

RESÍDUOS SÓLIDOS E POLUIÇÃO AMBIENTAL *

Prof. WALTER ENGRACIA DE OLIVEIRA **

1 — INTRODUÇÃO

1.1 — Conceito de Resíduo Sólido — Em decorrência das atividades humanas resultam resíduos gasosos, líquidos e sólidos, estes últimos são comumente denominados "lixo"; por outro lado, conforme conceito do Prof. P. H. McGauhey, Professor Emérito da Universidade da Califórnia, Berkeley, qualquer material se torna um resíduo quando o seu dono ou produtor não mais o considera com valor suficiente para conservá-lo.

1.2 — O Problema dos Resíduos Sólidos no Brasil e em outros Países — Na maioria dos países o problema dos resíduos sólidos vem se agravando, em decorrência de vários fatores, tais como o acentuado crescimento demográfico dos centros urbanos, principalmente das áreas metropolitanas, criação ou mudança de hábitos, elevação de nível de vida e desenvolvimento industrial. No Brasil, cujo processo de desenvolvimento vem se acelerando notadamente de alguns anos para cá, particularmente em várias áreas metropolitanas, tais como São

Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Salvador, Recife, Fortaleza e Curitiba, o problema dos resíduos sólidos vem se avolumando. Este problema vem trazendo preocupações, principalmente nos países desenvolvidos como Estados Unidos, Japão, Suécia, Alemanha e outros, que vêm dedicando grandes esforços na procura de soluções adequadas. Muitos países em fase de desenvolvimento vêm também se preocupando em solucionar devidamente os problemas relacionados aos resíduos sólidos; estes países, a nosso ver, deveriam procurar aproveitar melhor a experiência do que vem ocorrendo nos países desenvolvidos, a fim de não incidir nos mesmos erros; é uma oportunidade que não deve ser desperdiçada.

1.3 — Importância da Solução do Problema dos Resíduos Sólidos — A importância da solução do problema dos resíduos sólidos pode ser encarada sob diversos ângulos, dos quais se destacam os aspectos sanitário, econômico, de bem-estar e social.

1.3.1 — Importância Sanitária — Devemos assinalar inicialmente que o lixo nada mais é que um dos fatores da estrutura epidemiológica da comunidade, exercendo sua ação sobre a incidência das doenças ao lado de outros fatores.

Do ponto de vista sanitário assinalamos que a importância do lixo como causa direta de doenças não está muito bem comprovada. Porém, como fator indireto, o lixo tem grande importância na transmissão de doenças como por exemplo através de vetores como artrópodes — moscas, mosquitos, baratas — e roedores que encontram no lixo alimento e condições adequadas para proliferação.

* Palestra proferida em 4/6/1975, no I Encontro Nacional sobre a Proteção e Melhoria do Meio Ambiente, realizado de 2 a 6/1975, em Brasília, sob o patrocínio da Secretaria Especial do Meio Ambiente, do Ministério do Interior.

** Diretor e Professor Catedrático de Saneamento do Meio da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Engenheiro Civil e Sanitarista. Ex-Secretário Geral da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária. Ex-Presidente da Associação Brasileira de Prevenção à Poluição do Ar. Ex-Professor Visitante na "West Virginia University", Morgantown, West Virginia, Estados Unidos. Membro da "International Solid Wastes and Public Cleansing Association". Vice-Presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária — Seção de São Paulo, 2.º Vice-Presidente da Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. 2.º Vice-Presidente da Associação Latino-Americana de Escolas de Saúde Pública.

Assinalamos ainda o papel do lixo na transmissão de triquinose ou da cisticercose, através da carne de porco infetada e mal cozida ou crua, quando este animal foi indevidamente alimentado com lixo cru. A importância do lixo na saúde pública pode também se fazer sentir através da poluição ambiental — ar, água, solo, acústica e visual. Devemos mencionar ainda as alterações de saúde que podem ocorrer, por exemplo, nos coletores de lixo, como resultado de esforços físicos dissimétricos, continuados e intensos, além das possibilidades de acidentes a que os mesmos estão sujeitos e cujos coeficientes de frequência e de gravidade são bastante elevados.

1.3.2 — Importância Econômica — A importância econômica da solução do problema do lixo está relacionada a diversos fatores, tais como:

a — possibilidade de recuperação de diversos materiais contidos nos resíduos: papel, metais, trapos, plásticos etc.;

b — produção de composto, que é um tipo de adubo de aplicação na agricultura ou também como ração em certos casos;

c — produção de vapor d'água e de energia elétrica através da incineração do lixo;

d — execução de aterros sanitários, utilizando o lixo ou os resíduos resultantes da sua incineração; pode-se com esta prática recuperar terrenos aparentemente inaproveitáveis.

Assinalamos contudo que o lixo em si, em geral, não representa o valor econômico que se lhe pretende atribuir e os resultados financeiros que se pode tirar do lixo devem ser encarados como contribuição parcial para a solução do problema econômico-financeiro do custo da instalação, operação e manutenção do sistema. Por outro lado, assinalamos também que o aproveitamento econômico do lixo, que está correlacionado com o seu destino final, está intimamente ligado às condições urbanas e regionais. Assim, num município, a produção de composto pode ser muito conveniente e em outro não ser. Convém portanto ressaltar, com base no acima exposto, que podem haver reflexos econômico-financeiros apreciáveis, quando a solução do problema do lixo é combinada com a solução de outros problemas, como o da demanda de áreas destinadas à recreação.

