



## A RELEVÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DECORRENTES DO TRATAMENTO DO CÂNCER

Sandra Pereira da Silva<sup>1</sup>, Ana Maria da S. Curado Lins<sup>2</sup> e Rodrigo da Silva Santos<sup>3</sup>

1 – Bióloga, Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da PUC-Goiás. Docente e Coordenadora Educacional na Secretaria Municipal de Educação de Goiânia, Goiás, Brasil.

2 – Bióloga, Orientadora e Docente do Departamento de Biologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (BIO/PUC-GO).

3 – Biólogo, Orientador e Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Aplicadas para o Ensino de Biologia – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás (UAB/UFG), Goiânia, Brasil.

✉ Contato: (rdssantos@gmail.com) (Santos, R.S)

**Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012**

### RESUMO

Os resíduos sólidos urbanos constituem uma das grandes preocupações das sociedades contemporâneas. A quantidade crescente de lixo, resultado de um consumo exacerbado, geralmente tem manejo e destino inadequados, provocando efeitos indesejáveis e muitas vezes irreversíveis do ponto de vista sanitário e ambiental, além de representar desperdício de materiais. Sabe-se que existem componentes com características de periculosidade no lixo urbano. Uma preocupação crescente, quanto à modificação da composição do lixo está relacionada com a opção por tratamento e/ou disposição final compatível com o meio ambiente, considerando que muitos resíduos são eliminados sem que se levem em conta suas propriedades químicas e físicas. A ausência de uma política adequada de gestão dos resíduos sólidos por parte do poder público, atrelada ao desconhecimento dos danos causados pela disposição inadequada do lixo faz com que o lixo se torne um perigoso inimigo do meio ambiente e da saúde pública. Neste trabalho será considerado o lixo hospitalar, em especial, o quimioterápico que é um lixo perigoso e químico, o qual merece atenção pelos serviços de saúde, já que se precisa de todo um treinamento de pessoal para seu manejo, tratamento, descarte e disposição final diferenciado, pois, este pode causar danos drásticos para o indivíduo e para o ambiente em geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixo hospitalar, Meio Ambiente, Quimioterápicos e Câncer.

### THE RELEVANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE PROCESS OF SOLID RESIDUE MANAGEMENT AFTER THE TREATMENT OF CANCER

#### ABSTRACT

The solid residue is one of the major concerns of contemporary societies. The

increasing amount of waste as a result of an excessive consumption generally has inadequate handling and destination, causing undesirable and often irreversible damage from the point of view of health and environment, in addition to representing residue materials. It is known that there are components with characteristics of hazardous residue in the city. A growing concern as to changes in the composition of the residue is related to the option for treatment and/or disposal compatible with the environment, since many residues that are eliminated without taking into account their physical and chemical properties. The absence of an adequate policy on solid residue management by the government, tied to the lack of damage caused by improper disposal of residue causes the residue becomes a dangerous enemy of the environment and public health. In this work is considered the medical residue in particular chemotherapy that is a hazardous residue and chemicals, which deserves attention by health services, since one needs an entire staff training for their management, treatment, disposal and final disposal differential therefore this may cause drastic damage to the individual and the environment in general.

**KEYWORDS:** Hospital residue, Environment, Chemotherapy and Cancer.

## INTRODUÇÃO

*“Lixo então é a união dos restos das atividades humanas considerados como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido - com conteúdo líquido insuficiente para que ele possa fluir livremente. Em todas as épocas e lugares, os seres humanos produziram e produzem lixo. A quantidade e a qualidade do lixo variam de acordo com o nível sócio-econômico, os hábitos pessoais e as variações sazonais. A grande quantidade de lixo produzida inclui uma grande variedade de materiais, dentre eles vidros, metais e plásticos. Este acúmulo de dejetos têm sido cada vez mais difícil de ser reabsorvido e reintegrado aos ciclos da natureza” (CORDEIRO, 2000).*

Em geral, a palavra lixo é imediatamente associada a coisas que não prestam, a coisas inúteis, velhas, sem valor e que se jogam fora. A Norma Brasileira NBR-10.004 (ABNT, 1985) assim define o lixo: “resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem seja doméstica, hospitalar etc..”. A problemática do lixo envolve fatores tais como a ausência de uma política de gestão por parte do poder público e por outro o crescente aumento na produção de lixo pela sociedade. Sabe-se que esse problema não poderá ser resolvido apenas com a proposição de uma política de planejamento de coleta, transporte e destinação final do lixo pelas autoridades competentes. A população também deve assumir sua responsabilidade e desempenhar ações relativas ao lixo por ela própria gerado. E isso só será possível através de seu envolvimento num processo de educação ambiental (NUNESMAIA & DIAS, 1993).

Na sociedade, de caráter urbano-industrial, o ser humano vive num ambiente onde a natureza foi profundamente alterada. Nos últimos 200 anos, a população mundial não só cresceu muito, como também mudou sua distribuição geográfica, concentrando-se cada vez mais nas cidades. Para os grandes centros metropolitanos dirigem-se ano a ano milhares de toneladas de matérias-primas que são industrializadas, distribuídas e consumidas, gerando ao mesmo tempo uma série de rejeitos e de resíduos (DIDONET, 1999).

Considerando o ciclo da matéria, tudo aquilo que é produzido e consumido

deve voltar para os ciclos da natureza. Entretanto, alguns produtos manufaturados apresentam grande dificuldade de serem reciclados. Diferente dos outros animais, o modo de vida de cada população humana acaba por exigir da natureza novos materiais e produtos, frutos de fatores culturais e tecnológicos. O importante a registrar é que, em função da diversidade de modos de vida e de produção, diferentes relações com a natureza se estabelecem, com diferentes conseqüências para o meio ambiente (DIDONET, 1999).

