

**PINHAIS**

Rios limpos
e cidadãos
conscientes

ATUALIDADES

Limpurb
pesquisa
tecnologia
econômica para
tratamento de
chorume em
São Paulo

OPINIÃO

Arquiteto
mostra aspectos
econômicos e
sociais da
reciclagem e
coleta seletiva
de lixo

**RESÍDUOS
SÓLIDOS DE
SANTO ANDRÉ**

Santo André
quer tratamento
adequado e
preservação
ambiental

Reciclagem



**É hora de aperfeiçoar a legislação,
administração e tarifas**

Problemas com resíduos?



Modelo P215
- redução de
4 a 8 vezes
do volume
inicial



Compactador Monobloco
- redução de 3 a 6 vezes
do volume inicial

Os compactadores de resíduos Equitran foram desenvolvidos utilizando tecnologia de ponta, para os mais diversos usos. São feitos com aços especiais, com containers que variam de 12 a 30m³ de carga compactada, proporcionando redução de até 8 vezes o volume inicialmente coletado. Não perca tempo. Se o seu problema é a falta de espaço por causa de resíduos, solicite um estudo técnico de implantação, seja para resíduos industriais sólidos (papel, papelão, plásticos etc), ou lixo orgânico pouco úmido. Nós temos a solução para as suas necessidades.

PRESSOR EQUITRAN. ONDE SÓ A QUALIDADE NÃO É COMPACTA.



TECNOLOGIA EM EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE
SUCESSORA DA VEGA SOPAVE INDUSTRIAL LTDA.

Equitran Equipamentos para Transportes Ltda.

Escritório: Av. São Gabriel, 180 - 5º andar - Jd. Paulista - CEP 01435-000 - São Paulo/SP - Tel.: (011) 887-5644 - Fax: (011) 884-1542

Fábrica: Estrada Municipal do Rodeio, Km 5 s/nº - Bairro do Rodeio - Extrema/MG - Tel.: (035) 435-1155 - Fax: (035) 435-1505

E-mail: equitran@phoenixnet.com.br



CORPUS

Saneamento e Obras Ltda

COMPROMETIDA COM O FUTURO E A QUALIDADE DE VIDA DAS PESSOAS

- * Projeto e implantação de aterros sanitários
- * Projeto e recuperação de áreas degradadas (lixões)
- * Serviços de limpeza urbana: coleta domiciliar, varrição de ruas e manutenção de áreas verdes
- * Coleta e incineração de resíduos de serviços de saúde
- * Coleta e destinação final de resíduos industriais e especiais

SÃO PAULO: Av. Turmalina, 178 - Aclimação - CEP. 01531-020 / Fone/Fax.: (011) 278-7222

INDAIATUBA: Rua Julio Stein, 271 - Jd. Paraíso - CEP. 13330-000 / Fone/Fax.: (019) 894.5050

VITÓRIA: Rua São Sebastião, 70 - Resistência - CEP. 29030-000 / Fone/Fax.: (027) 325.4922

<http://www.corpus.com.br>



REVISTA LIMPEZA PÚBLICA

é uma publicação trimestral da Associação Brasileira de Limpeza Pública - ABLP. Sede: Av. Prestes Maia, 241 - 32º andar - conj. 3218 - São Paulo - SP - CEP: 01031-902. Fone: (011) 229-8490 e Fone/Fax: (011) 229-5182 - Entidade de utilidade pública - Decreto nº 21234/85-SP.

Presidentes Eméritos (In Memoriam): Francisco Xavier Ribeiro da Luz, Jayro Navarro, Roberto de Campos Lindenberg

DIRETORIA DA ABLP - Biênio 97/98

Presidente: Francisco Luiz Rodrigues; **2º vice-presidente:** José Paulo Pinto Teixeira; **3º vice-presidente:** Júlio Rubbo; **4º vice-presidente:** Maeli Estrela Borges; **5º vice-presidente:** Wanda Maria Risso Günther; **1º tesoureiro:** Mário Guillhem de Almeida; **2º tesoureiro:** Jumara Bastos; **1º secretário:** Cláudio Roberto Guaraldo; **2º secretário:** Arthur Moreira Barbosa Júnior

CONSELHO CONSULTIVO

Titulares: Adalberto Leão Bretas; Alberto Pacheco; Ariovaldo Caodaglio; Cineas Feijó Valente; Denise E. Formaggia; Fernando Salino Cortes; João Giansi Netto; José Álvaro Luz Pereira; Luiz Augusto Lima Pontes; Renato Mendonça; Tadayuki Yoshimura; Walter Engracia de Oliveira

Suplentes: José Edmar Kiehl; Maria Helena de Andrade Orth; Maria Márcia Orsi Morel; Valter Pedrosa de Amorim

CONSELHO FISCAL

Titulares: Christofer Wells; Douglas Natal; Pedro Gonzales Campoamor

Suplentes: Conrado Carvalho Alves; José Messias dos Anjos; Maurício Adeodato Boaventura

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Alberto Pacheco
Profª. Engª. Maeli Estrela Borges
Profª. Wanda Maria Risso Günther
Engª. Jacqueline Rogéria Bringham
Engª. Denise M. E. Formaggia
Arqª. Júlio Rubbo

COORDENAÇÃO DA REVISTA

Jumara Bastos

EDITOR RESPONSÁVEL

Ruy Azevedo - MTB: 16.288-SP

PRODUÇÃO GRÁFICA E EDITORIAL

Edição de Texto: Ruy Azevedo
Projeto Gráfico: Carmen Akemi Fukunari e Marcia Mayumi Chicaoka
Edição de Arte e Produção Gráfica: Carmen Akemi Fukunari

Fotolitos e Impressão: Vox Editora Ltda.

Tiragem: 5.000 exemplares

Os conceitos e opiniões emitidos em artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores e não expressam necessariamente a posição da ABLP. A ABLP não se responsabiliza pelos produtos e serviços das empresas anunciantes, as quais estão sujeitas às normas de mercado e do Código de Defesa do Consumidor.

Índice

4

EDITORIAL

Coleta seletiva e reciclagem estão cada vez mais em evidência

5

RECONHECIMENTO

A ABLP agradece aos sócios pelos 25 anos na luta em prol da limpeza pública

6

RECICLAGEM DE ENTULHO

O melhor ainda está por vir



16

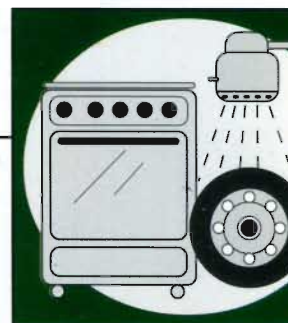
PINHAIS

O município efetua a limpeza dos rios e conscientiza os cidadãos

20

RECICLAGEM DE PLÁSTICO

Três professores da USP pesquisam o assunto e fazem críticas ao governo



25

ATUALIDADES

Em destaque o tratamento do chorume e o desenvolvimento do plástico biodegradável

26

OPINIÃO

Arquiteto mostra os aspectos econômicos e sociais da reciclagem e coleta seletiva de lixo

27

RESÍDUOS SÓLIDOS DE SANTO ANDRÉ

A prefeitura deste importante município da Grande São Paulo faz tratamento na usina de compostagem



A reciclagem de resíduos e os sistemas de limpeza pública

Durante os últimos anos no Brasil, o tema coleta seletiva e reciclagem tem sido cada vez mais lembrado pela sociedade, principalmente em escolas. A primeira impressão da população é de que a prática destes programas é muito simples e de fácil execução pelo poder público que cuida dos resíduos de uma cidade.

Fazendo retrospectiva das publicações da revista Limpeza Pública, observamos que há duas décadas já existia preocupação com este tema. Nesta edição, procuramos abordá-lo com certa ênfase, sabendo porém que estamos atingindo uma parcela muito pequena do que realmente vem ocorrendo no País e no mundo, muitas vezes por falta de divulgação oficial. A reciclagem por sua vez não seria possível sem que houvesse uma rede de fornecimento das matérias-primas oriundas dos resíduos coletados, considerando as mais variadas formas de obtenção (separação na fonte geradora, coleta porta a porta, separação durante o processo de fabricação, entrega voluntária etc.).

É importante lembrarmos que as fases que envolvem todo o processo para que se complete e atenda as regras básicas de higiene e segurança são inúmeras. Destacam-se as questões da estocagem, do transporte e do processamento futuro dos materiais, que dependem muito da educação do povo, dos espaços físicos e formas de transporte. Aliados a isso, seguem os investimentos necessários para a implantação e operação do sistema. Com frequência observamos prefeituras de cidades brasileiras que têm um sistema de limpeza mal estruturado (instalações precárias, funcionários sem uniformes e

equipamentos de proteção, veículos e equipamentos em péssimo estado de conservação, falta de legislação sobre as questões de limpeza etc.), além do destino final dos resíduos urbanos longe de ser adequado, normalmente apresentado na forma de lixão.

Não há mal maior do que esta fonte de poluição ambiental e estética, que deve causar vergonha a qualquer prefeito que se digne defensor do meio ambiente. O pior é que em várias cidades o poder público consegue arranjar recursos para iniciar projetos de coleta seletiva totalmente subsidiados pelo orçamento do setor de limpeza pública e meio ambiente, fazendo grande alarde de que está preocupado com o destino final dos resíduos da comunidade. Essa mudança de prioridade de aplicação dos poucos recursos é que condenamos, pois todo município, por menor que seja, deveria solucionar primeiro o seu lixão, para depois pensar em alternativas de tratamento e reaproveitamento de resíduos.

Entende-se que as iniciativas de programas de coleta seletiva e reciclagem desencadeadas por organizações não-governamentais em parceria com empresas privadas tendem a dar melhores resultados sobretudo quanto à venda dos produtos e a certeza de continuidade. Exemplos existem, como as associações de apoio a idosos ou crianças que recebem papel, papelão e latas por meio de pontos coletores espalhados na cidade. Dessa forma, a prefeitura fica desobrigada de ação mais direta no processo de coleta seletiva, podendo, se dispuser de recursos (financeiros e técnicos), incentivar e auxiliar no programa, não sendo necessariamente o fator imprescindível.

Francisco Luiz Rodrigues
Presidente da ABLP

Reconhecimento

A ABLP agradece aos seus sócios coletivos por tornarem possível sua continuidade, nesses 25 anos, na luta em prol da Limpeza Pública.

Transpolix

intranscol

Cliba Ltda

enterpa
ENGENHARIA LTDA.

JNS

Sanurban

marquise
MARCA DE QUALIDADE

queiroz galvão

ARQUILIX
ARQUILIX COLETA DE LIXO INDUSTRIAL S/C LTDA.

Sanear
COLATINA-ES

LOCAR

CAVO

SLU
BELO HORIZONTE-MG

VEGA

Planalto
INDÚSTRIA MECÂNICA LTDA.

prodesan
SANTOS-SP

SIDUPAR
SOCIEDADE DE DESENVOLVIMENTO
URBANO DO PARANÁ LTDA.

ecna
INDÚSTRIAS ECNA LTDA

MOSCA
GRUPO NACIONAL DE SERVIÇOS LTDA

Recicle
Uma força em defesa do Meio Ambiente!

ABLP - 25 anos



Reciclagem de entulho

o melhor ainda está por vir



Foto 1: Aspecto de uma caçamba de entulho de reforma na Suécia

É realmente necessário o aperfeiçoamento da legislação, da administração e das tarifas sobre o entulho, a fim de se garantir boa qualidade. Ponto de partida para a geração de empregos

Prof. Paulino E. Coelho

A reciclagem de concreto e pavimento asfáltico já é realizada no Brasil e no exterior. Entretanto, tal experiência tem-se concentrado na geração de agregados para utilização em pavimentação, ou ainda no reaproveitamento de alguns produtos contidos no entulho. Assim sendo, as plantas existentes na América do Norte e Europa visam principalmente a recuperação de agregados contidos em pavimentos e estruturas de concreto e pavimento asfáltico, partindo exclusivamen-

te da reciclagem destes materiais. Existem exceções, como se apurou no princípio desta pesquisa, em que unidades habitacionais americanas são objeto de reciclagem para recuperação de madeira. Em outras palavras, as plantas existentes no Brasil se constituem, na realidade, em plantas de reciclagem de agregado contido em entulho de pavimentos, importando este conceito das plantas americanas e europeias e aplicando-as a todo tipo de entulho de construção.

O principal motivo para reaproveitamento dos agregados contidos nestes entulhos, em alguns países da Europa, se prende principalmente à ausência de material primário, implicando até mesmo na importação de entulho de outras nações para geração de agregado. Subordinadamente, as restrições ambientais inibem ou encarecem os processos extrativos minerais, bem como a disposição do entulho gerado em reformas viárias e construções.

Na América do Norte, as razões não são diferentes e, embora muitas vezes haja disponibilidade de agregado primário, as distâncias de transporte são grandes, aliadas ao fato da escassez de áreas ou do alto valor destas para disposição de entulho.

No Brasil, o problema tem-se limitado aos grandes núcleos urbanos onde a grande geração de entulho vem encontrando problemas crescentes de disposição, ensejando a reciclagem de entulho nessas localidades.

Locais escassos

De qualquer forma, os volumes de entulho de demolição e construção são grandes. Os custos de disposição são altos e os locais para isso, dentro das regiões metropolitanas, cada vez mais escassos. Parece muito pouco inteligente ocupar áreas valorizadas com material que pode ser reciclado economicamente. Paralelamente, deve-se observar que em grandes cidades, como São Paulo, onde o crescimento da mancha urbana atingiu áreas-fontes de materiais primários, tais recursos passam a provir de distâncias cada vez maiores, conseqüentemente, chegando ao consumidor com um custo cada vez mais alto, favorecendo igualmente a opção de reciclagem de entulhos.

Note-se ainda que a demanda por habitação de baixo custo também torna interessante a viabilização de materiais de construção a custos inferiores aos existentes, porém sem abrir mão da garantia de qualidade dos materiais originalmente utilizados. Desta forma, o intuito do estudo, cujos resultados parciais são apresentados aqui, é o desenvolvimento de técnicas que garantam a qualidade de elementos construtivos produzidos com agregado derivado de entulho a custos inferiores aos agregados primários. Entretanto, para garantir esta meta, algumas perguntas foram feitas no início dessa pesquisa, tendo-se respon-

dido algumas e aguardando-se respostas para aquelas que demandam mais investimentos.