1.3.3 — Importância Relacionada ao Bem-Estar — A importância da solução do problema do lixo, sob o ponto de vista do bem-estar, encarando-se bem-estar sob o prisma estético e

de conforto, é facilmente compreensível bastando assinalar que o aspecto físico do lixo é desagradável à vista, em geral apresenta maus odores, além de atrair moscas domésticas, baratas e ratos, animais estes que causam repulção à maioria das pessoas. Junte-se a isto o desconforto causado pelas poeiras e ciscos levantados pelo vento e já se teria motivos suficientes para insistir na oportunidade da solução do problema do lixo.

Assinalamos, por outro lado, que a limpeza dos logradouros públicos deveria constituir uma das preocupações das autoridades municipais, não só por razões sanitárias, como também pelo reflexo estético na beleza de uma cidade.

1.3.4 — Importância Social — No equacionamento da solução do problema dos resíduos sólidos e, em particular, do seu tratamento e/ou disposição final, cumpre mencionar o que poderíamos denominar de aspectos sociais do problema do lixo; em geral, principalmente no caso da condenável prática de disposição final do lixo ao ar livre, uma população de baixo nível social é atraída, promovendo a prática de recolher certos refugos do lixo, em condições insalubres, expondo-se ao risco de adquirir certas doenças, como também sofrer ferimentos com objetos cortantes, como garrafas quebradas. O fenômeno se agrava com a criação de verdadeiras "favelas" ao lado do local de disposição do lixo, com todos os males que advêm desses conjuntos de habitação subumanas. A "catação" durante a coleta de lixo é outro problema a ser também enfrentado.

1.4 — Resíduos Sólidos — Problema de Engenharia — O estudo da solução do problema dos resíduos sólidos e da limpeza pública deve ser conduzido como qualquer outro problema de engenharia; em outras palavras, devem ser utilizados os mesmos princípios empregados na análise de um problema de engenharia e no equacionamento da sua solução ou soluções, pesquisando então a alternativa mais conveniente. Assim, o estudo da solução do problema dos resíduos sólidos deve ser conduzido da mesma forma que no caso do problema do abastecimento de água ou de coleta e transporte de esgotos ou de outros problemas de engenharia; repousa assim num planejamento adequado, considerando devidamente as condições locais e regionais, com a determinação da composição e das características dos resíduos sólidos, de sua projeção no futuro, seguido do dimensionamento da frota de coleta e os requisitos dos veículos, dos projetos bem estudados e de execução adequada de obras e

instalações, de tratamento e/ou disposição final dos resíduos, acompanhada da escolha dos equipamentos apropriados e de adequados serviços de manutenção e conservação. Assinalamos que no estudo da solução deste problema deve-se contar com a colaboração de outros profissionais tais como advogados, economistas, médicos, planejadores, estatísticos, educadores em saúde pública, para o estabelecimento de ampla campanha educativa, junto à população em geral, bem como junto aos próprios funcionários do serviço de limpeza pública; assinalamos também o grande papel que os técnicos de nível médio, como os inspetores de saneamento, têm na solução do problema de lixo e limpeza pública.

2 — EFEITOS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MEIO AMBIENTE

2.1 — Considerações Gerais — Os resíduos sólidos e a limpeza pública constituem um dos problemas de saúde pública, embora não possamos deixar de considerar outros aspectos do problema, como os relacionados à estética e conforto e a fatores econômico-financeiros, ligados por exemplo à diminuição do valor das propriedades, devido a um depósito inadequado de lixo e à conservação dos recursos naturais. Contudo, assinalamos que ao considerar a influência dos resíduos sólidos na saúde pública não devemos desconhecer que outros fatores, relacionados às inadequadas condições de saneamento do meio, podem também estar agindo ao mesmo tempo e não é fácil determinar qual a causa preponderante. O problema dos resíduos sólidos, conforme já mencionamos, vem crescendo acentuadamente. Esta mudança, que vem ocorrendo praticamente no mundo todo, com maior incidência em alguns países e em certas áreas, vem contribuindo para o agravamento de outros problemas, como a poluição ambiental — água, ar, solo, acústica e visual —, saúde ocupacional, qualidade dos alimentos — leite, carne e outros, habitação, nutrição etc... Portanto, com a ocorrência de todos estes fatores, atuando quase ao mesmo tempo em muitas áreas, praticamente não é possível atribuir-se o agravamento do estado de saúde de uma comunidade unicamente a um deles; contudo, não há dúvida que os resíduos sólidos ocupam papel importante na estrutura epidemiológica de uma comunidade e conseqüentemente na saúde pública.

De uma maneira geral, o progresso de qualquer região, infelizmente, é acompanhado

pela maior produção de resíduos e elevação do grau de poluição, prejudicando portanto a qualidade do meio. Contudo, é conveniente ressaltar que, segundo ponderamos, é possível harmonizar o desenvolvimento sócio-econômico de uma região, com a proteção da qualidade do meio, controlando adequadamente a poluição ambiental.

Importante ressaltar que as várias formas de poluição estão inter-relacionadas e que a solução de um aspecto da poluição pode criar problemas para outra forma.

Assim, no tocante à poluição ambiental, assinalamos que os resíduos sólidos podem contribuir para a poluição do solo; por outro lado, a poluição do ar pode ser agravada com a incineração inadequada do lixo, a disposição do lixo no solo sem os devidos cuidados, ou seja, sem as técnicas aplicadas nos aterros sanitários, pode criar problema de poluição das águas — subterrâneas ou superficiais.

Considerando o exposto concluímos que devemos cuidar adequadamente da solução do problema do acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e/ou disposição final dos resíduos, bem como da limpeza pública em geral, pelas suas implicações na saúde do homem e nas condições sanitárias do meio ambiente e, por conseguinte, na saúde pública.