Há mais de dez anos atrás, pesquisas já constatavam que no Brasil, cerca de 8 em cada 10 habitantes vivem em áreas urbanas, produzindo 90.000 toneladas de lixo por dia, o que corresponde a uma fila de 90 quilômetros com 12.000 caminhões cheios de lixo, e pode-se constatar que mesmo depois de tantos anos, essa realidade não foi alterada. Apenas metade desse lixo é coletado, e somente cerca de 3% do lixo total é transportado para um local adequado. Todo o restante é jogado em cursos d'água ou em grandes terrenos, geralmente afastados do centro da cidade, os chamados lixões. Cada brasileiro produz em média 1 kg de lixo por dia, sendo que somente 70% destes resíduos são coletados e apenas 1% do lixo total é reciclado. A proposta atual, é que todos os lixões sejam desativados até 2014 (DIDONET, 1999; EIGENHEER *et al.*, 2005).

## REVISÃO DA LITERATURA

### O LIXO HOSPITALAR

Os seres humanos retiram recursos da natureza para produzir coisas que usam e para atender as suas necessidades em geral. Retira-se, produz, consome e joga-se fora as sobras, os restos e os resíduos. Ao contrário da natureza, somos grandes geradores de lixo (CORDEIRO, 2000).

A problemática do lixo gerado no meio urbano abrange alguns aspectos relacionados à sua origem e produção, assim como o conceito de inesgotabilidade e os reflexos da poluição do meio ambiente. Mais recentemente adicionou-se a esses fatores a cultura da população envolvida, fator este que complica consideravelmente as soluções para o tratamento do lixo. A capacidade que uma população e seus governantes têm de assimilar o conceito de que o lixo disposto de forma inadequada, sem qualquer forma de tratamento, pode ser uma séria ameaça à saúde pública, está diretamente relacionada às soluções que esta população adota como tratamento final para seu lixo (NUNESMAIA, 1997; GIUSTI, 2009).

Os resíduos sólidos provenientes de ambientes hospitalares, ou como é mais comumente denominado "lixo hospitalar", sempre foi considerado como um problema bastante sério para os administradores hospitalares, devido principalmente à falta de informações a seu respeito, gerando mitos, fantasias e preocupações a funcionários, pacientes, familiares e principalmente à comunidade que mora próximo às edificações hospitalares e aos aterros sanitários. Em sua grande maioria, os hospitais pouco tomam providência, com relação às toneladas de resíduos gerados diariamente nas mais diversas atividades desenvolvidas dentro de um hospital. Muitos se limitam, a encaminhar a totalidade de seu lixo para sistemas de coleta especial dos departamentos de limpeza municipais. Geralmente, o destino final desta coleta será nos chamados lixões, mas, em alguns casos, o lixo hospitalar é previamente incinerado (MOROSINO, 2001; SISINNO, 2002).

É considerado lixo hospitalar todos os dejetos produzidos por hospitais,

farmácias, clínicas veterinárias e casas de saúde. Embora, produzida em menor porcentagem, este tipo de lixo apresenta riscos à saúde humana, já que é composto de materiais que entraram em contato com pessoas doentes, podendo conter materiais contaminados bem como substâncias tóxicas ou venenosas, comprometendo a saúde humana (RODRIGUES & CAVINATTO, 1997). Mais especificamente, este lixo pode conter materiais perfuro-cortantes, destacando-se agulhas e lâminas de bisturi, bem como outros tipos de materiais contaminados, dentre eles restos de gazes, algodões, bandagens, luvas usadas, órgãos e tecidos humanos e frascos de remédios. Desta forma, o lixo hospitalar deve ser tratado de maneira especial, tanto pelas pessoas que o manipulam na fonte geradora (o serviço de saúde), como pelos responsáveis por este material que trabalham nos serviços de limpeza urbana. Os resíduos devem ser acondicionados em recipientes próprios, armazenados em local separado e coletados também separadamente, por profissional protegido por equipamentos de segurança (CORDEIRO, 2000).

No ambiente hospitalar são produzidos vários tipos de lixo, dentre eles o lixo patológico, o lixo infeccioso, o lixo radioativo, e o lixo químico. O lixo patológico é formado de restos de tecidos, órgãos, sangue, fetos humanos ou fetos de animais que, em geral, são utilizados em experimentos de pesquisa em instituições e laboratórios clínicos. É considerado lixo infeccioso, culturas que contenham microrganismos patogênicos, elementos contundentes, destacando-se vidros quebrados e agulhas que tiveram contato com pacientes, pipetas descartáveis, tubos de coleta de sangue descartáveis, frascos vazios e em alguns casos carcaça e partes de animais de laboratório. O lixo radioativo é constituído por substâncias sólidas, líquidas ou gasosas contaminadas com radionuclídeos, empregados em exames e tratamento nas áreas de medicina nuclear e radioterapia. Já o lixo químico, é constituído de resíduos de várias substâncias químicas utilizadas em ambiente hospitalar. A sua ação tóxica e nociva é abrangente uma vez que, envolve diversos tipos de produtos utilizados desde a manipulação, tratamento e disposição final ou descarte deste material. Dentre estes compostos destacam-se, os medicamentos utilizados como drogas citostáticas. Atualmente, há controvérsias sobre os riscos reais da manipulação deste tipo de medicamento e sobre a melhor e mais segura maneira de descartar este tipo de material (AYOUB, 2000).