Assim sendo, perguntamos:

Por que reciclar entulhos em São Paulo?

Dados da Prefeitura de São Paulo, de seis anos atrás, citavam uma geração ao redor de 4.000 t/dia de entulho e destes, 2.400 t/dia de material limpo, ou seja, concreto ou pavimento asfáltico puro. Resta no mínimo dispor 1.600 t/dia. Por outro lado, a observação sistemática de caçambas de demolição, que venho informalmente fazendo ao longo dos últimos três anos, sugerem que hoje esta razão é no mínimo inversa, podendo-se até pensar em cerca de 20 a 30% de material de primeira e o restante de "lixo encaçambado", onde pode se encontrar desde restos de comida e plantas até sofás e geladeiras, além de boa parte de resíduos perigosos. Paralelamente, os terrenos baldios e beiras de vias públicas na periferia testemunham que muito provavelmente a quantidade de entulho seja maior e não dificilmente venha a atingir 70% dos resíduos sólidos urbanos hoje gerados, ou seja, algo em torno de 10.000 t/dia. Alguém tem números melhores, ou seja, **plenamente confiáveis?**

Caça às bruxas

Outro problema que muitos desconhecem é a existência de uma lei que impede a abertura de novas pedreiras nos maciços rochosos metropolitanos. Embora esta, como ou-



Foto 2: Aspecto de uma caçamba de entulho em São Paulo, Brasil

tras leis, não parece “ter pegado” até o momento, isto não é impossível de ocorrer a curtíssimo prazo. O motivo para isto é a grita das populações que moram no entorno de tais empreendimentos minerários e esqueceram que uma das razões para elas morarem lá é o progresso e a urbanização trazidos pela pedreira quando de sua instalação. Com isso, juntamente com os portos de areia, já objeto de intensa caça as bruxas em tempos recentes, as empresas que extraem material granular para construção se tornam cada vez mais escassas em São Paulo e provêm de distâncias cada vez maiores, encarecendo o bem mineral e conseqüentemente a já tão inacessível moradia dos brasileiros.

Paralelamente a cidade de São Paulo cresce, talvez não mais à razão de 250 mil habitantes/ano, como até bem pouco tempo atrás, mas com certeza um número não muito distante deste. Isto significa expansão da mancha urbana, com necessidade de novas vias, pavimentação, calçamento e moradias. A prefeitura sempre foi carente de recursos e hoje está falida, endividada e arrecada estimadamente 50% do que poderia, caso tivesse instrumentos eficientes de arrecadação, operando, portanto, normalmente “no vermelho”. Além disso, para dispor o entulho, a prefeitura paga a uma empreiteira para fazê-lo e adicionalmente paga a limpeza do

entulho indevidamente jogado à beira de vias públicas, praças e terrenos.

Assim sendo, as vantagens de reciclar entulho em São Paulo são óbvias. Com isso, eliminamos os custos de coleta e disposição de entulho pela municipalidade e, pela reciclagem, disponibilizamos o agregado a custo extrativo nulo para a municipalidade, podendo ainda vendê-lo a terceiros. Conseqüentemente os custos de pavimentação, construção de guias, sarjetas e calçadas são reduzidos. Paralelamente há o barateamento da construção com o uso de agregado mais barato. Isto sem contar as vantagens ambientais de aumento de vida útil de aterros onde estes entulhos são dispostos, valorização do material tornando menos atrativo o descarte inadequado, preservação dos recursos naturais para fins mais nobres ou exigentes, como pavimentos especiais e estruturas de concreto para grandes solicitações. Em termos práticos teremos uma redução de custos entre 40 e 70% dos agregados naturais e produtos feitos com estes.

Os entulhos gerados aqui são homogêneos?

Conforme um ditado popular, “uma imagem vale por mil palavras”. A melhor maneira de responder esta pergunta seria por meio de várias fotos que registramos de en-

Foto 3: Britadores giratórios e cônicos são utilizados na planta da Superfos, Copenhague, Dinamarca



tulhos, não só no Brasil, mas também no exterior, até em países onde a questão ambiental é tão importante, como Suécia, Holanda, Dinamarca e outros. Assim sendo, escolhemos um exemplo brasileiro e um sueco para responder a questão. As imagens são auto-explicativas (vide fotos 1 e 2).

Existem propriedades distintivas no entulho que são importantes ao processamento?

A experiência existente no Brasil e registrada em trabalhos anteriores tem-se referido a caracterização dos entulhos por meio da cor. Assim sendo, designações como “vermelho”, “branco” e “misto” já são familiares não só dos pesquisadores, mas de qualquer trabalhador que lida com reciclagem de entulho.

No trabalho que desenvolvi, busquei identificar uma possível distinção de tamanho entre entulhos provenientes de atividades de demolição e aqueles derivados de processos construtivos novos. Teoricamente esperava-se que os primeiros tivessem granulometria significativamente maior do que a dos entulhos de edificações novas. O que se confirmou por meio de estudos de frações granulométricas provenientes de duas obras distintas, ou seja, uma de construção e outra de demolição (gráficos 1 e 2). A explicação para tal é simples.

Na construção nova, sobram areia e finos de argamassa, bem como aparas de acabamento cerâmico e outros. Enquanto isto, na demolição, o único objetivo é reduzir o tamanho de paredes, lajes e pisos a dimensões que os tornem passíveis de transporte, ou seja, não se reduz a granulometrias finas, mas sim a blocos passíveis de carregamento e transferência para fora do local de demolição. As primeiras implicações para o processo é que grande parte do material oriundo de construções novas é passível de separação por um simples peneiramento, existindo uma predominância das frações mais finas pedra 1, pedrisco e areia. Isto economiza moagem, tornando ainda mais econômico o processo de beneficiamento.

Já na demolição, a maioria do material precisa ser moído antes da classificação granulométrica. Ou seja, a própria operação da planta e maximização de sua produtividade, com conseqüente redução de custo, deve pre-



Foto 4: Agregado de reciclagem de concreto da Superfos em Copenhague, Dinamarca

ver um layout adequado a, se necessário, efetuar somente uma classificação granulométrica do material. Isto pode também implicar obtenção de materiais com diferente comportamento mecânico, ou seja, os remanescentes de moagem com granulometria de pedra 1, 2 e 3 poderiam teoricamente ser mais resistentes que seus equivalentes do que sofreram unicamente o peneiramento. Entretanto, os resultados disponíveis neste estudo não confirmaram tal previsão.



Foto 5: Agregado de reciclagem de asfalto da Superfos em Copenhague, Dinamarca

Quais equipamentos são melhores: britadores de mandíbula, impacto ou outros?

Esta é outra discussão comum. Observando plantas em operação em Copenhague, Dinamarca, encontramos também britadores giratórios e cônicos (vide foto 3), trabalhando como secundários, em conjunto com britador de mandíbula primário. As instalações mais simples usam um britador de impacto somente e nenhum secundário.

É comum ouvir-se referências aos britadores de mandíbulas como geradores de pó e fragmentos placóides. Há ainda técnicos que dizem ter testemunhado travamento por madeira ou ferragens do concreto da mandíbula dos britadores deste tipo. A operação da Superfos, em Copenhague, processa concreto armado e pavimento de asfalto e não registrou nenhum problema com este tipo de britador, numa planta de 1.000 t/dia operada por apenas três pessoas. Quanto aos fragmentos placóides, estes são função da estru-

Foto 6: Vestiário construído com 4 mil blocos de concreto de agregado reciclado. Usina de asfalto, São Paulo, Brasil



tura laminar dos concretos e pavimentos asfálticos e não função do britador. Por outro lado, se os britadores de impacto produzem a maior redução de tamanho comparativamente aos demais, como então não geram poeira em quantidade? O resultado dos cônicos e giratórios, como secundários, comparativamente ao uso de um único de impacto nos casos observados, mostrou um agregado mais limpo, de qualidade superior (vide fotos 4 e 5).

É possível usar o entulho reciclado em outras aplicações que não só pavimentos?

Em 1992, a Prefeitura de São Paulo utilizou 4 mil blocos de concreto feitos com agregado de entulho para construir um vestiário para funcionários da usina de asfalto da Barra Funda (vide foto 6). O resultado pode ser visto ainda hoje. A edificação está em perfeitas condições, sem quaisquer trincas, furos ou desgastes irregulares. Blocos articulados produzidos com o mesmo material ficaram submetidos ao ambiente nocivo da planta por um período de cinco anos sem apresentar desgastes significativos e, ao fim do período, foram utilizados em outra propriedade da prefeitura.

Neste estudo, também foram produzidos blocos com traço similares a lajotas e blocos de concreto utilizados no campus da Universidade de

São Paulo (USP) e os resultados de ensaios de resistência também foram satisfatórios.

As propriedades dos produtos feitos com agregado de entulho são compatíveis com as dos elaborados com agregados primários?

A caracterização tecnológica dos agregados de entulho, processados no laboratório de trata-

mento de minérios e resíduos do Departamento de Minas da Escola Politécnica de São Paulo, e seus produtos (elementos de concreto/foto 7) foi realizada com o propósito de verificar a compatibilidade de seus parâmetros de resistência com a de agregados primários e seus produtos e orientar a definição de processos e fluxogramas mais adequados ao aproveitamento do entulho.

As amostras de agregados e suas frações granulométricas foram objeto dos ensaios de composição granulométrica, absorção de água, massa unitária, peso específico dos grãos e índice de vazios. As amostras de concreto recém-preparadas (concreto fresco) foram objeto dos ensaios de determinação de relação água/cimento, consistência pelo abatimento do tronco de cone e massa específica.

Os corpos de prova com traços equivalentes aos de lajota (L) e bloco articulados (B) fabricados pela prefeitura da USP correspon-

Foto 7: Amostras de corpo de prova de concreto feitos com entulho. Universidade de São Paulo, Brasil



deram às amostras que foram submetidas a ensaio para determinação da resistência à tração na flexão, ensaio de compressão simples, resistência à tração por compressão diametral, determinação de absorção de água, cálculo do índice de vazios e massa (peso) específica seca (natural).

Visando reproduzir as condições normais de preparação dos elementos de concreto para as amostras ensaiadas, as argamassas foram preparadas e os corpos de prova moldados, após observação do processo de mistura das argamassas e moldagem dos elementos de concreto da fábrica da Cidade Universitária.

Em laboratório, a preparação conforme os traços definidos obedeceu à seguinte sequência: o agregado, em quantidade suficiente para gerar amostras, devidamente peneirado e seco, era pesado. Posteriormente, o material era despejado na betoneira, onde era inicialmente homogeneizado pelo acionamento dela. A seguir, adicionava-se cimento, após pesagem. Nova homogeneização era feita. Por fim, adicionava-se água com o cuidado de se efetuar o controle anterior da massa e do volume de água, por meio de pesagem em balança de precisão. A argamassa era então misturada até a obtenção da homogeneização desejada e uma consistência adequada, conforme ensaio de consistência e controle por adição de água.

Atingidas as características desejadas, eram executados os moldes dos corpos de prova, utilizando-se formas cilíndricas e prismáticas de dimensões padronizadas. A argamassa retirada da betoneira era despejada nos moldes, depois adensadas e desmoldadas 24 horas depois.

Os corpos de prova foram ensaiados após 28 dias de cura em câmara úmida. Todos os ensaios foram realizados segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A razão de carregamento aplicada às amostras ensaiadas, nos testes de flexão, compressão e tração foram respectivamente de 0,44 Mpa/min, 0,5Mpa/seg e 0.05Mpa/

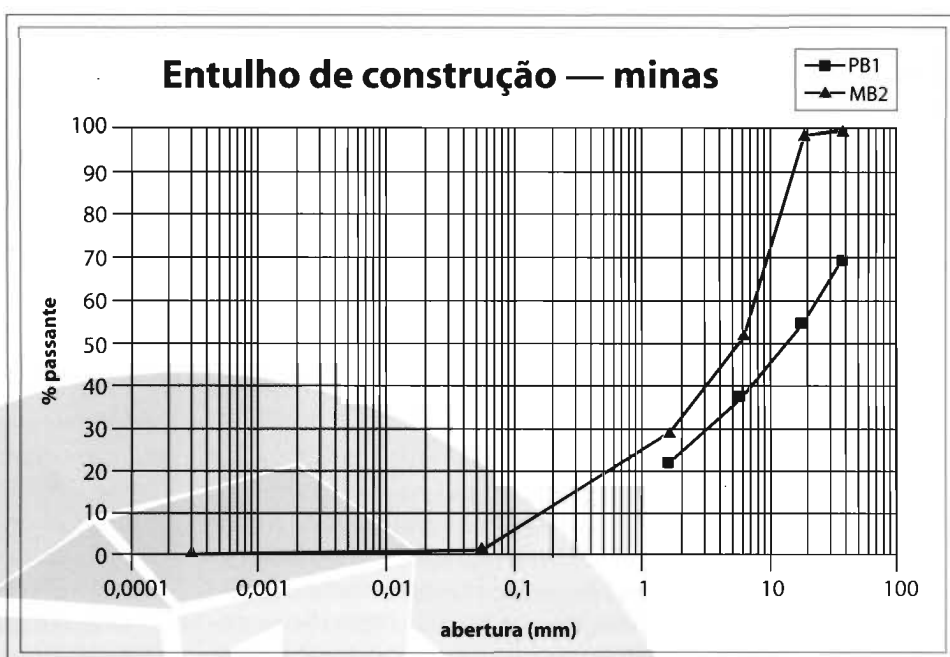


Gráfico 1

seg. Para os ensaios, foi empregada uma prensa Dinateste e Universal Testing Machine, modelo UH200A, da Shimadzu Co., com capacidade para 4, 10, 20, 40, 100 e 200 tf.

As pesagens foram feitas com balança de precisão, marca Mart, para 40 kg, e as quantidades maiores em balança para sacaria pesada, marca Filizola, com capacidade para 300 kg e precisão de 50 g. Todos os materiais e equipamentos utilizados pertencem ao laboratório de concreto da Escola Politécnica, onde se realizaram os ensaios.