2.2 — Manipulação dos Resíduos Sólidos e sua Influência no Meio Ambiente — A solução do problema dos resíduos sólidos, nas suas diversas fases — acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e/ou disposição final dos resíduos — está intimamente ligada à composição qualitativa e quantitativa, bem como às suas características físicas, químicas e biológicas. A composição e as características dos resíduos sólidos vêm sofrendo ponderáveis modificações, principalmente oriundas do desenvolvimento e do progresso em muitas regiões; a título de exemplo, citemos a quantidade de papel e plásticos, que vem crescendo acentuadamente, principalmente nos países ou áreas desenvolvidas. Por outro lado, há outros aspectos a considerar, que é a própria necessidade de conservar e proteger os recursos naturais. Assim por exemplo, a recuperação de papel é um aspecto ponderável a ser considerado, pois reduz a menor número de árvores abatidas para a produção de papel, o que é bastante importante, apesar das medidas de reflorestamento adotadas em muitos países. Haveria ainda, como conseqüência, uma influência benéfica nas condições gerais do meio ambiente. Assinalamos que particularmente os

países desenvolvidos, como Estados Unidos, Inglaterra e Japão, estão procurando soluções adequadas para a reutilização dos resíduos sólidos; países como o Brasil deveriam se preocupar mais com a reutilização de resíduos, pela sua implicância econômica, incluindo portanto a conservação dos nossos recursos naturais.

As condições da varrição também podem influir no meio ambiente.

2.2.1 — Acondicionamento — Na fase de acondicionamento quando certos cuidados não forem tomados, podem redundar condições adequadas para a proliferação de vetores — moscas, baratas — e roedores, responsáveis por muitas doenças.

Por outro lado, se o local de acondicionamento não for mantido limpo pode afetar as condições do meio ambiente.

A etapa de acondicionamento não influi ponderavelmente para a poluição das águas, superficiais ou subterrâneas.

2.2.2 — Coleta e Transporte — As etapas de coleta e transporte também não afetam muito a poluição das águas.

Na coleta do lixo, quando não bem executada ou então quando não se emprega meios como o uso de sacos de plástico ou de papel ou então não se utiliza veículos que empregam recipientes especiais de descarga automática, os quais não se encontram em nosso meio, pode algum resíduo cair nas vias e logradouros públicos, e ser posteriormente arrastado com as águas de chuva ou de lavagem de vias públicas, a menos que seja antes recolhido pela varrição.

No transporte de lixo pode também algum material cair do caminhão, principalmente quando não são utilizados veículos adequados.

2.2.3 — Varrição — A varrição também pode contribuir para a poluição das águas, quando os resíduos não são devidamente recolhidos e vão ter à boca de lobo, do sistema de águas pluviais, arrastados com as águas de chuva ou de lavagem das vias e logradouros públicos; naturalmente, mesmo num serviço de varrição, manual ou mecânica, bem executado, sempre uma parte do material que não foi possível ser recolhida será arrastada com as águas de chuva ou de lavagem das vias e logradouros públicos e vai poluir principalmente as águas superficiais. A poeira levantada da varrição das ruas, que pode constituir outra forma de poluição do ar, pode ser evitada desde que adotemos certos cuidados na sua execução.

2.2.4 — Tratamento e/ou Disposição Final — A fase de tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos é a que mais pode afetar a qualidade do meio ambiente.

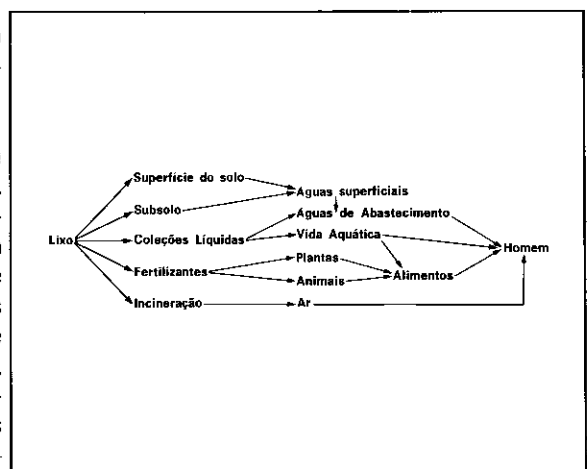
No equacionamento da solução do problema do tratamento e/ou disposição final dos resíduos, dentre os vários métodos recomendados, como incineração, aterro sanitário, compostagem, combinação com o problema dos esgotos sanitários, redução de volume e reutilização de resíduos, deve-se adotar os devidos cuidados para evitar os efeitos na poluição ambiental, conforme mencionado no item seguinte. De uma maneira geral, o tratamento e/ou disposição final dos resíduos, deve ser encarado com enfoque regional, que deverá permitir melhores condições técnicas e econômicas.

2.3 — Resíduos Sólidos e Meio Ambiente — Analisaremos a atuação dos resíduos nas diversas formas de poluição que poderão afetar a qualidade do meio.

Contudo, assinalamos que embora não posamos estabelecer rigorosamente uma relação causa-efeito no tocante ao lixo e sua influência no meio e por conseguinte na incidência de doenças não há dúvida que existe um risco, inclusive potencial.

Procurando melhor elucidar o exposto transcrevemos (6), o esquema: — Vias de acesso ao homem por parte de produtos químicos presentes no lixo:

VIAS DE ACESSO AO HOMEM POR PARTE DE PRODUTOS QUÍMICOS PRESENTES NO LIXO (baseado em Hanks, 1967)



2.3.1 — Resíduos Sólidos e Poluição das Águas

a) Devido ao depósito de resíduos sólidos no solo —

Abordaremos a seguir a influência da execução de aterros sanitários sobre a qualidade das águas, superficiais ou subterrâneas. Embora não tratemos da influência dos depósitos de lixo ao ar livre, prática condenada apesar de muito usual, infelizmente, muitos dos princípios a seguir expostos poderão ser empregados na conversão de depósitos ao ar livre em aterros sanitários.

