

# IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE LABORATÓRIO NO INSTITUTO FILADÉLFIA DE LONDRINA

*Mirian Ribeiro Alves\**  
*Suzana Mali\*\**

## RESUMO:

Há um crescente interesse da sociedade em diminuir o impacto ambiental causado pela geração dos diferentes tipos de resíduos. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi o estabelecimento de um programa que visou a destinação adequada para os resíduos químicos e biológicos gerados nos laboratórios do Instituto Filadélfia de Londrina. Foram instituídos procedimentos de tratamento, reaproveitamento, reciclagem e descarte seguro desses resíduos, concomitantemente com trabalhos de conscientização ambiental, no escopo da formação de agentes multiplicadores da hierarquia de resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos; Gerenciamento de Efluentes; Educação ambiental.

## ABSTRACT:

There is a growing interest within society in attenuating the environmental impact caused by the generation of different types of waste. In this connection, the objective of this work was the establishment of a program aimed at the safe destination of chemical and biological wastes generated by the laboratories in the Instituto Filadélfia de Londrina. Procedures were instituted for the safe treatment, reuse, recycling and discarding of these wastes, along with the practices to arouse environmental awareness, in the scope of the formation of multiplying agents of the waste hierarchy.

**KEY WORDS:** Wastes; Effluent management; Environmental Education

## Introdução

Existe uma tendência na nossa sociedade em considerar como impactante para o meio ambiente apenas aquelas atividades que geram grandes quantidades de resíduos. Conseqüentemente, são estes 'grandes geradores' que estão sempre sob a fiscalização das agências estaduais e federais de proteção ambiental, sendo passíveis de punição pelo órgão competente. Pequenos geradores de resíduos, tais como instituições de ensino e de pesquisa, laboratórios de análises químicas, bioquímicas e físico-químicas, normalmente são considerados pelos órgãos fiscalizadores como atividades não impactantes, e assim sendo, raramente fiscalizados quanto ao descarte de seus rejeitos.

\* Docente no Curso de Farmácia e Bioquímica da UniFil. Graduada em Química. Doutora em Química. Presidente da Comissão de Biossegurança da UniFil.

\*\* Docente no Curso de Farmácia e Bioquímica da UniFil. Farmacêutica e Bioquímica. Doutora em Ciência de Alimentos.

Levando-se em conta o grande número de pequenos geradores de resíduos existentes em nossa sociedade, e que os resíduos por eles gerados são de natureza variada, incluindo metais pesados, solventes halogenados, radioisótopos e material infectante, a premissa de que estas atividades dispensam um programa eficiente de gerenciamento de resíduos não procede. Nestas últimas décadas a conscientização e a mobilização da sociedade civil têm exigido que esta situação cômoda da qual desfrutam estes pequenos geradores de resíduos, seja revertida, requerendo para estas atividades o mesmo grau de exigências que o Estado dispensa para os grandes geradores.

O gerenciamento de resíduos nas chamadas unidades geradoras de pequenas quantidades esbarra em algumas peculiaridades no tocante aos aspectos de legislação que merecem uma análise mais criteriosa antes de se implementar um programa de gestão de resíduos, o qual tem como objetivo primeiro minimizar os danos causados pela disposição adequada destes rejeitos químicos nos corpos receptores disponíveis (rede de esgoto, águas superficiais, aterros, etc.). Por exemplo, o lançamento de efluentes industriais líquidos é balizado nacionalmente pela resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 20 de 1986, que estabelece as concentrações máximas de uma série de elementos químicos e compostos que são permitidos descartar no efluente, dependendo da classe na qual o corpo receptor foi enquadrado. Supondo que o efluente industrial esteja sendo lançado em um corpo receptor Classe 3 (pela Resolução do CONAMA os corpos aquáticos são divididos em 9 classes, sendo 5 de águas doces, 2 de águas salinas e 2 de águas salobras). Os corpos de água doce podem ser classificados em Classe Especial e Classes 1 a 4, sendo que quanto menor o número da classe, mais restritivo se torna o lançamento de efluentes no mesmo. Um corpo Classe 3 destina-se ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação e à dessedentação de animais); a concentração máxima permitida para fenol neste efluente é de 0,3 mg/L, enquanto que para mercúrio este valor é de 0,002 mg/L. De modo similar, os resíduos sólidos industriais são classificados de acordo com a norma NBR 10.004 (ABNT) após os ensaios realizados de acordo com as normas NBR 10.005 (lixiviação) e 10.006 (solubilização).

Diante de tais prerrogativas o presente trabalho visou a implantação do programa de gerenciamento de resíduos de laboratório, com a iniciativa de contribuição para a solução dos problemas causados pelos resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa do Instituto Filadélfia de Londrina.

Enfatiza-se a sua importância na busca de tomada de decisões e mudanças de comportamento dos professores, técnicos e alunos de graduação e pós-graduação como agentes multiplicadores da hierarquia de resíduos.

O objetivo principal deste trabalho foi a implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos de Laboratório (PGRL) gerados no Centro Universitário Filadélfia e Colégio Londrinense. Especificando: o levantamento dos resíduos gerados em aulas práticas no colégio, na graduação e na pós-graduação; armazenamento adequado dos resíduos gerados; desenvolvimento de metodologias de reciclagem e/ou recuperação e/ou reutilização dos resíduos; análise da qualidade do produto recuperado; oportunidade de conscientização e treinamento de técnicos, professores e alunos objetivando a formação de agentes multiplicadores da hierarquia de resíduos.