A amostra de demolição, após a moagem e com traço de lajota (MV2-L), foi a que utilizou a maior relação água/cimento e apresentou a maior consistência dentre as amostras de traço (L). Ao mesmo tempo, foi a amostra que apresentou o maior índice de vazios e maior absorção de água. Mesmo assim a resistência à compressão desta amostra ficou em torno de 74% da máxima resistência à compressão dentre todas as amostras ensaiadas. Os demais valores de resistência não ficaram muito defasados. No entanto o traço B (blocos articulados) da amostra MV2 apontou os menores valores de resistência a tração e flexão dentre as amostras de entulho, porém não muito diferente destes.

É importante destacar que tanto a resistência à tração quanto a resistência à flexão das amostras de entulho VP1-B e BM2-L, respectivamente, superaram da amostra RMP (traço L), constituída de agregados primá-

os. A amostra VP-1 foi também a que registrou a maior massa específica de concreto fresco. Note-se ainda que a resistência a compressão dos corpos de prova de entulho chegou ao valor máximo de 12,17 Mpa (BM2-L), ou seja, mais de 90% do máximo encontrado para os corpos de prova de material primário (13,12 Mpa). Enquanto isto, o valor mínimo (7,82 Mpa) da resistência a compressão, entre todas as amostras de entulho com traço L, representa cerca de 60% do valor máximo dentre as amostras feitas com agregado natural dentro do traço lajota escolhido (CP-Lajota).

As características peculiares dos agregados primários, que constituem as pastas de concreto, estão refletidas nos resultados de maior massa específica, menor índice de vazios, menor absorção de água. Tais características são evidenciadas pelo maior peso específico e mínima absorção de água pelos grãos de agregado primário. Este aspecto também confere aos elementos de concreto feitos com este material uma rigidez maior, porém não muito distinta do valor mais próximo obtido para entulhos, atestado pela resistência à compressão. Em contrapartida, as mesmas características conferem ao concreto com material primário uma resistência à tração e flexão inferior ao da "melhor" amostra de entulho.

Paralelamente, a correlação das características do entulho não são tão evidentes com as propriedades dos grãos e das argamassas preparadas. Aparentemente, até os estágios

finais de cura dos corpos de prova ocorrem modificações que irão gerar as resistências obtidas. Entretanto, é muito importante notar que os parâmetros de resistência a flexão e tração dos agregados feitos de entulho não diferem muito entre si e comparativamente ao dos concretos com agregado primário, podendo até mesmo superar estes últimos. Enquanto os parâmetros de resistência à compressão podem chegar a ser compatíveis com os do concreto de brita convencional.

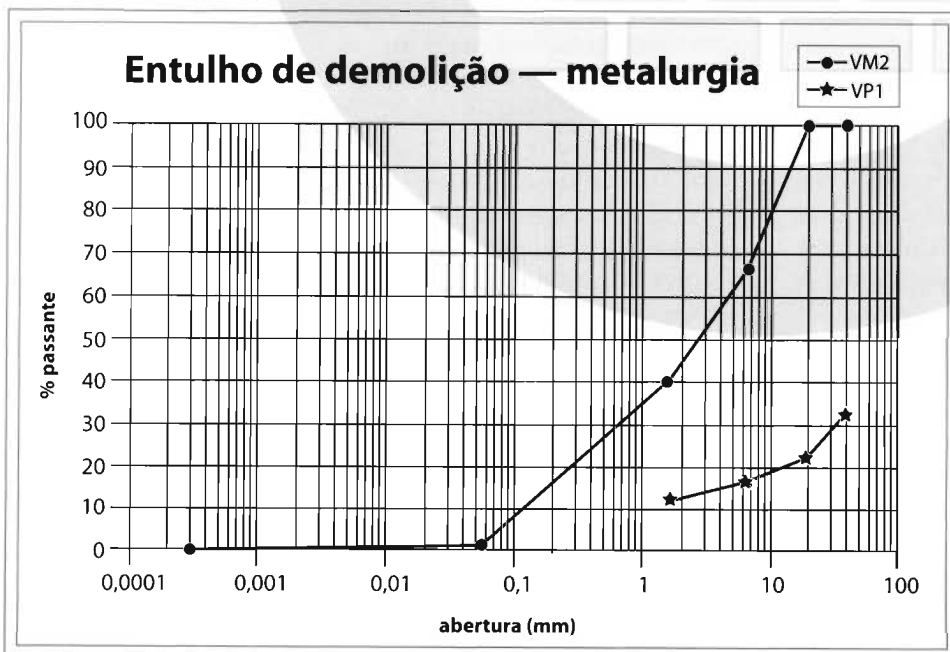
Independentemente da natureza do agregado, observa-se que todos os corpos rígidos se comportam melhor sob efeito compressivo. Porém a maior plasticidade normalmente encontrada nos entulhos, quer por sua constituição, quer por sua incorporação por absorção de água e deformação durante processo, conferem a estes melhor comportamento sob esforços de tração ou flexão.

Observando-se as propriedades de concreto e argamassa e confrontando-as com os resultados dos ensaios de resistência, destaca-se como fator de fundamental influência nos resultados obtidos o traço utilizado. Assim sendo, na tabela 1 pode-se verificar que todos os dados de Slump referentes aos traços L estão com uma interrogação (?). Na realidade, o que ocorreu é que para o traço utilizado, todas as amostras obtidas apresentaram elevada coesão, sem nenhum abatimento do tronco de cone. Como consequência, a razão água/cimento e massa específica do concreto

fresco se manteve igualmente baixa para todas amostras com traço B, à exceção da amostra MV2 que, devido às características intrínsecas dos grãos, registrou maior massa específica do que as demais amostras B.

Os estudos realizados com vistas ao emprego de agregados de entulho na fabricação de elementos de concreto dentro das condições de fabricação (traços) já utilizados na prefeitura da Universidade de São Paulo permitiram atingir as seguintes conclusões, para as amostras ensaiadas: a reciclagem de entulho para os fins visualizados é viável; os parâmetros de resistência à tração e

Gráfico 2



PARÂMETROS MÉDIOS DE PREPARAÇÃO E ENSAIOS COM ENTULHO E MATERIAL PRIMÁRIO

(L = CP - Lajota & B = CP - BLOCO)

Tabela 1

AMOSTRA	TIPO	RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO	SLUMP (cm)	P.E. FRESCO (g/cm3)	FLEXÃO (MPa)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)	TRAÇÃO (MPa)	ABSORÇÃO (%)	ÍNDICE DE VAZIOS	P.E. DO C.P. (g/cm3)
PB1	L	1,07	12,00	?	1,76	8,01	0,91	17,83	27,45	2,12
	B	0,93	?	1,31	1,50	2,85	0,53	17,28	28,94	2,36
BM2	L	1,35	8,00	1,89	2,69	11,75	1,39	22,80	35,28	2,39
	B	0,93	?	1,31	1,07	2,94	0,46	23,51	35,60	2,35
VP1	L	1,39	6,50	2,02	?	8,03	0,73	17,75	30,34	2,45
	B	1,01	?	2,09	?	12,78	2,00	11,76	22,38	2,45
MV2	L	1,45	5,50	1,95	1,65	9,68	1,10	24,79	38,32	2,51
	B	1,29	?	1,75	0,61	2,63	0,40	24,16	37,16	2,41
RMP	L	0,87	7,00	1,89	2,35	13,03	1,21	9,06	19,03	2,59

flexão dos elementos de concreto com entulho são semelhantes e chegam a superar aqueles obtidos para elementos de concreto feitos com agregado primário; os parâmetros de resistência à compressão do concreto de entulho podem atingir valores compatíveis ao concreto com agregado primário.

Como garantir a qualidade dos produtos feitos com agregado reciclado?

As experiências neste sentido têm-se concentrado na definição de traços de concreto que garantam a obtenção de parâmetros iguais ou superiores aos de concreto com agregados primários. Note-se entretanto que o usuário ou produtor de agregado não deve alterar as suas metodologias e os fluxogramas de produção só para reciclarem um resíduo. Assim sendo, a meta deve ser produzir um agregado tão bom quanto o primário.

Para se atingir esta meta há de se obter um agregado limpo e homogêneo. Tal desafio ainda está por ser resolvido. Até os entulhos considerados limpos não são homogêneos. A observação da operação de algumas plantas de britagem de entulho sugere que o uso de equipamentos adequados e um layout apro-

priado pode produzir este tipo de agregado, desde que previamente limpo ou oriundo de um processo de limpeza.

Já a limpeza do entulho misto pode ser feita por meio da melhoria da gestão da coleta, legislação e tarifação adequada associada. Esta pode ser a melhor opção para a limpeza do entulho. No entanto, sozinha, não garante o processamento da maior quantidade do entulho e, sim, somente segrega o melhor e dispõe o pior. Porém, o restante do entulho pode conter material ainda útil e reciclável, como madeira, papel, metais, plásticos e finos (solos). Estes em quantidade significativa que podem justificar o seu reaproveitamento. O que nos leva a remeter para a próxima questão.

Como reciclar todo material contido no entulho e não só o material selecionado para agregado?

Os processos utilizados em reciclagem são basicamente os mesmos da mineração. Paralelamente, no caso dos recicláveis o custo de extração inexistente e muitas vezes representa renda (tarifa de disposição e/ou coleta), assim sendo, a opção de separação dos resíduos passa pela consideração de fluxo-

gramas de beneficiamento de minérios. Daí, deve-se agregar às plantas convencionais disponíveis mecanismos de separação densitária e eletrostática. Alternativa ou conjuntamente, pode-se agregar às mesmas plantas processos de separação manual, cumprindo, assim, o principal papel da reciclagem, que até hoje tem sido mais social e educacional do que econômico.

Um dos principais componentes do entulho misto tem sido as madeiras, cujo volume das peças inutiliza espaços significativos nos aterros. Já se fabrica no Brasil equipamentos que permitem transformar tais peças em lenha ou novos agregados (compensados), cujo uso intensivo pode absorver grande parte desta madeira. Pode-se ainda moer a madeira e proceder-se a compostagem verde, ou ainda utilizar a madeira moída *in natura* como protetor e preservador de solos de jardins e parques, como ocorre no Canadá.

Os metais ferrosos já são objeto de separação magnética nas plantas existentes e o destino destes, pós-prensagem, seriam as siderúrgicas. Papéis e não-ferrosos têm destino certo e assegurado se selecionados. Plásticos-filmes teriam maior dificuldade de colocação.

Como transformar as plantas de reciclagem de pavimento existentes em plantas de reciclagem de entulho de construção civil e demolição?

A incorporação de mão-de-obra e equipamentos em um fluxograma adequado permitiria às plantas atuais receber qualquer tipo de entulho. Mas o termo "adequado" precisa ser determinado na prática. Estudos efetuados no Japão revelam, pelo menos, cinco possibilidades de fluxogramas para reciclagem de todo o entulho. Tais possibilidades incluem, mesmo naquele país onde a mão-de-obra é cara, o uso intensivo de mão-de-obra na separação dos resíduos. Paralelamente, na Suíça também existem plantas totalmente mecanizadas.

Portanto, conhecendo-se a natureza dos entulhos brasileiros e a disponibilidade de equipamentos nacionais para a separação dos vários componentes do entulho, a disponibilidade e qualificação da mão-de-obra e as condições de mercado, há necessidade de se desenvolver plantas-pilotos para verificar a eficiência dos processos de separação.

Como fazer tudo isto de maneira econômica?

Só uma operação-piloto completa, dentro de uma gestão adequada, apoiada em uma legislação e tarifação apropriada, poderá responder esta questão.

Conclusão

Há necessidade de se aperfeiçoar a legislação, administração e tarifas sobre o entulho. Paralelamente, as plantas existentes precisam ser aperfeiçoadas para se garantir um agregado de qualidade que compita, sem necessidade de dosagens ou processos especiais para produzi-lo, com o agregado primário. Tais plantas devem incorporar o aproveitamento dos outros materiais contidos no entulho, permitindo a maximização de sua potencial agregação de valor e abertura para geração de emprego.

Por isto pode-se dizer que na Reciclagem de entulho — o melhor ainda está por vir.

Agradecimentos

Agradeço à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo apoio econômico a este projeto. Sou igualmente grato ao professor-doutor Arthur Pinto Chaves, que disponibilizou os recursos do Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos do Departamento de Minas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) para processamento de entulho e incentivo à pesquisa.

Estendo ainda meus agradecimentos ao professor-doutor João Gaspar Djanikian, cujo apoio e interesse no projeto foram essenciais na obtenção dos recursos materiais e pessoais do Laboratório de Concreto do Departamento de Engenharia Civil da mesma escola para confecção e realização de ensaios nos corpos de concreto. O engenheiro Gérson Brito, da Prefeitura Municipal de São Paulo, também forneceu dados e nos permitiu acesso à instalação do aterro de Itatinga e usina de asfalto, assim como o engenheiro Felici, a quem somos gratos.

Paulino E. Coelho, M.Sc., Ph.D., professor de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais, Programa de Educação Continuada em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. E-mail: wastepec@hotmail.com
Rua Tavares Bastos 679, 05012-020 São Paulo, SP.

Referências

Coelho, P. E., Chaves, A. P., 1998, *Reciclagem de Entulho — Uma Opção de Negócio Potencialmente Lucrativa e Ambientalmente Simpática*, in Areia e Brita no. 5, pp. 31-35, São Paulo.

Superfos Construction A/S, marts 1996, Prislis Gensbrug. Toaldo, E., *Para Não Virar Pó*, in Construção São Paulo no. 2348, p. 8, São Paulo.

Reciclagem e coleta seletiva

A Limpeza Pública no Brasil, de uns tempos para cá, vem sendo objeto de extensas matérias nos órgãos de divulgação. Desde as corriqueiras reclamações sobre as deficiências da coleta domiciliar, passando pela inadequada disposição de lixo em terrenos baldios, até grandes tratados sobre destino final. Causa espécie o volume de desinformação que é levado ao público, tratando um assunto eminentemente técnico de forma empírica e baseada em notícias mal assimiladas de supostos avanços conseguidos no exterior.