Todo o resíduo sólido ou líquido da Central de Quimioterapia é considerado lixo contaminado. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA citado por JARDIM, 1995), na Resolução nº 05/1993, classifica, como grupo b, o lixo quimioterápico. A fração deste lixo considerada como perfuro-cortante - incluindo agulhas com seringas, que não devem ser desconectadas, dispositivos utilizados em punções venosas, frascos e ampolas - deve ser colocado em vasilhames ou caixas rígidas, lacradas e identificadas com "**LIXO TÓXICO**" (AYOUB, 2000). O restante do lixo - frascos de soros, luvas, gases, algodão e todo material utilizado durante o procedimento, deve ser embalado com segurança, em sacos plásticos duplos e resistentes, fechados/lacrados e identificados como "**LIXO TÓXICO**". Todo este material deve ser armazenado em local seguro e o seu transporte deve ser feito por carro especial, fechado, próprio para este trabalho. Posteriormente, este lixo deve ser incinerado a uma temperatura não inferior a 1000°C. Alguns quimioterápicos necessitam de temperatura maior que 1000°C para ser inativado. Os funcionários responsáveis pela coleta do lixo devem ser treinados, orientados e supervisionados, além da utilização correta dos equipamentos de proteção individual: luvas grossas e avental (AYOUB, 2000).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA citado por

JARDIM, 1995) através do Art. 3º da Resolução/CONAMA nº 6, de 19 de setembro de 1991, define as normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos em serviços de saúde. É dentro deste contexto que se avalia a necessidade de tratamento desses resíduos, com vistas a preservar à saúde pública e a qualidade do meio ambiente, o art. 1º da Resolução define:

*a - Resíduos sólidos comuns:* são resíduos que não apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente.

*b - Resíduos sólidos:* são resíduos, nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem hospitalar. Consideram-se incluídos nesta definição, líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos, ou exijam para isso técnicas economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

*c - Resíduos sólidos Infectantes:* são resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos.

Para todos os tipos de resíduos sólidos existe o chamado plano de gerenciamento de resíduos sólidos, que consiste de uma série de documentos integrantes do processo de licenciamento ambiental, que apontam e descrevem as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como proteção à saúde pública.

Segundo a sua periculosidade os resíduos sólidos são classificados dentro dos seguintes grupos:

*Grupo A* – resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes patológicos, tais como:

*Resíduos Biológicos* – Culturas, mistura de microrganismos e meios de cultura provenientes do laboratório de análises, soros, plasmas e outros hemoderivados.

*Resíduos Cirúrgicos, Anátomo patológicos e Exsudados* – tecidos, órgãos, fetos, peça anatômica, sangue e outros líquidos orgânicos provenientes de atos cirúrgicos.

*Resíduos Perfurantes ou cortantes* – Ampolas, agulhas, lâminas de bisturi e barbear e vidros em geral.

*Materiais de Assistência ao Paciente* – Secreções, excreções e demais líquidos orgânicos procedentes de pacientes, bem como os resíduos contaminados por estes materiais incluindo os restos de refeições provenientes de pacientes em regime de isolamento.

*Grupo B* – resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas, tais como:

*Resíduos quimioterápicos perigosos* – Medicamentos quimioterápicos em geral, utilizados no setor de quimioterapia e unidades de internação. Resíduos em origem sólida, considerados perigosos, conforme classificação prevista nas Normas Brasileiras NBR 10.004, da ABNT (Associação Brasileiras de Normas Técnicas, 1985), (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

*Grupo C* – resíduos provenientes de descartes de material radioativo ou contaminado com radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo a resolução da Companhia Nacional de Energia Nuclear - CNEN 6.05.

*Grupo D* – resíduos comuns caracterizados como:

*Restos alimentares* – resto ingesta de comensais e pacientes (desde que estes não estejam internados em regime de isolamento) e sobra limpa do preparo dos alimentos.

*Resíduos administrativos* – Materiais descartáveis de uso não hospitalar, resíduos de sanitários de unidades administrativas e serviço de varrição e limpeza de jardins e pátios.

## **O LIXO HOSPITALAR NO BRASIL**

No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada em 1989 e editada em 1991 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), já mostrava que o crescimento populacional brasileiro, bem como o aumento do grau de urbanização, não foi acompanhado de medidas necessárias para dar ao lixo gerado por essa população, um tratamento e um destino final adequado, associado a uma piora do nível cultural da população (RISSO, 1993).

O lixo hospitalar apresenta até os dias atuais, situação igualmente grave. Grandes centros como São Paulo, utilizam a incineração dos resíduos de saúde, mas a fiscalização ainda é precária. Municípios menores somente agora estão começando a conscientizar-se da importância do problema. Alguns, diante da confusão, partiram para a desinfecção como tratamento; outros já implantaram todo o processo de coleta, transporte, incineração e o destino final. Mas a maioria ainda dá aos resíduos de saúde o mesmo destino final que o lixo domiciliar: o “lixão”.

Alguns municípios que são considerados áreas de proteção ambiental (APA) e áreas de proteção de manancial (APM) não apresentam qualquer plano de tratamento e destino final para seus resíduos de saúde (EIGENHEER *et al.*, 2005).

Através de um decreto municipal, de abril de 1991, a prefeitura de Vitória (ES) determinou que o lixo hospitalar da cidade não seria mais incinerado, já que este processo tem um custo elevado e polui o meio ambiente, e deveria então passar por um processo de coleta seletiva e reciclagem. Este processo reduziu consideravelmente, o despejo de lixo hospitalar nos aterros sanitários da cidade, de 220 toneladas para 25 toneladas mensais. Os resíduos são separados no próprio hospital e colocados em sacos plásticos ou em latas de leite em pó quando se trata de material cortante e perfurante. Aproximadamente 97% do lixo hospitalar é reaproveitado para ser reciclado, pois, é considerado como lixo comum e os 13% restantes são destinados aos aterros sanitários e são tratados como lixo

contaminado. A partir daí, a parte inócua é tratada como lixo comum e a parte com riscos potenciais para a população é esterilizada em autoclaves. A autoclavagem representa uma grande economia para os hospitais, em relação à incineração, entretanto não resolve a questão do lixo químico (ROTH, 1996).