Assinalamos que aterro sanitário, segundo definição da "American Society of Civil Engineers" é "um método de disposição dos resíduos sólidos no solo, sem causar danos ao ambiente e nem malefícios ou prejuízos para a segurança ou saúde da população, utilizando princípios de engenharia, para confinar o lixo à menor área possível, reduzindo-o ao menor volume praticamente possível, cobrindo-o com uma camada de terra ao término da operação de cada dia, ou em intervalos menores, se for necessário".

A decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários normalmente se inicia com uma fase aeróbica, seguida de outra anaeróbica.

Um dos cuidados a adotar no projeto, construção e operação do aterro sanitário é evitar ao máximo que o local do aterro seja "lavado" pelas águas de chuva. Isto se consegue com a construção de valas em volta do aterro, que não permitem que as águas de chuva escorram pelo mesmo. A superfície do aterro deve ser bem compactada e com uma declividade mínima de 2%, para evitar a formação de poças de água. A cobertura com vegetação, como grama, é conveniente para diminuir os efeitos da erosão e rompimento da camada final de terra compactada. Com estes cuidados evita-se o arrastamento direto de lixo para as águas superficiais, ao mesmo tempo que se diminui a infiltração de água que contribui para a poluição das águas subterrâneas e formação de gás metano, CH_4 , que é combustível e explosivo.

Em certos casos, embora o custo seja relativamente elevado, pode-se executar um sistema de drenagem, embaixo do aterro sanitário, o que permite coletar as águas residuárias do aterro; dando-se às mesmas um tratamento ou destino adequado serão minimizados os efeitos da poluição das águas, tanto superficiais como subterrâneas. Este sistema poderá ser complementado pela adoção de um fundo impermeável, utilizando por exemplo argila ou um lençol plástico.

Os mecanismos básicos pelos quais o aterro sanitário pode poluir as águas subterrâneas são os seguintes:

— Contato direto, horizontal, da água subterrânea atravessando o lixo depositado;

— Movimento vertical da água de percolação, proveniente de precipitações-chuvas ou de irrigação, ou do próprio lixo, atingindo o lençol freático;

— Transferência de gases produzidos na decomposição dos resíduos sólidos através da difusão e convecção.

O contato direto horizontal, dos resíduos sólidos pela água subterrânea, ocorre quando os resíduos sólidos são depositados em cota inferior ao lençol freático.

O movimento vertical da água de percolação se dá através do movimento descendente da água de chuva ou de irrigação, bem como da água proveniente do próprio resíduo sólido úmido.

Os principais gases resultantes da decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários são metano, gás carbônico, amônia e gás sulfídrico. O metano tem tendência a subir; esta característica, combinada com sua pouca solubilidade na água, resultam em baixo teor de poluição por este material. Os gases restantes têm sido encontrados a distâncias curtas dos aterros sanitários e seus efeitos deletérios são diversos.

A experiência de trabalhos feitos em outros países, bem como entre nós⁽⁸⁾, tem mostrado que os aterros sanitários podem ocasionar uma poluição biológica, física e química.

A poluição biológica, medida através do índice coli, tem sido constatada nos resíduos sólidos dos aterros. Em condições normais a poluição biológica é a que menos problemas pode trazer, devido à pouca capacidade de sobrevivência dos organismos patogênicos e à relativa pouca distância que normalmente percorrem.

Da decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários resulta uma poluição física, manifestada através de turbidez, odor devido ao gás sulfídrico, gosto e cor.

No tocante à poluição química assinalamos que os resíduos sólidos contêm uma grande quantidade de substâncias orgânicas e minerais, capazes de afetar a qualidade da água subterrânea. Naturalmente, os resíduos sólidos oriundos de indústrias podem concorrer bastante para a poluição química. A poluição química é a que pode criar mais problemas, pois os poluentes químicos podem percorrer distâncias apreciáveis. É necessária a adoção de uma faixa sanitária para proteção das águas, dentro da qual não se permitirá o uso de recursos hí-

dricos como fonte de abastecimento; a largura desta faixa sanitária deverá ser devidamente estudada, pois depende basicamente de fatores topográficos e hidrogeológicos, e da composição dos resíduos.

b) Devido a outras fontes —

Os resíduos líquidos constituídos pelas águas utilizadas nos sistemas de incineração de lixo podem também criar problemas no tocante à poluição das águas.

No processo de compostagem, também devem ser tomados cuidados para evitar ou minimizar os efeitos que os líquidos resultantes do processo possam causar na poluição das águas. Assinalamos que no caso do processo aeróbio, que é o mais aconselhável, é conveniente a irrigação dos montes de material em fermentação com resíduos líquidos resultantes dos mesmos; este material auxilia bastante o processo de fermentação, pelo seu alto teor de vida bacteriana.

A coleta, transporte e varrição podem também contribuir para a poluição das águas superficiais, conforme exposto nos itens: 2.2.2 e 2.2.3.

c) Recomendações Relacionadas aos Aterros Sanitários —

Apresentamos a seguir as recomendações básicas no tocante ao projeto, construção e manutenção dos aterros sanitários, visando a evitar ou minimizar os efeitos na poluição das águas:

- 1) Os aterros sanitários devem ser devidamente projetados, como toda e qualquer obra de engenharia.
- 2) Os aterros sanitários devem ser projetados com base no estudo das condições topográficas e hidrogeológicas do terreno, visando entre outros objetivos, evitar ou minimizar os efeitos na poluição das águas, superficiais ou subterrâneas.
- 3) O projeto do aterro sanitário deve ser aprovado pelas autoridades responsáveis pelo controle da poluição das águas e/ou pelas autoridades sanitárias, antes da sua construção, devendo a operação do mesmo ser devidamente fiscalizada por estas autoridades.
- 4) No projeto, execução e operação do aterro sanitário deve-se observar, no tocante à poluição das águas, entre outros, os seguintes cuidados:
 - Os resíduos sólidos nunca devem ser depositados diretamente onde

ocorrem águas subterrâneas. A cota inferior do aterro sanitário deve estar, no mínimo, 2,30m acima do lençol freático.