Tome-se a coleta seletiva, por exemplo, discursos de todo o tamanho foram feitos, exaltando as virtudes de um sistema que poderia até salvar as prefeituras da bancarrota. "Tal cidade perde R\$ 50 milhões por ano", gritam as manchetes. Números e estatísticas são apresentados para demonstrar que tantos por cento da tonelagem coletada diariamente são constituídos de metal, plásticos, papel, vidros e outros, cujo aproveitamento resultaria em lucros mirabolantes.

Infelizmente a nossa realidade atual não permite tal otimismo. Cita-se muito o caso da Alemanha, onde uma legislação atualíssima torna os fabricantes responsáveis pela reciclagem de seus produtos, desde embalagens até computadores, refrigeradores, roupas, até automóveis inteiros. A população aderiu entusiasmadamente e um índice surpreendente de 95% das residências participou do programa, gerando 400 mil toneladas de lixo reciclável, principalmente plásticos, por ano. A poderosa e organizada indústria alemã, entretanto, só tem capacidade para reciclar 125 mil toneladas/ano.

O custo da coleta seletiva chega a 740 marcos alemães por tonelada, valor muitas vezes superior ao da coleta normal, e ainda assim insuficiente para cobrir os custos, que se situam na proporção de 100 para 20.

Calcula-se que haveria necessidade de in-

vestimentos de 300 milhões de dólares ao ano apenas para manter o sistema numa cota de equilíbrio. O excedente do plástico separado andou sendo exportado para o exterior, como a Indonésia, onde o preço de venda era inferior ao preço cobrado pelos catadores locais, criando um sério problema de desemprego. O material excedente, tanto de plástico como de papel, vem sendo encaminhado para incineração, aumentando ainda mais os custos do sistema.

Vemos, portanto, que a reciclagem de materiais é uma atividade cíclica, devido à pequena capacidade de absorção das indústrias locais, à necessidade de vultosos investimentos de capitais e o conseqüente risco mercadológico. Devido a isso, as municipalidades devem se limitar a delegar aos particulares a atividade de caráter comercial, incentivando a criação e a manutenção de cooperativas de catadores, ficando apenas com a supervisão e controle quanto à degradação do meio ambiente e ao aspecto social, garantindo um padrão mínimo de sobrevivência aos catadores.

As empresas interessadas nos produtos reciclados é que devem arcar com o custo da coleta seletiva dos materiais de seu ramo de atividade, e não as municipalidades, cujos custos operacionais são bem acima da eventual arrecadação da revenda, ocasionando sérios prejuízos financeiros que inviabilizam esse sistema. Eventuais retornos dificilmente têm ultrapassado 20% do custo da coleta seletiva. A coleta seletiva e a reciclagem têm como aspectos positivos mais atraentes os resultados obtidos nos campos social, educacional e ambiental. Isto é o que deve ser levado em conta, e não pensar que existe uma panacéia para todos os males, por meio dos milhões jogados no lixo.

Renato Mendonça é arquiteto e consultor em Resíduos Sólidos.

A prefeitura, por meio da Secretaria de Meio Ambiente, adquiriu quatro barcos para limpeza dos rios que abastecem Pinhais

Água limpa

O município de Pinhais, no Paraná, enquanto limpa os rios, seu maior patrimônio, conscientiza seus cidadãos

Omar Luiz Prado de Godoy

O título deste artigo, que coincide com o nome do projeto da Secretaria de Meio Ambiente de Pinhais, Paraná, certamente remeteria o leitor a pensar que se trata de algum projeto de estação de tratamento de água, com a implantação de lagoas e bombas, comumente encontradas nas referidas estações, e com controle sanitário e adequações químicas para a obtenção de água potável. Obviamente, indagar-se-ia sobre o custo de investimento, do cronograma de execução de obras etc.

Ledo engano. Trata-se de uma idéia simples, mas com consistência e consciência ímpares, daquelas que não se sufocam e falecem em pranchetas.

Pinhais, que segundo o IBGE/96, possui uma população de 89.335 habitantes e uma área de 60,70 km² de extensão, cercada por quatro bacias hidrográficas (composta pelos rios Atubá, Palmital, Iraí e do Meio) e detém em 45% de seu território uma Área de Proteção Ambiental (APA) que abriga

mananciais responsáveis por 78% do abastecimento de água da Região Metropolitana de Curitiba, mostra que a coragem, qualidade inata aos que enfrentam desafios, só é mesmo possível de ser demonstrada na prática, e a prática não necessita sempre ser desculpa para vultosos empreendimentos.

A batalha é clara: remover das águas e margens de seus rios o lixo irresponsavelmente jogado. A munição?: equipe de técnicos e voluntários, formados pela comunidade, escoteiros e ONGs dotados de consciência ecológica, barcos e sacos de lixo, em que serão acondicionados os resíduos retirados.

São retirados, em média, cerca de cinco toneladas de lixo dos mananciais a cada semana.

para todos



A atividade, que faz parte do processo que, ainda, implica o reflorestamento das matas ciliares (vegetação das margens), é assistida por crianças da localidade, que têm uma verdadeira aula prática, além das aulas teóricas programadas e ministradas pela Secretaria de Meio Ambiente de Pinhais.

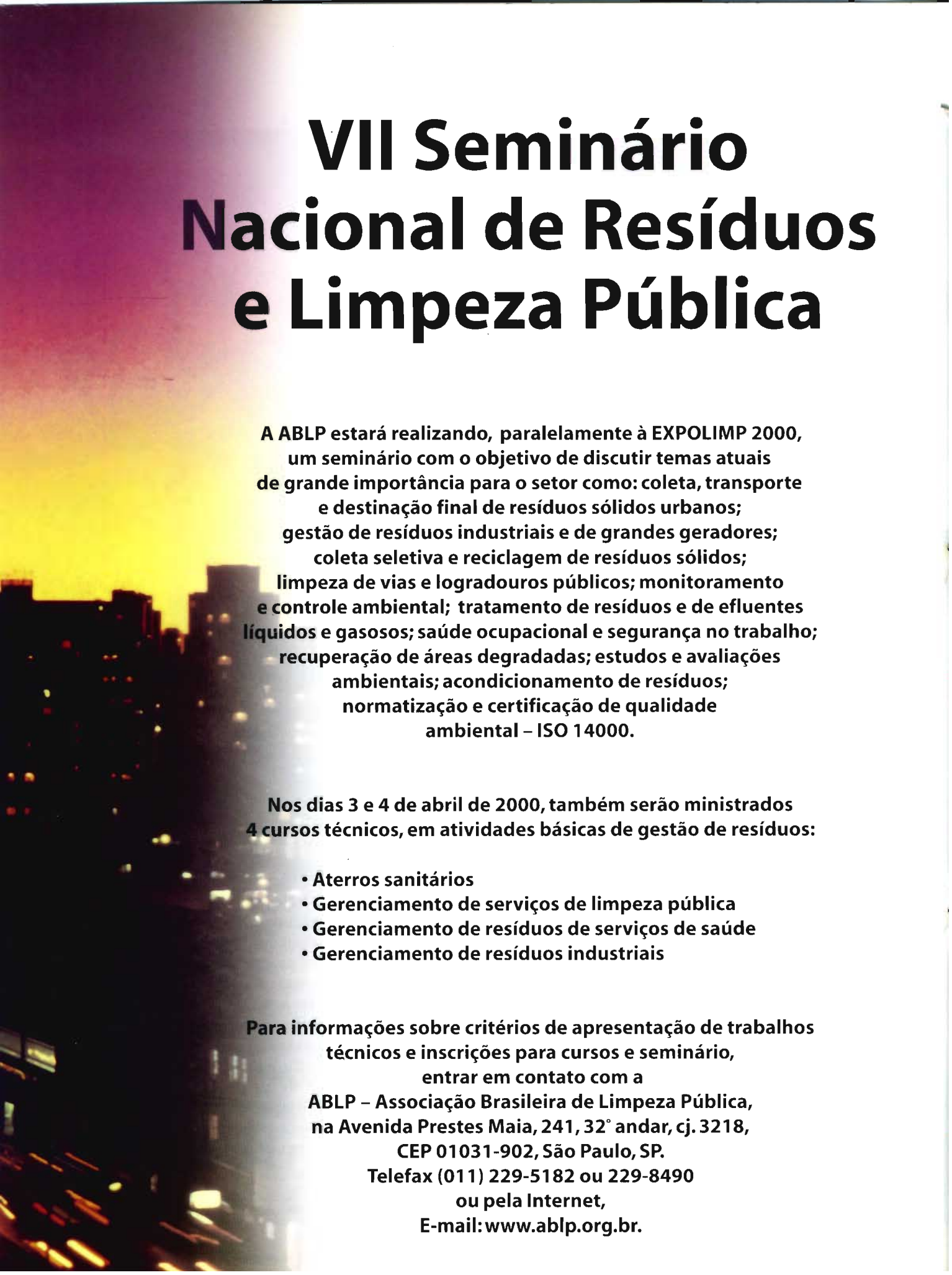
O reflorestamento ciliar além das espécies nativas, é composto pelo vime (*salix viminalis*), que acaba fornecendo matéria-prima para a implementação de atividades alternativas, destinada às famílias carentes, além de cumprir um papel conferido pela natureza, ou seja, evitar o desbarrancamento das encostas e auxiliar na autodepuração das águas, processo possível pela absorção de impurezas or-

gânicas através das raízes deste vegetal e de seu crescimento, rápido e vigoroso.

A mobilização passou, também, pelo manejo das populações ribeirinhas, inserindo-as no contexto ambiental, com suas necessidades e preocupações, mas voltadas aos agravantes que a natureza vem sofrendo, aprendendo evitá-los e corrigir determinadas rotinas.

A fórmula utilizada por Pinhais não pretende ser mágica, mas é de uma lógica inquestionável. Enquanto limpa seu maior patrimônio: seus rios; forma outro, capaz de superar e garantir a existência do mesmo: cidadãos conscientes.

Omar Luiz Prado de Godoy é sócio e colaborador da ABLP



VII Seminário Nacional de Resíduos e Limpeza Pública

A ABLP estará realizando, paralelamente à EXPOLIMP 2000, um seminário com o objetivo de discutir temas atuais de grande importância para o setor como: coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos urbanos; gestão de resíduos industriais e de grandes geradores; coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos; limpeza de vias e logradouros públicos; monitoramento e controle ambiental; tratamento de resíduos e de efluentes líquidos e gasosos; saúde ocupacional e segurança no trabalho; recuperação de áreas degradadas; estudos e avaliações ambientais; acondicionamento de resíduos; normatização e certificação de qualidade ambiental – ISO 14000.

Nos dias 3 e 4 de abril de 2000, também serão ministrados 4 cursos técnicos, em atividades básicas de gestão de resíduos:

- **Aterros sanitários**
- **Gerenciamento de serviços de limpeza pública**
- **Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**
- **Gerenciamento de resíduos industriais**

Para informações sobre critérios de apresentação de trabalhos técnicos e inscrições para cursos e seminário, entrar em contato com a

**ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública,
na Avenida Prestes Maia, 241, 32º andar, cj. 3218,
CEP 01031-902, São Paulo, SP.**

Telefax (011) 229-5182 ou 229-8490

ou pela Internet,

E-mail: www.ablp.org.br.

EXPO 8 LIMP

*Feira Nacional de Produtos,
Equipamentos e Serviços de
Resíduos Sólidos e Limpeza Pública*

5 a 8 de abril

Centro de Exposições de Curitiba
Parque Barigüi



Promoção



Diretriz
EMPREENDIMENTOS

Diretriz Empreendimentos S/A

Rodovia do Café, Km 0 - BR 277 - 82010-480 - Curitiba/PR

Fone/Fax: (041) 335-3377 - <http://www.diretriz.com.br> - diretriz@netpar.com.br

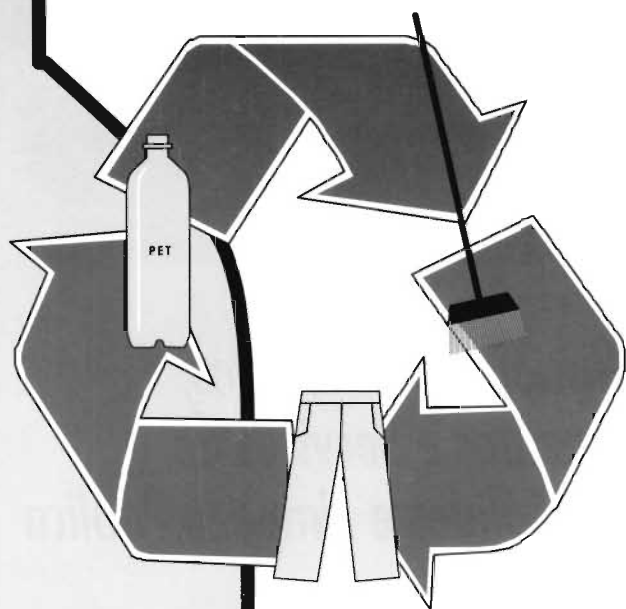
Realização



ABLP - Associação Brasileira de Limpeza Pública
Av. Prestes Maia, 241 - Cj. 3218 - Centro - 01031-902 - São Paulo/SP
Fone: (011) 229-8490 - Telefax: (011) 229-5182

Evento Simultâneo:

VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública



Reciclagem de plástico necessidade de maior incentivo

Estudiosos no assunto, três professores da Universidade de São Paulo pesquisam a recuperação do material plástico, criticam a falta de tecnologia nacional e a carência de subsídio governamental. A geração de renda e de emprego são o resultado da viabilidade econômica da reciclagem, além do equilíbrio ambiental resultante da prática e da redução dos problemas de saúde

Wanda Maria Risso Günther, Hélio Wiebeck e Ana Magda Piva

O reaproveitamento de resíduos de material plástico, tanto os provenientes de processo industrial quanto aqueles advindos de produtos descartados pela sociedade (resíduos sólidos urbanos), tem-se estabelecido de forma expressiva em três processos básicos que possibilitam a sua reciclagem após prévia triagem (1, 2). Dependendo do objetivo a ser atingido, estes processos podem ser caracterizados de forma distinta, como de reciclagem mecânica, química ou energética.