## OS QUIMIOTERÁPICOS

O organismo humano saudável e normal é constituído por cerca de 30 trilhões de células que vivem em um condomínio complexo e interdependente, que é capaz de regular a sua própria reprodução. Na verdade, restrições à multiplicação celular são impostas às células normais, através de estímulos regulatórios que incidem sobre a sua superfície. Tais sinais podem resultar tanto do contato com as demais células, como da redução na produção ou na disponibilidade de certos fatores de crescimento. Esta contínua colaboração existente em cada tecido é capaz de manter o tamanho e a arquitetura apropriada que o organismo necessita. Em contraposição, as células cancerosas não respondem ao controle usual de proliferação e se tornam capazes de seguir a sua própria agenda interna, adquirindo, ainda, a capacidade de migrar do seu sítio de origem e invadir tecidos adjacentes, formando novas neoplasias, denominadas de metástases. Com o passar do tempo, a proliferação das células tumorais torna-se mais agressiva, podendo ser letal, a partir do momento em que os tumores desorganizam os tecidos e órgãos necessários à sobrevivência do organismo como um todo (JÚNIOR, 2000; AMERICAN CÂNCER SOCIETY, 2012).

Atualmente, o câncer pode ser considerado como um dos problemas mais comuns e intensos da medicina clínica. Entre 1973 e 1992, as neoplasias foram responsáveis por 6,3% das mortes ocorridas nos Estados Unidos. Estudos epidemiológicos mostram que cerca de 555.000 pacientes americanos, portadores de câncer, morreram durante o ano de 1996 (RENNIE & RUSTING, 1996). Atualmente, aproximadamente 1.220.100 novos casos de câncer foram diagnosticados e 552.200 mortes foram causadas por esta doença (AMERICAN CÂNCER SOCIETY, 2012). Segundo estimativas da Organização Mundial de Saúde esta anomalia maligna mata, anualmente, cerca de seis milhões de pessoas (CONTRAN *et al.*, 2000; SALEHI *et al.*, 2008).

No Brasil, o cenário não tem sido diferente, observando-se, a partir dos anos 60, que as doenças infecciosas e parasitárias deixaram de ser a principal causa de morte, sendo substituídas por enfermidades do aparelho circulatório e pelas neoplasias. Entre os brasileiros, o câncer ocupa o terceiro lugar, representando 11,84% do total dos óbitos registrados no país. A análise dos 284.205 casos novos (138.755 homens e 145.450 mulheres) e dos 113.959 óbitos causados por esta anomalia (61.522 homens e 52.437 mulheres), ocorridos no ano 2000, revela que o câncer melanótico de pele, seguido pelo carcinoma de mama feminina, pulmão, estômago e colo uterino são os mais frequentes na população brasileira (KLINGERMAN, 2000). As estimativas são bastante alarmantes uma vez que devem ser diagnosticados todo ano, cerca de 305.330 novos casos e que aproximadamente 117.550 pessoas devem ter como causa mortis o câncer. Em 2012, estudos epidemiológicos revelam um aumento significativo no número de casos de câncer de colo uterino, o que o leva para a primeira posição após o câncer mamário (CONTRAN *et al.*, 2000; INCA, 2012).

Os médicos do Hospital do Câncer A.C. Camargo de São Paulo, centro de referência na América Latina para o tratamento da doença, acreditam que exista cerca 1 milhão de novos casos de câncer por ano no Brasil. Um milhão é também um número mais afinado com as estimativas que a Organização Mundial de Saúde faz para países com população semelhante à do Brasil. Na verdade, não se sabe com exatidão quantos são hoje os brasileiros vivos que padecem da doença. Mas talvez o que mais interesse aos doentes seja que, na contabilidade diária dos consultórios e hospitais, o número de tratamentos bem-sucedidos contra o câncer tem se multiplicado (BUCHALLA *et al.*, 2001).

Uma das primeiras estratégias desenvolvidas para tratar o câncer, ainda amplamente utilizada, é a excisão cirúrgica do tumor. Este método rápido tem sido responsável pela cura de muitos pacientes, uma vez que permite a remoção da massa tumoral visível. Entretanto, entre suas principais limitações destacam-se a impossibilidade da cura das metástases, assim como a permanência de lesões, não visíveis macroscopicamente. Outros dois métodos convencionais, utilizados na cura de neoplasias, referem-se a radio e quimioterapia. A radioterapia emprega raios X ou  $\gamma$  em regiões bem definidas, causando lesões genéticas suficientes para matar diretamente a célula ou induzir apoptose. Este método de tratamento apresenta vantagens relacionadas à preservação dos tecidos normais e à destruição de porções microscópicas do tecido neoplásico ao redor do tumor. Por outro lado, a radioterapia não demonstra eficiência no tratamento de metástases. Neste caso, a administração sistêmica de drogas anticâncer representa o caminho mais indicado. Muitos quimioterápicos são capazes de prevenir a proliferação tumoral, interferindo em diferentes etapas do ciclo celular (JÚNIOR, 2000).

Os primeiros agentes antineoplásicos, descritos a partir da década de 40, eram capazes de interagir amplamente com o DNA e seus precursores, inibindo a sua síntese ou causando lesões irreparáveis no DNA celular, levando à morte da célula. Os agentes alquilantes representam a maior classe de quimioterápicos capazes de reagir diretamente com o DNA celular. Vários destes compostos continuam sendo amplamente utilizados no tratamento do câncer destacando-se a mecloretamina, o bussulfan, a tiotepa e as mostardas aromáticas clorambucil e melfalan. Atualmente, a busca de novos compostos, naturais ou sintéticos, com potencial antitumoral, visa encontrar novas substâncias capazes de atuar em regiões específicas do DNA, bem como explorar outros alvos celulares, destacando-se as topoisomerases e as proteínas do fuso mitótico (MACHADO *et al.*, 2000; MOZACHI & SIMÕES, 2005).