- Os resíduos sólidos não devem ser depositados sobre ou próximo a fontes e poços de água ou em locais que permitam que os resíduos líquidos provenientes dos aterros sanitários poluam a água.
- Em torno da água aterrada deve-se adotar uma faixa sanitária, para proteção das águas, dentro da qual não se permitirá o uso de recursos hídricos como fonte de abastecimento; a largura desta faixa sanitária deve ser devidamente estudada, com base nos fatores topográficos e hidrogeológicos e na composição dos resíduos.
- Em certos casos, embora o custo seja elevado, pode-se executar um sistema de drenagem embaixo do aterro sanitário, para coletar as águas residuárias do aterro e dando-se às mesmas um tratamento ou destino adequado; este sistema poderá ser complementado ou substituído pela adoção de um fundo impermeável, como argila ou um lençol plástico.
- Deve-se diminuir ao máximo a passagem da água superficial, sobre ou através do local do aterro sanitário, o que se consegue por meio de um sistema de drenagem. A cobertura final do aterro sanitário, bem compactada e de material quase impermeável, dotada de declividade adequada, da ordem no mínimo de 2%, deve ser completada com a plantação de vegetal, como grama.

2.3.2 — Resíduos Sólidos e Poluição do Ar

a) Devido à incineração dos resíduos sólidos
Do ponto de vista sanitário, o tratamento do lixo pela incineração em alta temperatura (750 a 1.000°C) pode ser um dos melhores sistemas, desde que não contribua para a poluição do ar. Assinalamos que, a rigor, a incineração é mais um método de redução do volume de lixo, pois há sempre um resíduo final (escórias e cinzas) a ser disposto; esta redução em incineradores bem projetados e bem operados é da ordem de 5 a 15% em peso e 3 a 25% com relação ao volume inicial.

A incineração dos resíduos sólidos pode constituir uma das fontes de poluição do ar, devido principalmente a incineradores sem dispositivos contra a poluição do ar ou com equipamentos inadequados para este fim, ou então por incineradores mal projetados ou construídos sem os devidos cuidados, ou por operação inadequada, bem como devido à queima de resíduos sólidos em depósitos ao ar livre.

As práticas encontradas relativamente à incineração dos resíduos sólidos são as seguintes: 1) queima ao ar livre; 2) em incineradores prediais; 3) em incineradores centrais.

A queima de lixo ao ar livre é prática condenada em cidades ou áreas próximas aos centros urbanos, particularmente onde a poluição do ar já constitui um problema, como na área metropolitana de São Paulo. Pode ser aceita em áreas rurais, para a queima de lixo de habitações.

A utilização de incineradores prediais, ou seja, particularmente em edifícios de apartamentos e hospitais, é relativamente discutível sendo por muitos condenada, principalmente devido à sua operação ser, em geral, precária além de serem, muitas vezes, utilizados equipamentos mal projetados e inadequadamente localizados.

A tendência é proibir o seu uso generalizado; contudo, parece que nos hospitais, basicamente com relação aos resíduos contaminados, com restos de tecidos e peças humanas, ataduras, gases, placenta etc., o seu uso pode ser aceite, exigindo-se o emprego de incineradores bem projetados e particularmente bem operados, por pessoal habilitado. Assinalamos que na cidade de Londres, com a mudança do sistema de calefação do carvão para outras fontes de energia, diminuindo ponderavelmente os poluentes na atmosfera, foi um dos fatores que concorreu para a melhoria da qualidade do ar. Assinalamos ainda que na 3.ª Conferência Latino-Americana Contra a Poluição do Ar, realizada de 30/11 a 6/12 de 1970, em São Paulo, sob o patrocínio da Associação Brasileira de Prevenção à Poluição do Ar — ABPOLAR, entre outras, foi aprovada a seguinte recomendação: "que as autoridades competentes não incentivem e não tornem obrigatória a instalação de incineradores domiciliares de lixo". Em áreas tipicamente rurais pode ser praticada a queima do lixo em incineradores simples.

A incineração do lixo em instalações centrais, de caráter público portanto, é um processo sanitariamente adequado, desde que se instalem dispositivos que evitem ou minimizem os efeitos da poluição do ar. O uso de precipitadores eletrostáticos ou de sistema com base

em "cortinas" de água constituem os métodos usuais para o controle da poluição do ar em incineradores.

Aspecto de grande importância a considerar na incineração do lixo é a composição de determinados resíduos, como certos plásticos por exemplo na base de PVC, pois durante a queima podem ser produzidas substâncias corrosivas, altamente prejudiciais para os fornos incineradores, bem como pelas reações que podem se dar na atmosfera. Esta matéria está sendo devidamente pesquisada nos Estados Unidos, por exemplo.

A localização adequada do incinerador e a altura da chaminé são outros fatores do projeto que podem contribuir para agravar a poluição do ar. Assim, no estudo de Planejamento Territorial do município, por exemplo, torna-se necessário ouvir as diretrizes do engenheiro sanitário, no tocante aos métodos de tratamento e/ou disposição dos resíduos sólidos, para a localização adequada das usinas e locais de disposição de resíduos.