O processo conhecido como reciclagem mecânica consiste na combinação de um ou mais processos operacionais (moagem, aglomeração, granulação) para o reaproveitamento do resíduo

plástico, transformando-o em grânulos, matéria-prima para a fabricação de outros produtos ou diretamente em nova peça. A reciclagem é denominada química quando por meio de um processo tecnológico se realiza a conversão do resíduo plástico em matérias-primas petroquímicas básicas (retorno à origem). A reciclagem conhecida como energética consiste na recuperação da energia (calor) contida nos resíduos plásticos, por meio de incineradores de alta tecnologia. Qualquer um dos processos de reciclagem acima citados não resolveria o problema da disposição final de resíduos urbanos. No entanto, poderiam contribuir para sua minimização, reduzindo a quantidade de resíduos a dispor e intensificando seu reaproveitamento. Em países tecni-

camente desenvolvidos, o reaproveitamento dos resíduos visa não só a diminuição da necessidade de espaços físicos destinados à disposição final, como também à geração de energia – aproveitável tanto para a rede elétrica como para calefação (3, 4).

São Paulo

A cidade de São Paulo gera diariamente cerca de 13 mil toneladas de resíduos sólidos domiciliares. Em 1997, esta parcela representava 65% do total de resíduos sólidos urbanos coletados no município (5). Esses resíduos têm sua composição muito variada em termos de componentes, sendo constituída de matéria orgânica, vidro, papel e papelão, plásticos diversos, metais, entre os materiais que podem ser comercializados no mercado de recicláveis. Essa composição sofre variação também nos percentuais de seus materiais componentes, em função da mudança de hábito de consumo da população geradora e da substituição de um material por outro, principalmente nas embalagens.

Economia

Atualmente, o plástico é um material muito empregado em embalagens, substituindo, em muitos casos, o papel e o vidro com uma relação custo-benefício positiva. Em relação a essa tendência, a caracterização físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo, realizada em maio/98 (5) aponta que o material plástico representa 22,9% do total dos resíduos constituintes. Esse percentual mais que quadruplicou em 12 anos, de acordo com dados da PMSP/SSO/Limpurb/Sigil-1997, que indicam um percentual de 5% de plásticos (1976); 11,5% (1991); 14,3 % (1996) e 22,9% (1998), atualizando o valor de apenas 6% relatados por outros autores, em datas menos atuais. (6, 7, 8, 9).

Aterros

A disposição de cerca de 90% do total de resíduos sólidos coletados na cidade é realizada em dois aterros sanitários: Bandeirantes e São João, que são os dois últimos locais remanescentes para disposição adequada, com vida útil para apenas mais alguns anos. Esse fato, por si só, já justifica-

ria programas de coleta seletiva imediata e uma política de incentivo à reciclagem, de forma a tornar viável as iniciativas da prefeitura e de outras organizações, permitindo a obtenção de resíduos recicláveis com menor quantidade de impurezas, elevando seu valor de mercado. Com incentivos à reciclagem, o governo federal ganharia com a economia de energia elétrica, importação de petróleo e geraria empregos. Quanto a esse fato, é sabido que, a cada 10 mil toneladas de lixo incinerado, tem-se a criação de um emprego. O aterramento da mesma quantidade gera seis empregos e a sua reciclagem, 36 empregos (10).

Europa

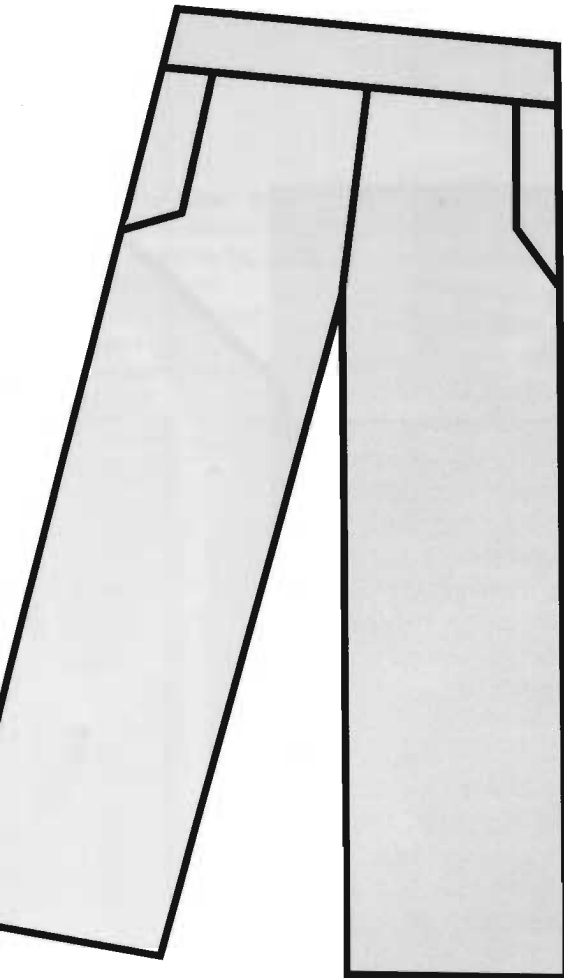
A Alemanha foi a pioneira na reciclagem de plásticos na Europa e hoje oferece subsídios para os recicladores operarem, responsabilizando o produtor pelo destino final de seus produtos. Atualmente, a tendência mundial aponta para o aumento ou introdução do reaproveitamento energético dos resíduos sólidos. Na Europa, encontram-se os três processos de reciclagem bem desenvolvidos, sendo que, em alguns países, a reciclagem energética é a preferida, podendo atingir cerca de 50% de utilização em relação aos outros dois processos.

Japão

O Japão é um dos países que demonstra interesse particular nesta prática, devido ao alto custo de manutenção dos aterros sanitários e à falta de áreas para este fim, que acabam por viabilizar o uso de incineradores. No Brasil, a reciclagem mecânica é o processo mais utilizado. Estima-se que cerca de 15% dos resíduos plásticos pós-consumo, industriais ou agrícolas, estão sendo reprocessados dessa maneira (9,11).

No entanto, o reciclador brasileiro enfrenta muitas dificuldades, destacando-se entre elas:

- A contaminação da matéria-prima. Ou seja, mistura de diferentes plásticos, rótulos, sujeira, entre outros



fatores que limitam a reciclabilidade do plástico ou a tornam antieconômica, exceção feita a casos em que a qualidade não seja fundamental, produzindo-se artefatos de segunda linha;

- A falta de subsídios que estimulam a reciclagem, encargos e tributos elevados que acabam por diminuir a margem de lucro dos pequenos recicladores, aumentando a possibilidade de operação no mercado informal. Sem contar a bitributação quanto ao ICMS, pois o

plástico é o único material reciclável sujeito à taxaçoão federal, não sendo também isento de IPI;

- A falta de programas de coleta seletiva e seu incentivo, que têm como consequência o aumento da contaminação dos recicláveis, gerando gastos adicionais com operações de separação e lavagem;

- A pequena diferença entre o preço do material virgem e o reciclado, aliado a grande diferença de qualidade;

- A pequena faixa de lucro alcançada por quilo de material reciclado;

- O mercado de resina reciclada não ser plenamente confiável e sujeito a oscilações;

- A falta de tecnologia dos equipamentos para reciclagens nacionais;

- A dificuldade de reciclar resinas misturadas;

- A dificuldade na obtenção do resíduo descartado pelo usuário;

- A variada composição do resíduo sólido resultante da constante criação de novos polímeros ou a combinação entre eles.

Preconceito

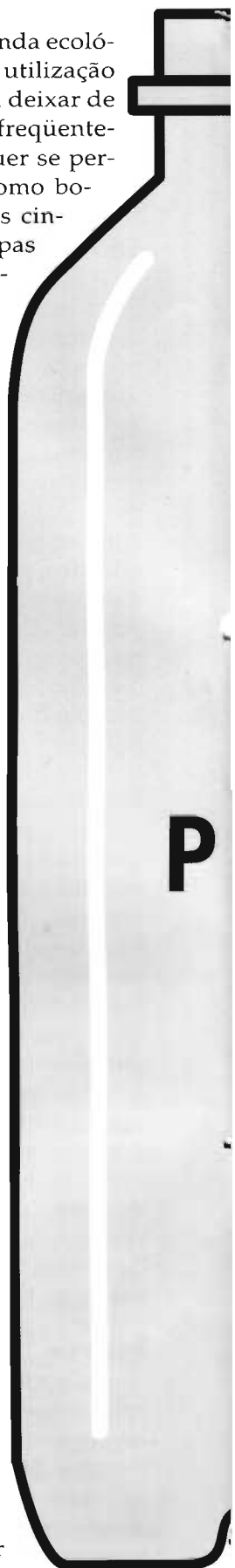
Além disso, o material plástico já reciclado encontra resistências em sua aceita-

ção pelo mercado, apesar da onda ecológica. Os preconceitos quanto à utilização do plástico reciclado precisam deixar de existir, mesmo porque ele já é frequentemente utilizado sem que sequer se perceba sua origem. Produtos como botões pretos para fogões, tubos cinzas de chuveiros elétricos, roupas de poliéster em mistura com algodão, vassouras de cerdas plásticas, acessórios para automóveis, como calotas, e produtos para a agricultura fazem parte de nosso dia-a-dia e são constituídos de plástico reciclado. Atualmente, até grifes famosas já fabricam ternos e calças jeans em fibra de PET (10). Um mercado consolidado para produtos reciclados oferece a oportunidade de se obter grandes ganhos econômicos, tanto para a sociedade quanto para cada um dos segmentos envolvidos, sobretudo para a indústria.

Qualidade

Ultimamente, o mercado passou a exigir cada vez mais qualidade e regularidade no fornecimento da resina recuperada, o que reflete a não compreensão do contexto da indústria de reciclagem nacional. Com isso, podemos perceber muitas vezes a falta de um controle eficiente de sua produção ou da entrada de material a ser reciclado. A maioria dos recicladores de plástico se constitui em empresas de pequeno porte, nas quais os altos impostos e a falta de subsídios influenciam de modo significativo na sua continuidade. Nestas empresas, a coleta seletiva representa uma fonte de matéria-prima de primeira necessidade.

A reciclagem precisa ser



encarada como uma atividade industrial e a coleta seletiva como o ponto de partida dessa operação. Em países mais desenvolvidos, essas etapas já foram ultrapassadas. Quem recicla tem fortes subsídios para operar, o que permite a exportação da resina recuperada. Enfim, incentivar e consumir produtos de plásticos recicláveis é um caminho que proporciona a redução do consumo de materiais não renováveis, a minimização de resíduos, o aumento da vida útil dos locais de disposição final e contribui para a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável. Por outro lado, a reciclagem de plástico proporciona economia de energia elétrica (5,3 kWh/t em relação à produção a partir da matéria-prima virgem) e de petróleo, produto que até mesmo é parcialmente importado pelo Brasil. Portanto, economia de divisas (em cada 100 toneladas de plástico reciclado, economiza-se uma tonelada de petróleo).

Pesquisa

Com o objetivo de realizar um levantamento das dificuldades encontradas pelo setor, foram contactadas 42 empresas recicladoras de material plástico na Grande São Paulo. O método de coleta de informação utilizado foi a aplicação de um questionário padronizado a cada empresa, com uma série de perguntas subdivididas em dois itens, que visavam:

- A determinação do perfil da empresa, incluindo a produção mensal, capacidade instalada, tipos de materiais utilizados na reciclagem, produtos obtidos, principais fontes de matéria-prima, equipamentos utilizados e consumo de

aditivos, energia e água, entre outros;

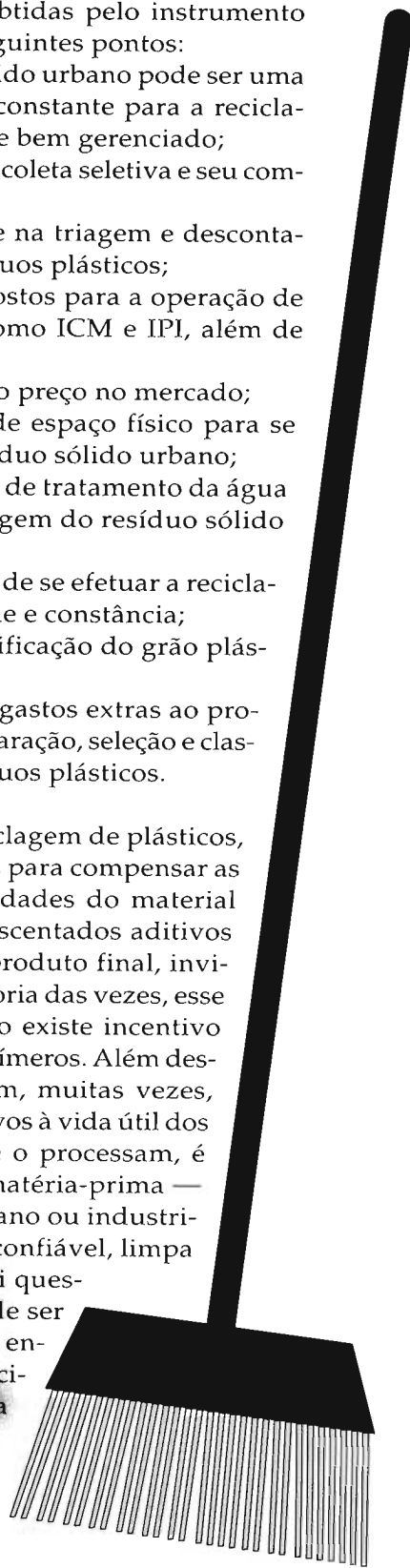
- As dificuldades encontradas na reciclagem de material plástico.