As topoisomerases são enzimas celulares essenciais para a manutenção da estrutura da cromatina, que atuam no relaxamento do estresse gerado pela torção do DNA durante a transcrição, replicação e divisão celular (mitose/meiose). Estas enzimas atuam através da quebra e re-ligação seqüenciais de uma fita (topoisomerase I – topI) ou das 2 fitas do DNA (topoisomerase II – top2). Dentre os bloqueadores de topoisomerase de uso clínico, destacam-se os bloqueadores de topI irinotecano e topotecano e os bloqueadores de top2 etosido, doxorubicina, ansacrina e mitoxantrona. (MOZACHI & SIMÕES, 2005).

Outro alvo protéico, amplamente utilizado por várias classes de drogas anticâncer de uso clínico, são os microtúbulos que constituem o fuso mitótico, componente crítico da maquinaria que segrega o DNA em dois conjuntos distintos de cromossomos na anáfase. Os microtúbulos são compostos de duas subunidades protéicas, denominadas de  $\alpha$  e  $\beta$ -tubulina. Como o funcionamento do aparelho mitótico requer um fluxo dinâmico de polimerização e despolimerização dos



microtúbulos, drogas capazes de interferir nestes processos, durante a divisão celular, bloqueiam a progressão das células em fase G2 e M do ciclo celular, causando a morte destas células. No que se refere aos inibidores da polimerização dos microtúbulos, os alcalóides da vinca destacam-se como quimioterápicos clinicamente utilizados a mais de 30 anos, especialmente a vimblastina e a vincristina. Recentemente, estão em uso clínico novos agentes antimitóticos, que atuam diferentemente dos alcalóides da vinca, bloqueando a despolimerização dos microtúbulos, destacando-se os taxanos paclitaxel (Taxol) e docetaxel (Taxotere)(MOZACHI & SIMÕES, 2005).

Podem-se dividir as modalidades de tratamentos quimioterápicos em:

Curativo: quando ocorre remissão total do tumor;

Paliativo: utilizado para minimizar os sintomas decorrentes do crescimento tumoral, melhorando a qualidade de vida e, eventualmente, aumentando a sobrevida;

Adjuvante: empregado após a realização de outra forma de tratamento mais eficiente, com a finalidade de atuar em doença microscópica residual;

Neoadjuvante: quando ministrado antes da utilização de método mais eficaz, geralmente a cirurgia, visando a redução da massa tumoral, facilitando a abordagem cirúrgica, diminuindo os riscos de disseminação durante o ato operatório e combatendo metástases microscópicas indetectáveis ao diagnóstico;

Sinergismo: quando utilizado concomitantemente com outros procedimentos, como a radioterapia, aumentando o efeito terapêutico dos tratamentos isolados.

A efetividade de um tratamento quimioterápico pode depender da associação de duas ou mais drogas antineoplásicas. Considerando-se que, teoricamente, as células de um tumor encontram-se em diferentes fases do processo de divisão celular, a utilização simultânea de drogas distintas atuaria em diferentes fases do ciclo, tornando o tratamento global mais efetivo. Uma outra finalidade deste tipo de tratamento é o combate à resistência às drogas antineoplásicas (MACHADO *et al.*, 2000; CLINE *et al.*, 2005).

Mesmo obtendo uma remissão completa após a quimioterapia, preconiza-se a continuidade do tratamento por um período para sua consolidação. Isso ocorre porque a regressão completa do câncer visível através dos exames atualmente disponíveis, não significa necessariamente uma resposta de cura completa. Tumores com dimensões inferiores a 1cm de diâmetro contém uma quantidade extensa de células e frequentemente não são detectados pelos exames e são os responsáveis por futuras recidivas. (JÚNIOR, 2000; CONTRAN *et al.*, 2000; CLINE *et al.*, 2005).

A quimioterapia atua basicamente em células em processo de divisão. Ou seja, quanto maior o grau de multiplicação celular do tumor, melhor será o resultado do tratamento antineoplásico. Neste sentido, os tumores pouco diferenciados ou com alto grau de malignidade apresentam, teoricamente, as melhores respostas. Por outro lado, os tecidos normais com maiores taxas de divisão celular, mucosa gastrointestinal e células hematopoéticas da medula óssea, por exemplo, acabam sofrendo maior ação do quimioterápico, provocando efeitos colaterais indesejáveis. Considerando os mecanismos de ação dos principais quimioterápicos de uso clínico, ou seja, a indução de morte celular através da: (i) “catástrofe mitótica” gerada, (ii) indução de morte celular programada (apoptose) e (iii) da indução de efeitos genotóxicos tais como mutações, aberrações cromossômica e recombinação. Tais eventos podem ter três consequências muito importantes quando se trata de quimioterapia do câncer. Primeiro, as mutações podem levar à resistência às drogas, dificultando futuras terapias; segundo, efeitos genotóxicos em células germinais

podem ser transmitidos às futuras gerações; e, terceiro, possível desenvolvimento de tumores secundários causados pela toxicidade genética induzidas nas células que não eram originalmente neoplásicas. Desta forma, tanto os pacientes que fazem uso destes tratamentos assim como os profissionais envolvidos nos procedimentos de administração desses medicamentos devem estar conscientes dos riscos inerente à utilização destas drogas (MACHADO *et al.*, 2000; TADOKORO & FONSECA, 2000; CLINE *et al.*, 2005).

