenos baldios e cursos d'água. Com a criação dos PDEs e aplicação de medidas educativas, punitivas e corretivas, houve a redução da disposição clandestina na região de Salvador (420 pontos em 1996 para 140 pontos em 1998).
- O entulho de baixa / média renda e o entregue nos PDEs apresenta maior quantidade de material fino, passante na peneira 4,8mm (mais de 22%), que o entulho de alta renda / grande gerador (cerca de 16%). Este comportamento reflete as características das obras na região de Salvador, onde a maioria da população de baixa e média renda vive em encostas e assim movimenta material do solo para viabilizar pequenas obras de construção, reforma e ampliação.

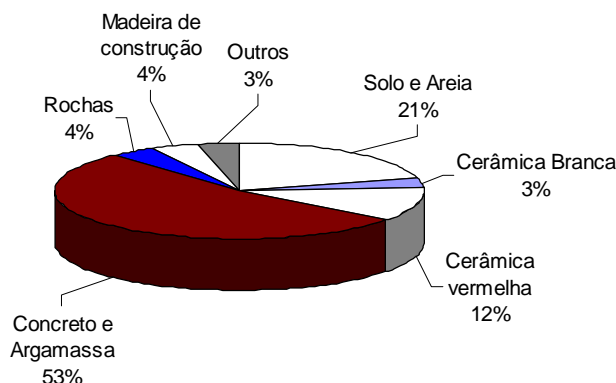


Figura 4 – Composição gravimétrica do entulho de Salvador

A partir da análise da figura 4 pode-se perceber que:

- A maior parte do entulho de Salvador é composto por restos de concreto e argamassa (53%). A quantidade de material cerâmico produzido na região também é significativa (15%). Estes grupos, juntamente com o de rochas (4%), correspondem a 72% do entulho estudado. Estes materiais, após passarem por um processo de britagem, produzem agregados com alto potencial de utilização em concretos e pavimentos.
- Outra parte significativa deste entulho é composto por solo e areia (21%). Após a britagem, esta quantidade será ainda maior, neste sentido, devem ser desenvolvidos estudos visando promover a utilização desta fração do entulho. Algumas aplicações que podem valorizar a utilização deste material e atender a demanda social são: a produção de base e sub base de pavimentos, tijolos de solo e entulho estabilizado com cimento e argamassas.
- A madeira de construção corresponde a 4% do entulho de Salvador, ou seja, são desperdiçados por ano cerca de 21.000t de subproduto com alto potencial de

reciclagem e que apresenta inclusive valor comercial. Nas usinas de processamento de entulho este material pode ser catado e comercializado.

- Os outros grupos de materiais juntos correspondem a apenas 3% do entulho. Contudo, alguns componentes, como o gesso (0,2%), mesmo presente em pequenas quantidades podem ser prejudiciais quando na utilização do entulho em argamassas e concretos.

A composição do entulho pode variar de forma significativa dependendo da região, tipo de material utilizado nas construções, técnicas construtivas empregadas, entre outros fatores. Além disto, a metodologia utilizada para caracterização pode influenciar significativamente nos resultados. Na tabela 1 são apresentadas as composições dos entulhos gerados em algumas regiões / países. Nesta tabela é possível perceber a variabilidade da composição deste resíduo.

Tabela 1 – Composição, em porcentagem, do entulho de diversas regiões /países

MATERIAL	LOCAL DE ORIGEM						
	Reino Unido ¹	Hong Kong ²	Salvador	São Paulo ³	São Paulo ⁴	São Carlos ⁵	Ribeirão Preto ⁶
Concreto e argamassa	9	8	54	63	11	69	89
Solo e areia	75*	19	21	-	83*	-	18
Cerâmica	5	12	19	29	3	30	23
Rochas	-	23	4	-	-	1	-
Outros	11	38	2	8	3	-	-

¹ Industry and Enviroment, 1996

* Solo, areia e rochas

² Hong Kong Politechnic, 1993

³ Pinto, 1994 (amostragem em canteiro)

⁴ Castro, 1998

⁵ Pinto, 1989

⁶ Zordan e Paulon, 1997

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A caracterização do entulho de Salvador consistiu em uma etapa fundamental nos estudos para redução, reutilização e reciclagem, possibilitando identificar meios de maximizar a utilização destes resíduos para produção de agregado reciclado;
- O entulho de Salvador apresenta-se como resíduo com elevado potencial de reciclagem para produção de agregados. A reciclagem deste entulho irá contribuir para a diminuição de impactos ambientais, assim como o prolongamento da vida útil do Aterro Metropolitano Centro e das reservas naturais de matérias-primas;
- Atualmente, o GEMAC-UFBA está realizando a caracterização completa do entulho britado de Salvador, analisando os aspectos físicos, químicos e de risco ambiental para utilização deste como insumo alternativo na produção de materiais de construção .

- Finalmente, a caracterização do entulho gerado em Salvador deverá ser feita sistematicamente, visando avaliar a variação das propriedades ao longo do tempo e em diferentes épocas do ano.

5.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, Marcus; SCHACH, Valdir; FERNANDES JUNIOR, José; LEITE, Wellinton, Caracterização física e granulométrica dos entulhos gerados na construção civil na cidade de São Paulo, In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998, Foz do Iguaçu, Anais..., 1998, Foz do Iguaçu, pp. 1667-1673

EMPRESA DE LIMPEZA URBANA DO SALVADOR (LIMPURB) "Gestão diferenciada na Cidade do Salvador - Relatório Final", Salvador, 1997.

HONG KONG POLYTECHNIC (Department of Building and Real Estate), THE HONG KONG CONSTRUCTION ASSOCIATION LTD. Reduction of construction Waste, Final Report. Hoong Kong, march 1993. 93p.

INDUSTRY AND ENVIRONMENT, "Construction and the environment: fact and figures", UNEPIE, v. 29 n°2, pp.2-8, Paris (1996).

LIMA, Gilson; TAMAI, Marcos. Programa de Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos Inertes em Santo André: Estação Entulho, In: II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental – Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental, 1998, Porto Alegre, Anais..., Porto Alegre, 1998, pp. 413-418.

PINTO, Tarcísio. Perdas de Materiais em Processos Construtivos Tradicionais, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.

PINTO, Tarcísio. Perdas de Materiais em Processos Construtivos Tradicionais, Departamento de Engenharia da Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, 33p., São Carlos, 1994.

ZORDAN, Sérgio. Utilização do Entulho como Agregado na Confeção do Concreto, Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Dissertação de Mestrado, Campinas, 1997.

AGRADECIMENTOS

- À Caixa Econômica Federal pelo apoio financeiro.
- Ao CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica.
- À LIMPURB pela parceria indispensável para realização deste trabalho.

*Este trabalho é dedicado à memória do saudoso
Prof. José C. Cassa – Fundador e Coordenador do GEMAC*