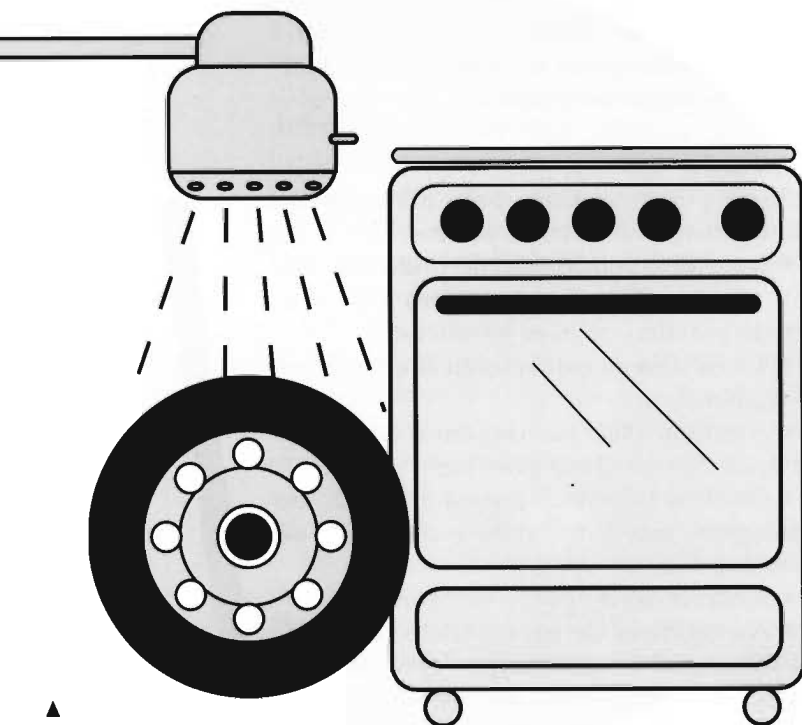
Resultado

As respostas obtidas pelo instrumento enfatizaram os seguintes pontos:

- O resíduo sólido urbano pode ser uma fonte confiável e constante para a reciclagem de plástico, se bem gerenciado;
- A ausência da coleta seletiva e seu completo abandono;
- A dificuldade na triagem e descontaminação dos resíduos plásticos;
- Os altos impostos para a operação de reciclagem, tais como ICM e IPI, além de sobretaxados;
- A oscilação do preço no mercado;
- A exigência de espaço físico para se trabalhar com resíduo sólido urbano;
- A dificuldade de tratamento da água resultante da lavagem do resíduo sólido urbano;
- A dificuldade de se efetuar a reciclagem com qualidade e constância;
- A difícil classificação do grão plástico obtido;
- A geração de gastos extras ao processo, devido à separação, seleção e classificação dos resíduos plásticos.

No caso da reciclagem de plásticos, foi constatado que, para compensar as perdas de propriedades do material reciclado, são acrescentados aditivos que encarecem o produto final, inviabilizando, na maioria das vezes, esse procedimento. Não existe incentivo à reciclagem de polímeros. Além desses materiais serem, muitas vezes, abrasivos e agressivos à vida útil dos equipamentos que o processam, é necessário que a matéria-prima — resíduo sólido urbano ou industrial — seja de fonte confiável, limpa e certa. Por fim, foi questionado o motivo de ser o resíduo plástico, entre os materiais recicláveis, o único a pagar IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados).





▲ Botões para fogões, tubos de chuveiros elétricos, roupas de poliéster com algodão, vassouras de cerdas plásticas, acessórios para automóveis, como calotas, e produtos para a agricultura já são constituídos de plástico reciclado

Conclusão

A recuperação do material plástico dos resíduos sólidos urbanos deixa de ser interessante como um negócio, pois, além de causar problemas de contaminação ambiental e gerar efluentes líquidos com alto teor de poluentes, não existem equipamentos modernos que propiciem uma maior lucratividade, seja pela falta de tecnologia nacional ou pela falta de subsídio de entidades governamentais — como, por exemplo, a criação de linhas de crédito específicas para a indústria de reciclagem ou incentivos fiscais.

Os fatores que tornariam a reciclagem economicamente viável, referem-se à obtenção de melhores informações técnicas e à diminuição das dificuldades do aparelhamento administrativo governamental. Outro ponto importante é a avaliação de viabilidade econômica da reciclagem sob um ponto de vista macro, estimulando esta atividade potencial para a promoção de desenvolvimento em termos de geração de renda, emprego e equilíbrio ambiental, economicamente e socialmente sustentável, com a vantagem de se estar economizando energia, água, matéria-prima, reduzindo a poluição ambiental e os problemas de saúde pública decorrentes.

Bibliografia

- (1) Schwarz, L. B., *Reciclagem: Vida Longa para Plásticos*, Polímeros — Ciência e Tecnologia, out/dez 1992.
- (2) Coronado, J., *Incineração dos Resíduos Plásticos Pode Gerar Energia*, Plástico Moderno, ago 1996.
- (3) Ehrig, R. J., *Plastics Recycling: Products and Processes*, Hanser, New York, 1992.
- (4) Furtado, M. R., *Aplicações Novas Prometem Dobrar o Uso do Reciclado*, Plástico Moderno, jun. 1996.
- (5) Orth, M. H. A. & Motta, F. S. *Caracterização Gravimétrica e Físico-química dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Paulo*, realizada em maio de 1998. *Limpeza Pública*, 48 pp. 9-16, 1998.
- (6) Schwarz, L. B., *Reciclagem: Vida Longa para Plásticos*, Polímeros - Ciência e Tecnologia, out/dez 1992.
- (7) Wiebeck, H.; Angeletakis, A. R. & Schwarz, L. B., *A Reciclagem de Plásticos na Grande São Paulo*, anais do 10º. Congresso Brasileiro de Engenharia Química, pp. 525-39, 1994.
- (8) Mano, E. B.; Bonelli, C. M. C. & Pacheco, E. B. A. V., *Recuperação Secundária de Plásticos Provenientes do Lixo Urbano do Município do Rio de Janeiro*, anais do I Congresso Brasileiro de Polímeros, pp. 63-66, São Paulo - Brasil, 1991.
- Mustafa, N., *Plastics Waste Management — Disposal, Recycling*, Marcel Dekker, New York, 1993.
- (9) Wassermann, R., *País Perde R\$ 4,6 Bilhões por Ano Sem Reciclar Lixo*, *O Estado de S. Paulo*, caderno Cidades, 4 jan 1999.
- (10) Calderoni, S., *Os Bilhões Perdidos no Lixo*, Humanitas Livraria FFLCH- USP, out. 1997.
- (11) Wiebeck, H.; et alli, *Dificuldades na Reciclagem do Plástico do Resíduo Sólido Urbano do Lixão*, anais do III Congresso Brasileiro de Polímeros, pp. 1183-6, Salvador, Bahia, Brasil, 1997.

Wanda Maria Risso Günther - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 715 - Cerqueira César - São Paulo - SP - Brasil - CEP 01246-904. FAX 05511 853-0681. E-mail: wgunther@usp.br

Hélio Wiebeck - Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Caixa Postal 61548 CEP 05424-970. E-mail: hwiebeck@usp.br

Ana Magda Piva - Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Caixa Postal 61548 CEP 05424-970

▼ MINAS GERAIS

✓ Ciclo de Palestras de Resíduos dos Serviços de Saúde



Arquiteto Vital de Oliveira Ribeiro Filho, palestrante; arquiteta Maéli Estrela Borges, presidente da Copagress; Engenheiro Luiz Henrique Dantas Hargreaves, Superintendente da SLU; e Engenheira Denise Maria Elizabeth Formaggia, palestrante.

Belo Horizonte sediou, em 23 de fevereiro, o 1º Ciclo de Palestras de Resíduos dos Serviços de Saúde, organizado pela Comissão Permanente de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde – Copagress, sob coordenação da arquiteta Maéli Estrela Borges. O evento ocorreu no auditório da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa/MG e reuniu 236 espectadores, público formado por profissionais ligados às áreas de saúde, meio ambiente, saneamento, educação, além de empresários.

As palestras abordaram temas como legislação aplicada aos resíduos dos serviços de saúde, gerenciamento intra-hospitalar desses resíduos e sua destinação final, temas desenvolvidos pela engenheira Denise Maria Elizabeth Formaggia e pelo arquiteto Vital de Oliveira Ribeiro Filho.

O ciclo contou com a colaboração da Copagress, do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Minas Gerais – Crea/MG, da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte – SLU, da Sociedade Mineira dos Engenheiros e da Associação Brasileira de Limpeza Pública – ABLP, do qual são membros a coordenadora do evento e os palestrantes, e teve o patrocínio do Crea/MG, da SLU-BH e da Copasa/MG.

▼ SÃO PAULO

✓ Tratamento do chorume gerado em aterros sanitários

Desde a entrada em operação dos primeiros aterros sanitários que o Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura do Município de São Paulo – Limpurb, vem desenvolvendo estudos e consultas

junto a empresas internacionais, no sentido de obter uma tecnologia confiável para o tratamento do chorume. O chorume gerado nos aterros sanitários, cujos volumes são 1.100m³/dia no aterro Bandeirantes, 950m³/dia no aterro Sítio São João, 150 m³/dia no aterro Vila Albertina e 90 m³/dia no aterro Santo Amaro, não pode ser lançado nos córregos da região e é transportado para as estações estaduais de tratamento de esgoto.

Grças às consultas feitas junto a empresas internacionais instaladas em nosso País, chegou ao conhecimento do corpo técnico do Limpurb detalhes de tecnologias de baixo custo para o tratamento do chorume. Com a adoção de tais tecnologias será possível reduzir a DBO (demanda bioquímica de oxigênio) do chorume de 3.000 mg/litro para, pelo menos, 60 mg/litro, de forma a atender a legislação vigente no Brasil. Dessa forma, o Limpurb publica nos próximos meses um edital para licitação dos serviços de tratamento do chorume.

O edital prevê que as empresas implantem e operem as unidades e caberá ao Limpurb o pagamento pelo volume mensal tratado, ficando a operadora obrigada a atender aos parâmetros ambientais.

✓ Plástico biodegradável

O jornal *Gazeta Mercantil* (15 a 17/2/99 – A-6) noticiou que pesquisadores da Coopersucar, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e Universidade de São Paulo – USP, em parceria com a Usina da Pedra, de Serrana (SP), vêm desenvolvendo há cinco anos, a partir de uma bactéria que se alimenta de açúcar, o polímero vegetal poli 3-hidroxibutirato, ou PHB, que se transforma em plástico e se degrada depois de 180 dias em contato com a terra, período muito menor que o da decomposição dos plásticos petroquímicos, portanto, de um apelo ambiental imbatível.

O polímero PHB produzido na Usina da Pedra é encontrado no interior da bactéria *Alcaligene entrophus* – que se alimenta principalmente de açúcar – e constitui-se na matéria-prima do chamado plástico sucroquímico. O polímero é feito por meio de cultura da bactéria em tanques com solução de açúcar e sais minerais. Como reserva energética, a bactéria acumula em seu interior gotículas de PHB, que são separadas da solução mediante processos de decantação, filtração, cristalização, purificação e secagem. Uma vez em contato com a terra, o plástico feito com essa substância serve de alimento a uma infinidade de bactérias e fungos, inclusive a própria *Alcaligene entrophus*.

O grande trunfo do Brasil é poder contar com a matéria-prima, no caso o açúcar, com o menor custo verificado em relação aos demais países, além de ser auto-suficiente na produção de energia e vapor, insumos de maior peso no custo de fabricação do polímero.

✓ Incinerador para animais mortos

O Departamento de Limpeza Urbana – Limpurb, da Prefeitura de São Paulo, elabora o edital para a contratação dos serviços de incineração de animais mortos.

Por um lado, se originam no sistema de controle de zoonoses, o qual abate animais, cães e gatos, que são apreendidos nas ruas ou que são portadores de raiva ou de outras doenças infecto-contagiosas. Por outro, os serviços de coleta de resíduos urbanos da prefeitura retira animais que morrem de morte natural, por doenças ou são atropelados. Somam-se a estas os animais de maior porte, eqüinos e bovinos, que são trazidas pela população para eliminação ou disposição nos aterros sanitários.

Durante o ano de 1997, foram dispostas nos aterros sanitários da prefeitura a média de 3 toneladas por dia de animais mortos, observando em dezembro as maiores quantidades, quando foram recebidas, em média, 4,5 t/dia. Os aterros sanitários em operação no município de São Paulo não estão licenciados para receberem esse tipo de resíduo, porém, o único incinerador atualmente em operação no município, o Vergueiro, não conta com sistema de depuração dos gases e, por isso, deverá ser desativado.

A única forma ambientalmente viável para eliminar os animais mortos é a incineração, com tecnologia que atenda aos parâmetros técnicos e ambientais. A unidade de incineração de animais mortos deverá contar com câmara fria, incinerador e sistema de depuração dos gases. Na câmara fria serão armazenadas, temporariamente, os animais antes da cremação. O edital exige que o incinerador seja composto por duas câmaras de combustão, a primeira para a incineração e a segunda para eliminação do material particulado contido nos gases, uma mesa de carga ou monotrilha, porta de carga retrátil para acesso dos animais à câmara de incineração, controle automático de temperatura, bicos queimadores nas duas câmaras de combustão, porta para retirada de cinzas, registradores e conduto de saída dos gases.

Os gases que serão emitidos pela chaminé, após passarem pelo sistema de depuração, deverão estar adequados aos parâmetros definidos na legislação vigente no Estado de São Paulo. O sistema de contratação será o de pagamento pelas quantidades incineradas e a licitante vencedora arcará com todas as despesas de implantação e operação do incinerador.

✓ Workshop sobre Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

Com o apoio do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP, da Construtora Queiroz Galvão e da Limpurb, a Associação Brasileira de Limpeza Pública (ABLP) realizou em abril o workshop Gerenciamento de Resíduos da Construção

Civil. As palestras foram proferidas pelo arquiteto Tarcísio de Paula Pinto, diretor técnico da I&T – Infraestruturas e Técnicas, engenheiro Edson de Baptista, da Queiroz Galvão, e do engenheiro Jerson Antônio de Brito Filho, da Limpurb.

Do encontro se concluiu que, se houver vontade política e mudança da mentalidade do povo por meio da educação, o entulho da construção civil poderá ser reciclado, gerando material de excelente qualidade para reaproveitamento em novas obras, prolongando a vida dos aterros e minimizando os danos ao meio ambiente. Os participantes encerraram o evento com um intenso debate.

✓ Grupo de Resíduos Sólidos aglutina professores, alunos e pesquisadores

Está em formação no Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (Cepas), do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, o Grupo de Resíduos Sólidos, que pretende aglutinar os professores e alunos da graduação e pós-graduação e outros pesquisadores nacionais e internacionais que trabalham nesta área.