O profissional que trabalha com quimioterapia antineoplásica está exposto diariamente a uma quantidade variável e não definida de agentes químicos. Estas drogas podem expor farmacêuticos, enfermeiros, médicos e outros profissionais da saúde a altos níveis de contaminação através de inalação, absorção pela pele ou trauma. Há tempos vem-se discutindo a relação entre o potencial de exposição e a toxicidade aos profissionais envolvidos na produção, preparo e administração dos agentes antitumorais por serem substâncias mutagênicas, teratogênicas e carcinogênicas. Na literatura, encontram-se relatos de aberrações cromossômicas com risco de desenvolvimento de carcinomas, aumento da incidência de aborto, comprometimento hepático, bem como irritação cutânea, e da mucosa, ulcerações nos olhos, tonturas, vertigens, náuseas e cefaléia (AYOUB, 2000; SANTOS, 2004). Mesmo havendo muita controvérsia sobre este assunto, deve-se ter o máximo de cautela no contato com drogas citotóxicas, pois, na diluição e preparo das doses, podem ocorrer à liberação de partículas no ar ou respingos na pele e mucosas. Não é raro que profissionais de saúde, considerem-se isentos dos prejuízos causados pelo seu trabalho, embora durante o curso do tratamento dos seus pacientes possam inadvertidamente expor tanto a si mesmos como sua equipe com substâncias de risco, apesar de tomarem todas as preocupações para garantir que a administração dessas drogas seja desprovida de contaminação. Os cuidados são baseados em três princípios a serem seguidos: (a) como evitar o contato com as drogas; (b) como evitar a inalação das drogas; e (c) como dar um destino adequado aos resíduos das drogas. Sendo estes requisitos fundamentais para a segurança, tanto dos profissionais como do ambiente, o indivíduo que manipula esses quimioterápicos deve ter um cuidado especial no que se refere ao trato respiratório, considerado a mais importante via de penetração de substâncias químicas. Uma vez inalados, os materiais tóxicos geralmente caem na corrente sanguínea atingindo rapidamente os líquidos pulmonares. A pele, depois da via respiratória, representa a mais importante porta de entrada de substâncias tóxicas para o organismo, seguida pela mucosa (naso-orofaríngea, vaginal, cólon retal, da uretra e da bexiga) que representa a terceira via de penetração de substâncias tóxicas no organismo (AYOUB, 2000; FONSECA *et al.*, 2000; SANTOS, 2004).

Em grandes centros oncológicos, a manipulação das drogas citotóxicas são feitas pelo farmacêutico em ambiente exclusivo, centralizado e principalmente em capela de fluxo laminar. Entretanto, nos pequenos hospitais e em consultórios médicos, esta manipulação, muitas vezes, é feita pelo médico, enfermeiro ou mesmo pelo auxiliar de enfermagem, em áreas que não são exclusivas para manipulação das drogas citotóxicas e também não possuem capela de fluxo laminar. Como forma de proteção individual, os profissionais que manipulam e administram as drogas antineoplásicas, devem fazer uso de equipamentos de proteção individual (EPI), sendo que desses é dispensado o uso de óculos e máscaras de proteção quando a manipulação é feita em capela de fluxo laminar. Na administração do tratamento quimioterápico, é recomendado o uso de óculos de proteção devido ao risco de lesão de córnea, além de ser obrigatório o uso de máscara com camadas de fibras

sintéticas e elementos filtrantes de carvão ativado. É de suma importância que a central de quimioterapia tenha um quadro de pessoal que seja bem treinado (AYOUB, 2000; FONSECA *et al.*, 2000, ROCHA, 2004).

Para que o descarte dos frascos e materiais contaminados, com quimioterápicos antineoplásicos seja feito com segurança recomenda-se que após a diluição, a sobra do composto quimioterápico deve ser desprezada no próprio frasco; o lixo da quimioterapia deve ser identificado com lixo quimioterápico, assim como todo material utilizado no preparo e administração das drogas e, posteriormente, encaminhado para incineração; deve-se utilizar caixa de descarte de materiais perfuro-cortante à prova de perfuração e extravasamento ou recipiente de plástico rígido para desprezar ampolas, agulhas, seringas e materiais contaminados devidamente marcados com lixo perigoso ou quimioterápico; não desconectar as agulhas das seringas, para evitar o risco de acidentes durante o procedimento; um método ideal para eliminar este tipo de lixo é por incineração a uma temperatura considerada suficiente para destruir compostos orgânicos (>1.000° C). Outro método de eliminação é enterrar em local apropriado para lixos químicos perigosos. O risco de contaminação ambiental ou mesmo das pessoas responsáveis pelo transporte desse lixo é muito grande, sendo imprescindível o acondicionamento adequado e seguro do material descartado, o treinamento do pessoal e o uso obrigatório de EPI (AYOUB, 2000; FONSECA *et al.*, 2000; SANTOS, 2004).

## **A RELEVÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

A criação de políticas voltadas à preservação do meio ambiente vem se tornando cada vez mais emergencial, visto que, os custos envolvidos na restauração dos recursos naturais, os quais sofreram a ação do homem são muito mais elevados caso estes não forem conservados ao longo dos anos. Por ocasião da Conferência Internacional realizada em 1992 na Rio/92, nos quais reuniram cidadãos de 170 países foi assinado um tratado no qual reconhece o papel central da educação para a “construção de um mundo socialmente justo e ecologicamente equilibrado”, o que conseqüentemente requer “uma responsabilidade individual e coletiva em nível local, nacional e planetário.” (EIGENHEER *et al.*, 2005).