Assinalamos que métodos modernos de incineração vêm sendo intensamente pesquisados, principalmente após a crise de energia, intensificada a partir do fim do ano passado; entre esses métodos citemos a pirólise, que vem sendo investigada nos Estados Unidos.

A respeito da ação que o governo deve adotar, citemos uma recomendação que apresentamos na citada 3.ª Conferência Latino-Americana Contra a Poluição do Ar, no trabalho denominado "Resíduos Sólidos e Poluição do Ar", a qual reputamos de grande importância no controle da poluição do ar devida a incineração do lixo:

"A localização do incinerador e o projeto dos equipamentos e demais detalhes construtivos relacionados à poluição do ar devem ser previamente aprovados pelos órgãos responsáveis pelo controle da poluição do ar, que devem fiscalizar a operação dos incineradores".

b) Devido a outras fontes

Outras fontes de poluição do ar relacionadas aos resíduos sólidos, embora em geral não sejam significantes, podem ser as seguintes:

Nos aterros sanitários: temos o caso dos gases produzidos; com adequado controle destes, queimado o gás metano por exemplo ou recolhendo-o para aproveitamento, como está sendo investigado nos Estados Unidos, pode-se evitar o problema da poluição do ar. Assim, dentro das possibilidades, devemos localizar adequadamente o local do aterro sanitário ou adotar medidas no seu projeto e na sua cons-

trução para evitar ou minimizar os seus efeitos na poluição do ar.

No caso de instalações de tratamento dos resíduos sólidos, para a comportagem por exemplo, com um projeto bem elaborado e a sua localização adequada, bem como com os devidos cuidados na operação, podem ser evitados ou minimizados os efeitos da poluição do ar.

A poeira levantada na varrição de ruas pode constituir outra forma de poluição do ar, conforme já mencionamos; pode ser evitada, desde que adotemos certos cuidados com sua execução.

Terminando, ressaltamos a necessidade de serem intensificados estudos e pesquisas, principalmente no tocante à incineração dos resíduos sólidos, para evitar ou diminuir sensivelmente os seus efeitos na poluição do ar. Assim, com relação aos projetos de usinas de incineração de lixo e os equipamentos utilizados, devem ser intensificados os estudos e pesquisas; por outro lado, normas de operação devem ser estudadas ou melhoradas com o objetivo básico de evitar ou minimizar a poluição do ar. A regulamentação principalmente de embalagens, inclusive pelo seu impacto no problema dos resíduos sólidos em geral, é outro campo a ser melhor investigado, visando combater a poluição ambiental em geral, inclusive no tocante à poluição do ar.

c) Recomendações relativas à incineração dos resíduos sólidos

Apresentamos a seguir as recomendações básicas relativas aos incineradores de resíduos sólidos:

— A localização do incinerador e o projeto dos equipamentos e demais detalhes construtivos, relacionados à poluição do ar, como a altura da chaminé, devem ser previamente aprovados pelos órgãos responsáveis pelo controle da poluição do ar, que também devem fiscalizar a operação dos incineradores.

— Não deve ser estimulada a instalação de incineradores de lixo domiciliares e prediais, com exceção dos instalados em hospitais, para incineração do lixo séptico, desde que sejam bem projetados e bem operados.

2.3.3 — Resíduos Sólidos e Poluição do Solo — Os resíduos sólidos, desde que dispostos inadequadamente sobre o solo, podem constituir mais um dos fatores que vai poluí-lo. O

grau desta poluição naturalmente vai depender do tipo de resíduo depositado; se forem resíduos da indústria química podem levar certos produtos ao solo, os quais além de poluir a água, podem levar certos elementos às plantas, que podem se transferir para os homens e para os animais, redundando em agravos à saúde. Por outro lado, deve-se tomar cuidado para que os resíduos sólidos, por disposição no solo em condições inadequadas, não venham provocar condições para contaminar principalmente os alimentos ingeridos crus.

O uso de composto, que é um tipo de adubo produzido com resíduos sólidos, em princípio, não deve ser usado no solo onde serão plantados alimentos a serem ingeridos crus.

2.3.4 — Poluição Acústica — Os ruídos resultantes da manipulação de certos tipos de recipientes, como latas metálicas, podem ocasionar incômodos à população, principalmente no caso de coleta muito cedo ou noturna. O uso de sacos de plástico, papel ou de recipientes de plástico praticamente elimina os ruídos.

Alguns veículos compactadores, sem dispositivos adequados de proteção de ruído, podem causar incômodos, principalmente quando a coleta é noturna ou muito cedo.

Instalações de redução de volume, principalmente quando utilizando trituradores, devem ser devidamente localizados e, em função dessa localização, devem ser projetadas, de modo a não propagar ruídos incômodos à vizinhança.

2.3.5 — Resíduos Sólidos e Poluição Visual — O depósito de lixo a céu aberto, pelo aspecto antiestético que apresenta, constitui uma certa forma de poluição visual; este fato é agravado porque, em muitos países, como o nosso por exemplo, é um local de atuação dos "catadores", representados em geral por crianças, mulheres e velhos, constituindo além disso um problema social cuja solução não é fácil. O aspecto, não comum em nosso país, de cemitérios de automóveis, como ocorre nos Estados Unidos, constituem, a nosso ver, outra forma de poluição visual.

Outros aspectos relacionados à poluição visual são, por exemplo, os devidos a uma via pública suja com detritos diversos, devido à falta de educação da população e falta de cestos de coleta de papéis em número adequado. Recipientes precários, de aspecto desagradável, sem tampa, e principalmente quando ficam muito tempo na frente dos edifícios, é outro

fator que fere o nosso sentido estético, constituindo outra forma de poluição visual.