São objetivos do grupo:

- Elaborar um banco de dados sobre os depósitos de resíduos sólidos urbanos (oficiais e clandestinos) na região metropolitana de São Paulo;
 - Estudar os impactos ambientais e sanitários gerados pelos resíduos sólidos;
 - Monitoramento ambiental dos aterros sanitários;
 - Modelagem numérica.
- Estes objetivos e outros permitirão a confecção de trabalhos de iniciação científica, dissertações de mestrado, teses de doutorado e publicações em revistas nacionais e internacionais.

Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas

Instituto de Geociências
Universidade de São Paulo
Rua do Lago, 562 - Cidade Universitária
CEP 05508-900 São Paulo
Fax: (011) 818-4207
Fone: (011) 818-4146
E-mail: cepas@usp.br
Coordenador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

▼ GOIÁS

✓ 2ª Convenção Nacional Planalto

Será realizada em Goiânia, Goiás, a 2ª Convenção Nacional Planalto, em 21 e 22 de maio. O evento aborda tecnologia e manutenção de equipamentos de coleta de lixo, e contará com palestras, exposição e visitas. Maiores informações pelo telefone (062) 297-1400 ou pelo e-mail planaltoind@mail.cultura.com.br.



Foto1: Resíduos industriais descartados em terreno particular

Resíduos sólidos de Santo André

Murilo Andrade Valle e Prof. Dr. Alberto Pacheco

Localizada na área metropolitana de São Paulo, Santo André tem 96 km², dos seus 174 km² de superfície, em área de proteção dos mananciais. A cidade possui grande atividade industrial e há empresas que dispõem simultaneamente em aterros industriais e incineradores. A prefeitura destina os resíduos domiciliares coletados no aterro sanitário municipal ou trata na usina de compostagem. É preciso evitar desperdício de resíduos industriais, que devem ser tratados de forma adequada, preservando o meio ambiente

Após as atividades agrícolas e mineiras, as industriais e urbanas são as maiores fontes geradoras de resíduos sólidos, conhecidos como lixo. Segundo o escritor Al Gore (1993), a enchente de lixo que jorra das nossas cidades e fábricas é um dos sinais mais claros de que o nosso relacionamento com o ecossistema global passa por uma série crise. A disposição inadequada no solo de resíduos industriais perigosos e de origem doméstica, se constitui num dos grandes problemas da atualidade, visto os mesmos gerarem situações polivalentes ainda não adequadamente resolvidas, como a degradação da paisagem, a contaminação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o agravamento de problemas sanitários.

No que concerne às indústrias, pelas suas características intrínsecas, geram grandes impactos sobre o meio ambiente, por meio da geração de resíduos perigosos. E a contaminação ambiental nos países industrializados atinge níveis alarmantes. A recuperação de 150 mil áreas contaminadas na Alemanha poderá custar até 200 bilhões de dólares.

Áreas contaminadas

Em relação ao conjunto de empresas brasileiras, verifica-se que o universo daquelas que possuem política ambiental é ainda pequeno. A situação é difícil em relação às pequenas e médias empresas que não têm nenhuma preocupação com esta questão. Em consequência, suspeita-se que no Estado de São Paulo, onde são gerados anualmente 234 mil toneladas de resíduos Classe I (perigosos) exista um número elevado de áreas contaminadas. No Brasil, no que respeita aos resíduos industriais, a lei é clara: cabe ao gerador arcar com a responsabilidade de tratamento e disposição. Cabe acrescentar que o transporte e o depósito de lixos tóxicos estão entre os 25 maiores problemas do meio ambiente.

No que tange aos resíduos urbanos, a geração dos mesmos cresce de forma assustadora. Estudos feitos nos Estados Unidos mostram que em algumas áreas a produção de resíduos cresceu 58%, desde 1960. No Brasil, são gerados mais de 241 mil toneladas de lixo urbano por dia, das quais, 76% são dispostas em lixões e 23% em aterros controlados e sanitários. A grande res-

ponsável por esta situação é a inexistência de uma política nacional para o setor. Desse modo, o meio ambiente vai sendo degradado e a saúde pública é posta em risco.

Grande São Paulo

A região metropolitana de São Paulo é formada por 39 municípios, que ocupam uma área de 8.050 km², onde vivem, aproximadamente, 16 milhões de pessoas que geram cerca de 17 mil toneladas/dia de resíduos, dos quais, 87% são dispostos em lixões e aterros controlados. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) *in* Hassuda (1997), existem 116 áreas de disposição de resíduos sólidos na Grande São Paulo, que ocupam uma superfície aproximada de 20 km². Deste total, 20 são aterros sanitários ou controlados e 96 são lixões, nos quais não foram considerados os aspectos construtivos, os impactos ambientais e as consequências na saúde pública.

Todos aqueles que se interessam pela questão dos resíduos são unânimes que os mesmos sempre representaram sério problema para as regiões metropolitanas, quer por falta de recursos financeiros, de vontade política e da falta de educação das comunidades. Com efeito, os resíduos sólidos estão ligados à qualidade do ambiente nas cidades. No que concerne aos resíduos industriais, é difícil ter números exatos sobre a geração e disposição dos mesmos na Grande São Paulo.

Lixões

Se forem tomados em consideração os dados de Magalhães (1990) *in* revista *Saneamento Ambiental* (1990), na Grande São Paulo são gerados por ano 2 milhões de resíduos classes II e III, dos quais, 640 mil toneladas são dispostas indevidamente. O volume de resíduos da classe I é da ordem das 400 mil toneladas/ano, sendo que 122 mil toneladas são dispostas inadequadamente. De acordo com dados da revista, só na Grande São Paulo são mais de 40 lixões clandestinos recebendo todo dia resíduos perigosos não tratados. Vale ressaltar que na região há locais desativados onde existiram antigos lixões, nos quais os resíduos domésticos e industriais foram misturados. Esta mistura é inconveniente, porque pode gerar gases tóxi-

cos. Assim, é grande o risco de contaminação do meio ambiente e da saúde pública. Segundo Hassuda (1997), "neste cenário, a região metropolitana de São Paulo possui 116 lixões e aterros sanitários, onde o diagnóstico sobre o efeito que estas áreas de disposição de resíduos têm sobre os recursos hídricos e a saúde pública é extremamente modesto."

Perfil da cidade

O município de Santo André faz parte do Grande ABC e está localizado na região metropolitana de São Paulo (8.050 km²). O Grande ABC, que abrange os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra, se caracteriza por alta densidade demográfica e intensa atividade econômica, responsáveis pela demanda crescente de consumo de água e geração de resíduos sólidos. Com uma superfície de 174 km², 55,13% dos quais em área de proteção dos mananciais (abriga cursos e reservatórios de água e outros de interesse ambiental e público), uma população de 625 mil habitantes, Santo André evidencia-se por grande atividade econômica, embasada no grande número de indústrias e no setor terciário.

Disposição

O resíduo sólido pode ser definido como qualquer substância indesejável que não tenha consistência suficiente para fluir por si mesma, não sendo utilizável em sua forma original ou para o processo em que foi gerada (Foster et al., 1993). Sua disposição de forma inadequada pode gerar diversos problemas ambientais, outros de ordem epidemiológica e a conseqüente transmissão de doenças infecto-contagiosas.

Os resíduos gerados pelo homem, por meio de suas atividades domésticas e industriais, crescem em quantidade e volume, principalmente em decorrência do aumento da densidade demográfica, do desenvolvimento tecnológico e da elevação do nível de vida.

Classificação

A norma NBR-10004, de 1987, padroniza a classificação dos resíduos sólidos segundo o potencial de risco para o meio ambiente e saúde pública, caracterizando quais os resíduos que devem ter destinação e manuseio controlados. Quanto às características, segundo a norma, há três grupos de resíduos:

Classe I - perigosos

Classe II - não inertes

Classe III - inertes



Foto 2: Resíduos industriais descartados às margens do Córrego dos Meninos

Industriais

As indústrias de maior porte e expressão foram instaladas em Santo André entre as décadas de 30 e 40. Atualmente, o crescimento industrial é pequeno. São alegadas razões, como legislação urbana restritiva, maior controle sobre as atividades poluidoras por parte do órgão ambiental, o desempenho da economia nacional e outras. No município ainda existe grande número de indústrias. De acordo com a legislação de uso e ocupação do solo em vigor, as indústrias de grande porte concentram-se ao longo do eixo do rio Tamanduateí, enquanto as de pequeno e médio portes, em áreas mais periféricas, convivendo com os usos habitacional e comercial. Todas as indústrias geram resíduos sólidos que, segundo a lei brasileira, caberá ao gerador a responsabilidade pela seleção, embalagem e destinação dos mesmos, sempre com acompanhamento da agência ambiental local.

Descaso

No início do processo de industrialização, a mentalidade da maioria dos empresários industriais não contemplava preocupações com a geração e disposição de resíduos e suas conseqüências para o meio ambiente e saúde pública. Foram décadas de descaso ainda presente em algumas indústrias. Em conseqüência, o descarte de resíduos sólidos industriais feito de modo clandestino ainda acontece com grande freqüência. Significativas quantidades de resíduos são lançadas em terrenos abandonados, córregos, ribeirões, beira de rodovias e encostas de morros, até mesmo em áreas de proteção de mananciais (fotos 1 e 2). Por meio de dados do inventário realizado junto às indústrias, estima-se que 40% das empresas fazem a disposição de resíduos industriais de modo inadequado.

Em Santo André existem empresas que dispõem seus resíduos simultaneamente em aterros industriais, incineradores ou mesmo o armazenamento na planta, na hipótese de não existir destinação específica. Como no Estado de São Paulo existem algumas dificuldades para disposição de resíduos industriais, algumas indústrias acabam dispondo os mesmos em outros Estados, onde a legislação é menos restritiva.

Destaca-se como alternativa adotada em 10% das indústrias visitadas o envio de resíduos para fornos de cimento e incineradores no Estado do Paraná e Minas Gerais. Outra prática em 80% das indústrias também visitadas é a valorização do resíduo, ou seja, o aproveitamento do mesmo dentro de um caráter comercial. O gerador vende ou cede seus resíduos para outras empresas que, eventualmente, irão utilizá-los em seus processos. A propósito, a Federação das Indústrias de São Paulo (Fiesp) criou, no final de 1986, a sua Bolsa de Resíduos, objetivando estimular a reciclagem dos resíduos industriais.

Risco

Além disso, os aterros sanitários não estão credenciados para receber determinada classe de resíduos. Esta situação oferece grande risco de contaminação do solo e águas subterrâneas. A preocupação tem razão de ser, pois a fiscalização não é efetiva nesses locais e, muitas vezes, a empresa proprietária do aterro ou lixão é também detentora da coleta e transporte de resíduos industriais. Os agentes fiscalizadores não se mostram com estrutura funcional adequada para controlar aqueles problemas.

Existem opções para fazer os descartes dos resíduos de maneira adequada, mas a custos que muitas empresas consideram absurdos. No que concerne à disposição de resíduos classe II e III, a região do ABC tem um aterro industrial particular, o Boa Hora Central de Tratamento de Resíduos Limitada, implantado em 1991, que ocupa uma área de 210 mil m² no município de Mauá, com capacidade para receber 14 mil toneladas por mês de resíduos. Atualmente, utilizando uma área de 35 mil m², recebe cerca de 5 mil toneladas por mês, dentre as quais, 75% correspondem a resíduos oriundos de indústrias de Santo André.

Efluentes

Tecnicamente, aquele aterro está bem instalado, a disposição de resíduos é criteriosa e efetuada segundo as normas. Possui uma lagoa de retenção que escoar os efluentes oriundos dos drenos de captação para uma moderna unidade de tratamento, com capacidade de 11 m³ de efluentes por hora. Um



Foto 3: Resíduos dispostos na beira de via pública

laboratório bem equipado é responsável pelas análises de águas e efluentes.

O aterro Boa Hora tem uma carteira de mais de cem clientes, destacando-se a Cofap, Volkswagen, General Motors, Pirelli Cabos, TRW, Alcan, Aços Villares, Petroquímica União, Termomecânica, Polibrasil, Philips, Tintas Acrilex, Tintas Coral, Toyota, Nakata, Multibrás, Norton, Armco, Santa Marina, entre outros. Destacam-se como resíduos industriais gerados e dispostos por estas empresas, areias de fundição, moldes de fundição e lodos de estação de tratamento e, em menor proporção, vidros, madeiras e entulhos.

A direção do aterro parece estar comprometida com as questões ambientais, tendo em vista que está investindo em pesquisa e tecnologia, visando ampliar as possibilidades de disposição de resíduos industriais classe I. Segundo Cavalcanti (1998) in revista *Saneamento Ambiental* (1998), é muito difícil implantar aterros de resíduos no Estado de São Paulo, que não tem nenhum de resíduos classe I.

Para além do aterro Boa Hora, também é utilizado em menor escala por algumas indústrias da região, o aterro industrial da Vega Sopave, localizado no Município de São Paulo e classificado para receber resídu-

os classe II e III. Apesar do quadro de desequilíbrio, percebe-se uma tendência de preocupação por parte das indústrias com os impactos que seus produtos, serviços e processos, a curto e longo prazos, geram no ambiente. Outro problema que deve preocupar na região do ABC são as indústrias desativadas. Uma unidade fabril nestas condições representa uma fonte potencial de contaminação, caracterizada pela disposição de rejeitos, sobras de matérias-primas, sucatas e de produtos acabados. A disposição pode ocorrer pelo acondicionamento em latões, sacos ou enterramento no solo e outros. O potencial de risco dependerá das características e da diversidade dos materiais envolvidos. Como forma de minimizar os riscos de contaminação do meio ambiente, torna-se necessário que as indústrias façam o controle dos resíduos e disponham os mesmos numa área adequada, no que concerne à geologia e hidrogeologia.