Por isso, a importância da Educação Ambiental (EA), assumida no Brasil como obrigação nacional pela Constituição promulgada em 1988, no qual se tornou garantida pelos governos federal, estaduais e municipais (artigo 225, = 1º, VI), e consta também no inciso I do artigo 36 da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Esta última prevê que a E.A, tenha conteúdo curricular da educação básica a ser ministrada de forma multidisciplinar e integrada em todos os níveis de ensino. Nesse contexto, fica evidente a importância de educar os brasileiros, para que ajam de modo responsável e com sensibilidade, conservando o ambiente saudável no presente é para que no futuro saibam exigir e respeitar seus direitos e os de toda a comunidade tanto local como internacional e se modifiquem tanto interiormente, como pessoas quanto nas suas relações com o ambiente (BRASIL, 1998).

A preocupação em relacionar a educação com a vida do aluno em seu meio, em sua comunidade, vem crescendo especialmente desde a década de 60 no Brasil. Porém, a partir da década de 70, com o crescimento dos movimentos ambientalistas, passou-se a adotar explicitamente a expressão “Educação Ambiental” para qualificar iniciativas de universidades, escolas, instituições governamentais e não-governamentais por meio das quais se busca conscientizar setores da sociedade

para as questões ambientais (BRASIL, 1998).

De acordo com o depoimento de vários especialistas que vêm participando de encontros nacionais e internacionais, o Brasil é considerado um dos países com maior variedade de experiências em Educação Ambiental, com iniciativas originais que, muitas vezes se associam a intervenções na realidade local. Portanto, qualquer política nacional, regional ou local, que se estabeleça deve levar em consideração essa riqueza de experiências, investir nela e não inibi-la ou descaracterizar sua diversidade (BRASIL, 1998, EIGENHEER *et al.*, 2005).

Sabe-se que a educação ambiental é um instrumento de informação que se pode utilizar na tentativa de orientar indivíduos, sobre uma determinada situação ou assunto. Nesta perspectiva é que através desta orientação, podem-se identificar quais os riscos que medicamentos químicos, como os quimioterápicos, podem manifestar no meio ambiente, promovendo assim, riscos para a sociedade. Sabe-se que pessoas que lidam diretamente com esses medicamentos, segundo a literatura, possuem um grande risco de desenvolvimento de carcinomas além de promover o aumento de abortos, irritações na pele, na mucosa, cefaleias e outros problemas patológicos. (AYOUB, 2000).

Durante sua manipulação, pode ocorrer liberação de partículas no ar ou respingos na pele o que pode afetar o meio. Assim, funcionários tais como médicos, enfermeiros, pessoal da limpeza, farmacêuticos e a todos aqueles que de uma forma direta ou indireta tem contato com esses resíduos, devem ter em mente do risco que podem correr. Orientar estudantes, funcionários e a sociedade em geral, através de palestras e da própria mídia é a proposta da educação ambiental, orientando-lhes do risco que esses medicamentos manipulados, descartados, coletados e armazenados de formas incorretas, podem alterar todo o meio ambiente, promovendo danos irreversíveis.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A questão dos resíduos sólidos urbanos ainda é uma grande problemática para as sociedades contemporâneas. A quantidade exagerada de lixo produzida por uma sociedade cada vez mais capitalista vem fazendo com que o ambiente pague por esse consumo. Embora a limpeza urbana faça parte dos serviços de saneamento ambiental, poucas são as cidades brasileiras que possui manejo, processamento e destino final satisfatório para o lixo produzido, em especial o lixo hospitalar que representa um alto risco de contaminação ambiental.

O lixo quimioterápico é um tipo de lixo hospitalar produzido, sendo um lixo químico, perigoso e tóxico utilizado em pacientes para o tratamento do câncer e que se manipulado de forma inadequada pode causar danos em quem o maneja e ao próprio ambiente. Já foram mencionadas algumas ações desenvolvidas nas instituições de saúde e como deve-se utilizar certos resíduos quimioterápicos na instituição, entretanto, apesar dessas ações, algumas instituições não fazem de forma correta esta descontaminação e descarte de material químico, isto é preocupante, pois, como os resíduos são manipulados, estes podem causar danos até irreversíveis a saúde de qualquer ser vivo no ambiente, assim é muito importante uma gestão política que através de leis e decretos imponha a rigor as normas técnicas quanto à forma correta de manipulação.

Sobre esta visão, um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, que preveja uma atenção especial e cuidados quanto sua manipulação, descarte, coleta e tratamento finais corretos preveniriam danos à sustentabilidade. Mas, para isso

deveria prevalecer um interesse maior não só do poder público, mas de toda uma sociedade que utiliza recursos naturais ou benefícios dela para seu bem estar, pois, a questão do lixo é um problema de todos e não só da fonte geradora ou de quem a coleta.

Nesta perspectiva, a educação ambiental é um instrumento de grande importância na gestão dos resíduos sólidos. Através dela, pode-se levar a população a conscientizar-se de sua própria responsabilidade, fazendo com que se reduza, manipule, descarte e armazene o lixo que se produz, e estes também desenvolvam uma visão de atitude em relação a essa questão. A necessidade de um trabalho de educação ambiental a esse respeito é constatável em segmentos de todos os níveis sociais, principalmente àqueles que utilizam de forma direta compostos antineoplásicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN CANCER SOCIETY, **Learn about cancer**, 2012. Disponível em: [www.cancer.org](http://www.cancer.org). Acesso em 05/07/2012

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos Sólidos: **NBR-10004**. São Paulo, 1985.

AYOUB, A.C. **Bases da Enfermagem em Quimioterapia**. 1ª ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: **Temas Transversais**, p. 366, 367, 368. 1998.