3 — SOLUÇÃO DO PROBLEMA

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada de 5 a 16 de junho de 1972 em Estocolmo, Suécia, estabeleceu, com base em vários considerandos, diversos princípios para inspirar e guiar os povos do mundo na preservação e na melhoria do meio ambiente. Entre outros destacamos o seguinte considerando (5):

"2 — A proteção e a melhoria do meio ambiente humano constituem desejo premente dos povos do globo e dever de todos os Governos, por constituírem o aspecto mais relevante que afeta o bem-estar dos povos e o desenvolvimento do mundo inteiro".

Com relação aos Princípios estabelecidos assinalamos os seguintes:

"2 — Os recursos naturais, incluindo-se o ar, a água, a terra, a flora, a fauna e, especialmente, amostras representativas dos ecossistemas naturais, devem ser salvaguardados em benefício das gerações atuais e das futuras, por meio de cuidadoso planejamento ou administração, conforme o caso.

8 — O desenvolvimento econômico e social é indispensável para assegurar ao homem um ambiente favorável de vida e de trabalho e criar na Terra condições necessárias para a melhoria da qualidade de vida.

13 — Os Estados, a fim de melhorar as condições ambientais mediante uma administração mais racional de recursos, devem adotar um processo integrado e coordenado para o planejamento de seu desenvolvimento, de modo a torná-lo compatível com a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente, em benefício da população.

14 — O planejamento racional constitui um instrumento indispensável para conciliar os imperativos do desenvolvimento e a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente".

Assinalamos ainda a III Reunião Especial dos Ministros da Saúde das Américas, realizada de 2 a 9 de outubro de 1972 em Santiago, Chile, sob os auspícios da Organização Panamericana da Saúde — Organização Mundial da Saúde, que estabeleceu, entre outras, a seguinte meta, no tocante ao "Programa de Serviços (14):

"2.2 — Estabelecimento de sistemas satisfatórios e adequados para a coleta, transporte, tratamento e disposição de resíduos sólidos

em um mínimo de 70% das cidades com mais de 20.000 habitantes". No tocante ao Brasil, considerando que segundo os dados do censo de 1970, temos 528 cidades com mais de 20.000 habitantes, até 1980, pelo menos 370 cidades deverão ter uma solução adequada com relação ao problema dos resíduos sólidos e da limpeza pública.

Devemos portanto intensificar a solução do problema dos resíduos sólidos em nosso meio, não só para cumprir a meta acima mencionada, como também pelas suas implicações na saúde, no bem-estar, além dos reflexos econômicos que encerra; importante lembrar o axioma "Cidade Limpa é Cidade Civilizada".

Abordaremos a seguir alguns aspectos básicos da solução do problema dos resíduos sólidos, em diferentes níveis, e tendo em vista os problemas decorrentes da poluição ambiental.

3.1 — Nível internacional — No âmbito internacional destacamos as atividades de entidades como a Organização Mundial da Saúde, a Organização Panamericana da Saúde, o "WHO International Reference Centre of Wastes Disposal", de Dubendorf, Suíça, (assinalamos que a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo é uma das instituições colaboradoras desse Centro de Referência), e o "United Nations Environment Programme", sediado em Nairobi, Quênia; cumpre assinalar o papel que vem sendo desempenhado pela "International Solid Wastes and Public Cleansing Association", sediada em Londres.

No campo internacional destacamos as seguintes atividades que deveriam ser intensificadas:

- a) Realização de cursos regulares e de cursos curtos;
- b) Estudos e pesquisas, incluindo a padronização de métodos de análises e de exames das características dos resíduos sólidos;
- c) Intercâmbio de informações e de tecnologia.

3.2 — Nível nacional — No âmbito nacional ressaltamos a necessidade de serem promovidas ou intensificadas as seguintes atividades:

- a) Estabelecimento de normas e regulamentos, através da Secretaria Especial do Meio Ambiente, do Ministério do Interior;
- b) Concessão de financiamento a prefeituras, entidades metropolitanas e fir-

mas privadas, através do Banco Nacional de Habitação e do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico; naturalmente estes empréstimos também poderão ser feitos com entidades internacionais, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento;

- c) Incentivo ao estudo e à pesquisa em entidades de ensino e pesquisa, como universidades e centros de pesquisa, fornecendo recursos financeiros;
- d) Campanha de educação sanitária no campo dos resíduos sólidos, destinada ao pessoal que trabalha neste setor, como à população em geral.

3.3 — Nível Estadual — Ressaltamos as seguintes atividades:

- a) criação de entidades de assistência técnica através de secretarias de saúde ou de obras;
- b) concessão de financiamento através de bancos oficiais;
- c) incentivo ao estudo em todos os níveis de formação de pessoal, bem como à pesquisa;
- d) campanha de educação sanitária, nos moldes indicados no item 3.2d.

3.4 — Nível Regional — Destacamos o seguinte:

- a) estudo global do sistema geral de limpeza pública, particularmente no tocante ao tratamento e/ou disposição final em nível regional, notadamente nas regiões metropolitanas;
- b) campanha de educação sanitária nos moldes indicados no item 3.2d.

3.5 — Nível Municipal — Inicialmente assinalamos que o problema dos resíduos sólidos é tipicamente atribuição do município, podendo este conceder, parcial ou totalmente, as atribuições no campo dos resíduos sólidos a entidades de caráter privado, incluindo sociedades de economia mista. Destacamos as seguintes atividades básicas:

- a) implantação de soluções adequadas para a manipulação dos resíduos sólidos em geral, nas suas diversas fases — acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e/ou disposição final, inclusive aumentando a área de coleta;

- b) implantação de medidas para proteção da saúde e da segurança dos trabalhadores, particularmente dos coletores e varredores;
- c) campanha de educação sanitária nos moldes indicados no item 3.2d, particularmente para obter uma maior cooperação da população.