Urbanos

Resíduos sólidos urbanos são os “gerados num aglomerado urbano, excetuando-se os resíduos industriais perigosos, hospitalares, sépticos e de aeroportos” (ABNT, 1984, 1985). A coleta de resíduos em Santo

André, desde janeiro de 1999, é realizada pela empresa Rotedali Serviços e Limpeza Urbana Ltda., terceirizada, sob gerenciamento e fiscalização da Secretaria de Serviços Municipais. São atribuições da empreiteira a coleta de resíduos domiciliares, comerciais, públicos, de serviços de saúde, limpeza e lavagem de vias públicas. O município dispõe, em sua planta, de uma área para descarga de resíduos, de propriedade da prefeitura e gerenciado por empresa terceirizada. Há alguns anos, o local também servia para a disposição de resíduos de outras cidades. Hoje, a área é exclusiva para os resíduos da cidade de Santo André. A coleta abrange 98% da área urbanizada, com frequência diária na zona central e alternada nas demais. Apesar do percentual de coleta ser alto, observa-se constantemente nos terrenos baldios, margens de córregos e ao longo de vias de transporte, resíduos dispostos irregularmente (foto 3), dos quais grande parte são oriundos de cidades vizinhas que fazem divisa com o município. Não são abrangidos pela coleta municipal os resíduos industriais. O lixo hospitalar é coletado diariamente pela empreiteira, por meio de utilização de uma frota de veículos especiais.

A Prefeitura de Santo André dispõe de duas maneiras para tratar os resíduos coletados, o aterro sanitário e a usina de compostagem, a oito quilômetros do centro, em uma área de 250 mil m², na rua Espírito Santo, Bairro Cidade São Jorge. O aterro sanitário, atualmente, é operado pela empreiteira Enterpa e entrou em operação em 1987. Tem utilização específica para o aterramento de resíduos domésticos, de saúde, industriais não perigosos e de rejeitos provenientes da usina de compostagem. A área do aterro é rodeada pela ocupação urbana, destacando-se a Cidade São Jorge e Centreville, onde existem unidades habitacionais sem saneamento. A favela Espírito Santo, que é uma ocupação irregular, situa-se sobre antiga área de aterramento de lixo (foto 4) e vizinha do aterro sanitário é um exemplo de insalubridade do meio.

A usina de compostagem, com operação iniciada em 1982, tem capacidade nominal para processar 450 toneladas diárias de lixo. Do total de componentes recicláveis, cerca de 50% torna-se produto passível de comercialização. O sistema de tratamento e disposição de resíduos urbanos em Santo André, vem passando por melhorias, destacando-se o tratamento adequado do percolado e o

Foto 4: Favela Espírito Santo, vizinha ao aterro de Santo André e instalada sobre o lixo



monitoramento do aquífero freático. O município instalou em fase experimental um programa de coleta seletiva de resíduos. Seria muito bom o total empenho da prefeitura nesta ação porque os projetos de reciclagem reduzem a quantidade de resíduos inorgânicos nos aterros, trazendo grandes benefícios de ordem econômica, social e ambiental. De acordo com especialistas, a reciclagem não deve recuperar somente os resíduos secos, mas também o material orgânico, que pode ser transformado em adubo e energia. A propósito, o artigo 1º da Lei 7.414, de 2/9/96, diz: "Fica instituído o programa de coleta seletiva no âmbito do Município de Santo André, destinado ao reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, oriundos de atividades domésticas, industriais, do serviço público e especiais."

ISO-14000

Como foram também abordados os resíduos sólidos industriais, cabe fazer algumas considerações sobre as normas da série ISO-14000, criadas pela International Organization for Standardization (ISO), federação mundial, com sede em Genebra, criada para promover o desenvolvimento de normas internacionais na indústria, comércio e serviços (Hemenway et al., 1995). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a representante brasileira junto à ISO. As normas da série ISO-14000 têm por objetivo fornecer ao corpo empresarial estrutura para o gerenciamento dos impactos ambientais. Dentre os motivos que estimulam a adoção de um Sistema de Gerenciamento Ambiental, está a redução no passivo do risco, prevenção da poluição e redução de resíduos, valorização da comunidade e maior conformidade com os requisitos legais e regulamentos no que concerne ao desempenho ambiental.

Das normas da série ISO-14000, a ISO-14001 é a única de caráter específico, contendo elementos básicos para a administração dos processos e atividades de uma empresa. Aplica-se principalmente às indústrias de manufatura e processamento, mas é abrangente para todo e qualquer tipo e tamanho de empresa. Vale ressaltar que a norma ISO-14001 não é uma norma de certificação de produto, mas sim do Sistema de Gerenciamento Ambiental. Segundo a ABNT (1996),

já é possível perceber o interesse das empresas brasileiras de vários setores em aplicar voluntariamente as normas da série ISO-14000, sendo que 43,1% das 500 maiores indústrias do País pretendem certificar-se por estas normas. Entretanto, dados de empresas responsáveis pela certificação apontam que cerca de 500 empresas de pequeno e médio portes já foram também certificadas. A certificação não é somente um privilégio das grandes indústrias. Diante da globalização da economia, é importante que as empresas façam o gerenciamento ambiental e adotem o conceito do desenvolvimento sustentável como forma de garantir a suas atividades.

Legislação

A evolução urbana e industrial de Santo André exige um constante processo de avaliação e acompanhamento da legislação sobre o zoneamento, no sentido de sua revisão, de modo a se adequar ao contexto. A lei de zoneamento não deve ter o caráter de inibir o desenvolvimento do município, porém deve ser clara e objetiva no sentido de não desrespeitar outras legislações de âmbito federal e estadual. Em Santo André, basicamente, duas leis regulam o uso e ocupação do solo: a Lei 4.169, de 1973 e a Lei 5.042, de 1976. Ao longo do tempo, estas leis sofreram modificações. De acordo com esta legislação, o município é dividido em zonas, de acordo com o seu uso.

A legislação em vigor tem a característica de oferecer a possibilidade de convivência entre os usos habitacional, comercial e industrial. Regulamenta o controle do impacto ambiental para a atividade industrial, principalmente por meio da determinação de parâmetros para ruído, ar, periculosidade, vibrações e resíduos líquidos. É importante enfatizar que o controle dos impactos ambientais vem sendo objeto de esforço do município em tela, mas existem carências de fiscalização de competência do órgão fiscalizador estadual. As indústrias de grande porte são incluídas na zona I e se distribuem ao longo do vale do rio Tamanduateí.

Conclusão

No caso dos resíduos industriais, também é necessário evitar os desperdícios, tratá-los de forma adequada, por meio de programas de preservação ambiental. Espera-se que a

crise econômica que atinge o País não seja motivo de desânimo por parte das autoridades e dos empresários, visando a busca de esforços conjuntos contra processos que comprometem o equilíbrio ambiental. Espere-se, também, que todos aqueles que estejam envolvidos com as questões ambientais, com o bem-estar da sociedade, pugnem por estratégias de desenvolvimento sustentáveis. À universidade cabe um papel relevante por estudos, pesquisas, participação na elaboração de políticas e documentos que digam respeito à temática ambiental. É importante que as empresas invistam em projetos de preservação da natureza. No Brasil há um conjunto de indústrias que perceberam que é mais econômico investir em meio ambiente do que arcar com as punições impostas pelo órgão ambiental e críticas provenientes da sociedade. Como em outros países, é importante que cresça o número de empresas brasileiras que atuam na área ambiental. Um futuro viável assenta em três condições: o desenvolvimento sustentável, a paz e a democracia (Brodhag, 1994).

Murilo Andrade Valle é químico e mestre em Hidrogeologia pelo IG/USP

Dr. Alberto Pacheco é geólogo e professor-doutor da Universidade de São Paulo, no Instituto de Geociências, e conselheiro da ABLP.

Bibliografia

- Al Gore. 1993. A Terra à Procura de Equilíbrio — Ecologia e Espírito Humano. Tradução de Isabel Nunes. Editora Presença, Lisboa, 431 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1984. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Urbanos: NBR-8419. São Paulo.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1985. Apresentação de Projetos de Aterros Controlados de Resíduos Sólidos: NBR-8849. São Paulo.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1987. Resíduos Sólidos — Classificação: NBR-10004. São Paulo.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 1996. Rumo à Certificação Verde. In: Revista ABNT. São Paulo. nº 0, jan/fev, pp.16-18.
- Brodhag, C. 1994. As Quatro Verdades do Planeta. Perspectivas Ecológicas. Instituto Piaget, Lisboa, p. 327.
- Foster, S. 1993. Poluição das Águas Subterrâneas. IG/SP. IG série manuais. Tradução de Hirata/ Ventura. São Paulo, 92 p.
- Hassuda, S. 1997. Critérios para a Gestão de Áreas Suspeitas ou Contaminadas por Resíduos Sólidos — Estudo de Caso na Região Metropolitana de São Paulo. Tese de Doutorado, IG/USP. São Paulo, 139 p.
- Hemenway, C. G.; Gildersleeve, J. P. 1995. ISO-14000 — O que é? Tradução: Sônia de Sá B. Mello. São Paulo. Iman — Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais. 73 p.
- Revista Saneamento Ambiental. 1990. São Paulo, ano I, nº 2, fevereiro de 1990, p. 23.
- Revista Saneamento Ambiental. 1998. São Paulo, ano 9, nº 54, nov/dez de 1998, pp. 6-24.



A natureza agradece!

Ao se associar à ABLP, você passa a receber exemplares da revista LIMPEZA PÚBLICA, além de participar desta Entidade que há 25 anos vem realizando cursos, congressos, palestras e workshops visando solucionar os problemas de geração, coleta, tratamento e destinação final de resíduos sólidos.

Seja sócio da ABLP

Ficha de Inscrição de Sócio Individual:

Nome:			
End. Resid.:		CEP:	
Cidade:	UF:	Tel. Resid.:	()
Nome da Empresa:			
End. Com.:		CEP:	
Cidade:		UF:	
Tel. Comerc.:	()	Fax:	()
Profissão:	Especialidade:		
Local:		Data:	___/___/___
Anuidade: R\$ 60,00	Assinatura: _____		

Endereço para correspondência: () Residencial ou () Comercial

(Envie esta ficha para ABLP por correio ou fax ou faça a inscrição pela internet - www.ablp.org.br)

ABLP - Av. Prestes Maia, 241, 32º andar, cj. 3218 - CEP: 01031-902 - São Paulo - S.P. - Tel/Fax: (011) 229-8490/229-5182

Curso de Gerenciamento dos Serviços de Limpeza Pública

Data: 24 a 26/5

Horário: 8h30 às 17h30

Local: Centro de Educação Permanente (CEP) da Faculdade de Saúde Pública/Universidade de São Paulo (USP)

Objetivo:

Apresentar e discutir as diversas atividades relacionadas aos serviços de limpeza pública.

Público Alvo:

Profissionais, técnicos e operadores ligados à limpeza pública de prefeituras municipais, de entidades e órgãos federais, estaduais e da iniciativa privada.

Preço:

- Não sócio: R\$ 300,00
- Sócio individual: R\$ 210,00
- Funcionário de sócio coletivo (com no mínimo quatro meses de contribuição): R\$ 210,00

Atenção: O Curso de Gerenciamento dos Serviços de Saúde e Elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde foram reprogramados para a data de 21 a 23 de junho/99

Ficha de Inscrição:

Nome do Curso/Evento: _____

Nome: _____

Empresa: _____

Cargo: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ UF: _____

CEP: _____ - Tel: (____) _____

Fax: (____) _____ E-mail: _____

Nome para crachá: _____

Assinatura: _____

() sócio individual () sócio coletivo

() não sócio

(Envie para ABLP por correio ou fax, juntamente com a cópia do comprovante de pagamento ou cheque nominal)

ABLP - Av. Prestes Maia, 241, 32º andar, cj. 3218 - CEP: 01031-902 - São Paulo - S.P. - Tel/Fax: (011) 229-5182

Para maiores informações, ligue:
tel: 229-8490 ou 229-5182

PROEMA

A PROEMA ENGENHARIA E SERVIÇOS LTDA. é uma empresa com experiência em Projetos e Estudos do Meio Ambiente, que oferece ao mercado seus serviços especializados em:

Licenciamento ambiental de empreendimentos

Estudo e racionalização de sistemas públicos de coleta e varrição

Estudos e implantação de sistema de coleta seletiva

Projetos, implantações e operação de Aterros Sanitários, Usinas de Compostagem, Reciclagem e Unidades de Incineração

Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental - EIA/RIMA

Estudos de viabilidade técnica, econômica e institucional

Assessoria técnica e elaboração de Planos Diretores

Projeto de Estações de Tratamento de água e esgoto, bem como serviços de operação.

Rua Alcides Ricardini Neves, 12 - cj. 902 - Tel. (011) 5505 8969 - Fax. (011) 5505 8971 - e-mail. proema@uol.com.br

Uma empresa a serviço do meio ambiente

Manter crescimento sustentado, prestando serviços com qualidade pelo Brasil e América Latina de coleta, transporte, tratamento, disposição de resíduos sólidos e outras atividades relacionadas à preservação e melhoria do meio ambiente é a missão da VEGA.



ÁREAS DE COMPETÊNCIA

SERVIÇOS DE
LIMPEZA PÚBLICA

COLETA HOSPI-
TALAR E DE SER-
VIÇOS DE SAÚDE

ATERRO
SANITÁRIO

COLETA
INDUSTRIAL E
COMERCIAL

GERENCIAMENTO
DE RESÍDUOS
INDUSTRIAIS

ENGENHARIA E
SANEAMENTO
AMBIENTAL

USINA DE
INCINERAÇÃO

USINA DE
RECICLAGEM E
COMPOSTAGEM

ESTÇÃO DE
TRANSFERÊNCIA

ATERRO
INDUSTRIAL

ASSISTÊNCIA
TÉCNICA E VENDA
DE TECNOLOGIA

A VEGA é a maior empresa privada de limpeza pública do país, coletando mais de 300.000 toneladas mensais, atendendo mais de 12 milhões de habitantes. Seus caminhões compactadores percorrem mensalmente mais de um milhão de quilômetros de ruas e avenidas de cidades brasileiras. Os serviços vão além de nossas fronteiras, atingindo a cidade de Lima, no Peru. Em todos os locais em que está presente mantém uma moderna frota de veículos coletores, com tecnologia e equipamentos de vanguarda. A VEGA desenvolve serviços especializados conforme a necessidade dos clientes.



VEGA ENGENHARIA AMBIENTAL S.A.