BUCHALLA, A.P.; POLES, C.; TEICH, D. **O que funciona contra o câncer: A luta contra uma das doenças mais temidas**, São Paulo, Ed. Abril, p. 91,92 e 97, 2001.

CLINE, M.J.; KASKELL, C.H.; **Cancer chemotherapy**. 3. ed. Philadelphia: Saunders, 1980 apud Bonassa, EMA, et al. **Enfermagem em Terapêutica Oncológica**. São Paulo: Editora Atheneu. 2005.

CORDEIRO, L.(org); Ministério do Meio Ambiente: **Caderno de Princípios de Proteção à vida**. 1ª ed. Brasília: MMA, 59p, 2000.

CONTRAN, R.S.; KUMAR, V.; COLLINS, T.; **Neoplasia. Patologia estrutural e funcional**. 6ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan; 2000.

DIDONET, M.(org); **O Lixo Pode Ser Um Tesouro: Um Monte de Novidades sobre um Monte de Lixo**. 8ª ed. Rio de Janeiro: CIMA, 32 p,1999.

EIGENHEER, E.M., FERREIRA, J.A., ADLER, R.R. **Reciclagem: mito e realidade**. Rio de Janeiro: In-Fólio, 2005.

FONSECA, S.M.; ALMEIDA, E.P.M.; MASSUNAGA V.M.; Administração dos quimioterápicos. In: Fonseca SM, Machado RCL, Paiva DRS, Almeida EPM, Massunaga VM, Junior WR, et al. **Manual de quimioterapia antineoplásica**. Rio de

Janeiro (RJ): Reichmann e Affonso; p. 16-9, 2000.

GIUSTI L. A review of waste management practices and their impact on human health. **Waste Manag.** 29(8): 2227-39. 2009.

INCA - Instituto Nacional do Câncer. **Dados sobre a Incidência de câncer no Brasil.** 2012. Disponível em: [www.inca.gov.br/estimativa](http://www.inca.gov.br/estimativa). Acesso em: 15/10/12.

JARDIM, N.S.; Lixo Municipal: **Manual de Gerenciamento Integrado.** 1ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE, 278 p,1995.

JÚNIOR, H.J.F. ;Introdução ao estudo das neoplasias. In: Baracat FF, Júnior HJF, Silva MJ. **Cancerologia atual: um enfoque multidisciplinar.** São Paulo (SP): Roca; p. 3-10, 2000.

KLINGERMAN, J. Estimativas sobre a incidência e mortalidade por câncer no Brasil – 2000. **Revista Brasileira de Cancerologia** 46: 1-2, 2000.

MACHADO, R.C.L.; PAIVA, D.R.S.; JUNIOR, W.R.; Quimioterápicos antineoplásicos. In: Fonseca SM, Machado RCL, Paiva DRS, Almeida EPM, Massunaga VM, Junior WR, et al. **Manual de quimioterapia antineoplásica.** Rio de Janeiro (RJ): Reichmann e Affonso; p. 8-13, 2000.

MOROSINO, J.J.G.; **Lixo Hospitalar.** Disponível em: [www.vidaconsultores.com.br/lixo](http://www.vidaconsultores.com.br/lixo). Acesso em 20/12/2001.

MOZACHI, N.; SIMÕES, J.C.; Oncologia: quimioterapia. In: Mozachi N, Souza VHS. **O hospital: manual do ambiente hospitalar.** Curitiba (PR): Manual Real, 356-64. 2005.

NUNESMAIA, M. F.S. & DIAS, S. F. **Diagnóstico do Quadro Atual dos Resíduos Sólidos do Município de Lençóis – Bahia.** Feira de Santana: Prefeitura de Lençóis/ Equipe de Educação Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana, 68 p. 1993.

NUNESMAIA, M.F.S.; LIXO: SOLUÇÕES ALTERNATIVAS – **Projeções a partir da experiência UEFS.** Feira de Santana. UEFS, 1997.

RENNIE, J. & R. RUSTING. Marking head way against cancer. **Scientific American,** 275: 29-30. 1996.

RISSO, W.M.; **Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde: A Caracterização Como Instrumento Básico Para Abordagem Do Problema.** 162 pg. (Mestrado em Saúde Pública), Universidade de São Paulo,1993.

ROCHA, F.L.R.; Perigos potenciais a que estão expostos os trabalhadores de enfermagem na manipulação de quimioterápicos antineoplásicos: conhecê-los para preveni-los. **Revista Latino Americana de Enfermagem.** 12(3): 511-17. 2004.

RODRIGUES, F.L. & CAVINATTO, V.M.; **Lixo: De onde vem? Para onde vai?** 3ª ed. São Paulo: Ed Moderna, 1997.

ROTH, Berenice Weissheimer. Tópicos em Educação Ambiental: **Recortes Didáticos Sobre o Meio Ambiente**. 1ª ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 250p,1996.

SALEHIM F.; TURNER, M.C.; PHILLIPS, K.P.; WIGLE, D.T.; KREWSKI D.; ARONSON, K.J.; Review of the etiology of breast cancer with special attention to organochlorines as potential endocrine disruptors. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 11, n. 3-4, 276-300, 2008.

SANTOS, C. C. **Percepção dos profissionais de enfermagem de um serviço de quimioterapia sobre os riscos ocupacionais no trabalho**. (Mestrado em Ciências da Saúde). Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2004.

SISINNO, C. Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no Estado do Rio de Janeiro: Avaliação da toxicidade dos resíduos e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, 2002.

TADOKORO, H.; FONSECA, S..M.; Indicações e contra-indicações para quimioterapia. In: Fonseca SM, Machado RCL, Paiva DRS, Almeida EPM, Massunaga VM, Junior WR, et al. **Manual de quimioterapia antineoplásica**. Rio de Janeiro (RJ): Reichmann e Affonso; 2000.