4 — CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando a influência dos resíduos sólidos na saúde do homem e nas condições da qualidade do meio ambiente, bem como pelos aspectos econômicos que envolve inclusive no tocante à conservação dos recursos naturais, recomenda-se uma intensificação ou implantação de atividades, em níveis internacional, nacional, estadual, regional e municipal, objetivando o adequado acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e/ou disposição de resíduos sólidos.

Recomenda-se assim um entrosamento entre as ações a serem exercidas em nível internacional, nacional, estadual, regional e municipal, no tocante à formação de recursos humanos, através de cursos regulares e cursos curtos, estudos e pesquisas, incluindo padronização de métodos de análises e exames das características dos resíduos sólidos, intercâmbio de informações e de tecnologia, concessão de financiamento e campanhas de educação sanitária.

Destaca-se neste sentido, o papel que pode ser desempenhado por organismos, como a Organização Panamericana da Saúde — Organização Mundial da Saúde, a Secretaria Especial do Meio Ambiente, do Ministério do Interior, o Ministério da Saúde, os Governos Estaduais, as entidades responsáveis pelas Regiões Metropolitanas e os Governos Municipais, bem como pelas entidades de ensino e pesquisa e de financiamento e por organizações privadas.

Concluindo, o resultado desta ação conjunta permitirá diminuir cada vez mais os efeitos dos resíduos sólidos na saúde do homem e nas condições da qualidade do meio, pelo controle da poluição ambiental, meta básica para termos um meio ambiente digno da qualidade de vida que todos aspiramos, e que devemos deixar para os que nos seguirem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONFERÊNCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO HUMANO. Founex, Suiza, 1971. **El desarrollo y el medio ambiente**; informe apresentado por un grupo de expertos. Fournex, Suiza, 1971. (mimeografado).

2. CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA, 14.º, México, 1974. **Bases para un plan interamericano de saneamiento ambiental: tecnología.** Mexico, 1974. cap. 2.
3. COSTA, R.V. da — **Meio ambiente e poluição no Brasil.** Rio de Janeiro, 1973. Conferência pronunciada no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 7.º, Salvador, Bahia, 1973.
4. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. **Environmental quality: fourth annual report.** Washington, D.C., Government Printing Office, 1973.
5. **DECLARAÇÃO de Estocolmo sobre o meio ambiente.** Rio de Janeiro, Banco Nacional da Habitação, s.d. / Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, Estocolmo, 1972.
6. FORATTINI, O.P. — **Aspectos epidemiológicos ligados ao lixo.** In: LIXO e Limpeza Pública. São Paulo, Faculdade de Higiene e Saúde Pública / Organização Panamericana de Saúde, 1969; págs. 1-3-19.
7. HANKS T. G. — **Solid waste / disease relationships.** Cincinnati, Department of Health and Welfare, 1967.
8. MOTA, F. S. B. — **Aterro sanitário e poluição da água.** São Paulo, 1974. Dissertação de Mestrado — Faculdade de Saúde Pública da USP.
9. OLIVEIRA, W. Engracia de — **Poluição do solo.** São Paulo, 1970. Apresentado na Semana de Estudos sobre Problemas de Poluição Ambiental. São Paulo, 1970 (mimeografado).
10. OLIVEIRA, W. Engracia de — **Resíduos sólidos e poluição das águas.** *Revista DAE*, 31 (81): 74-9, 1971.
11. OLIVEIRA W. Engracia de — **Resíduos sólidos e poluição do ar.** *Rev. DAE*, 32 (87): 53-6, 1972.
12. OLIVEIRA, W. Engracia de — **O problema dos resíduos sólidos no Brasil.** Apresentado ao Congresso Brasileiro de Limpeza Pública. 1.º, Brasília, 1974 (mimeografado).
13. OLIVEIRA, W. Engracia de — **Resíduos sólidos e sua relação com a poluição do ar.** Apresentado ao Curso-Painel sobre Poluição do Ar. São Paulo, 1974.
14. ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE LA SALUD — **Plan Decenal de Salud para las Américas;** Informe final de la 3.ª Reunion Especial de Ministros de Salud de las Américas. Washington, D.C., 1973. (Documento Oficial, 118).
15. SCHMID, A.W. — **Aspectos epidemiológicos ligados ao lixo.** In: SEMINÁRIO SOBRE O PROBLEMA DO LIXO DO MEIO URBANO. São Paulo, 1965. São Paulo, Faculdade de Higiene e Saúde Pública, Organização Panamericana da Saúde, 1965, págs. 9-20.
16. SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL POLLUTION. Nagpur, Índia, 1973. **Proceedings.** Nagpur, Índia, Central Public Health Engineering Research Institute, 1973.
17. UNITED STATES. Environmental Protection Agency. **The challenge of the environment: a primer on EPA'S Statutory Authority.** Washington D.C., 1972.
18. UNITED STATES. **Environmental Protection Agency. Health effects of environmental pollution.** Washington, D.C., 1973.
19. WARD, E. & DUBOS, R. — **Uma terra somente.** São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1973.
20. WILCOMB, M.J. — **Health implications of prevailing solid wastes handling practice.** Cincinnati, Ohio, Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste Management Programs, s.d. (mimeografado).
21. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Scientific Groups on Environmental Pollution. 5 th, Geneva, 1965. **Research into environmental pollution; report.** Geneva, 1968. (Techn. Rep. Ser., 406).
22. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Expert Committee on Solid Wastes Disposal and Control.** Dübendorf, 1971, Report. Geneva, 1971. (Techn. Rep. Ser., 484).