## Fundamentação Teórica

A necessidade de disposição adequada de resíduos é um assunto de extrema importância, atualmente. A conscientização de que a natureza e, conseqüentemente, o homem, estão sofrendo devido ao descaso que foi atribuído a tal assunto no passado, é fato incontestável. Para que o processo de degradação do meio ambiente seja, ao menos minimizado, é de vital importância que medidas sejam tomadas para evitar que novos contaminantes sejam incorporados ao ecossistema (ALBERGUINI et al., 2003). A importância desta prática foi reconhecida pela Agenda 21, principal instrumento aprovado na Conferência Mundial de Meio Ambiente - Rio 92.

Os resíduos são divididos de acordo com a sua composição; alguns resíduos devem ser tratados logo após a sua geração, outros necessitam de metodologias específicas. Assim, cada tipo de resíduo tem recebido tratamento específico ao seu tipo de composição (ALVES, 2005; TAVARES e BENDASSOLLI, 2005).

Indústrias, centros de pesquisa e universidades têm problemas em lidar com os produtos perigosos gerados por eles. Os resíduos produzidos pelas universidades contemplam, praticamente, todos os resíduos perigosos listados pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), incluindo ácido clorídrico, metanol, bifenilas policloradas, entre outros. As universidades lidam, ainda, com uma especificidade: é a possível variação da composição dos resíduos a cada nova pesquisa. Faz-se necessário, portanto, que se pesquisem continuamente novos métodos de tratamento de resíduos para se minimizar o problema (ASHBROOK e REINHARDT, 1985).

A contaminação em grande escala por produtos químicos, e os danos causados à saúde, às estruturas genéticas e ao ambiente, além de um número muito grande de tragédias provocadas por esses produtos, convenceram a população em geral dos reais perigos associados à fabricação, uso e inadequada disposição de produtos químicos. Estes materiais, no ambiente, encontram-se em todos os setores, desde complexos industriais de grande porte até em nossas casas. A quantidade total de produtos químicos que entra no ambiente como emissões de rotina, é consideravelmente grande, e apresenta um grave risco à saúde da sociedade. No entanto, as vantagens que esses produtos podem trazer para a vida moderna e para a pesquisa científica de um modo geral, são indiscutíveis (ROOS et al., 2000).

A solução ideal para utilizar os benefícios desses produtos químicos é o manuseio e a disposição adequados desses materiais, para que os possíveis riscos envolvidos sejam minimizados. Nesse contexto, uma política que venha a ter como objetivo evitar a geração de resíduos na fonte, com a aplicação de tecnologias que utilizem menores quantidades de matéria-prima e recursos naturais em geral, seguida pela reciclagem ambientalmente segura dos resíduos do setor produtivo é imprescindível (PRADO, 2003).

Profissionais da área, inclusive os ambientalistas, concordam que o controle da poluição tornou-se um negócio complexo e oneroso, considerando os custos da instalação e operação de controladores de poluição ou equipamentos de tratamento. Reduzindo a quantidade de poluentes do ambiente, reduzir-se-ia, também, os custos com controle e tratamento desses resíduos (ALVES e REZENDE, 2001). Isso poderia ser feito trocando-se os processos de produção ou os produtos usados, ou ambos, para que os poluentes mais agressivos não fossem produzidos; encontrando substituintes não perigosos para aqueles materiais perigosos; limpando e reciclando, por exemplo, solventes após o uso (PRADO, 2003).

Uma grande quantidade de produtos químicos introduzidos no ambiente

são gradualmente degradados e assimilados por processos naturais, uma vez que estes produtos são diluídos suficientemente para não causar riscos ao homem ou ao ambiente. Entretanto, há duas classes de produtos químicos cuja diluição não funciona: metais pesados e seus compostos; e produtos orgânicos sintéticos não-biodegradáveis. Esses produtos tendem a ser absorvidos pelo ambiente e concentrar-se nos organismos, incluindo os seres humanos, atingindo algumas vezes doses letais (WONG et al., 2001).

Os metais pesados mais perigosos são: arsênio, bário, cádmio, cobre, cromo, chumbo, estanho, mercúrio, selênio, prata e zinco. São tóxicos porque, dependendo da especiação, podem ser prontamente absorvidos pelos organismos e, mesmo em quantidades muito pequenas, podem causar severas conseqüências neurológicas (TAVARES e CARVALHO, 1992).

Muitos destes produtos químicos não afetam e não produzem efeitos colaterais ao ecossistema. Outros, devido, principalmente, às suas propriedades físico-químicas ou a diferentes campos de aplicação, podem afetar ou serem afetados pelo ecossistema, produzindo um desequilíbrio ambiental.

Quanto à necessidade de prevenir e reduzir os riscos à saúde e ao meio ambiente, por meio do correto gerenciamento dos resíduos biológicos, a Resolução RDC nº 306, de dezembro de 2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabelece procedimentos quando ao gerenciamento desses resíduos, onde são previstas medidas técnicas, administrativas e normativas, desde o momento da geração até a destinação final, considerando os princípios da biossegurança afim de prevenir acidentes ao ser humano e ao meio ambiente.

A implementação e a manutenção com êxito de um programa de gerenciamento de resíduos líquidos (PGRL) demanda a adoção de três conceitos importantes, os quais nortearão as atividades a serem desenvolvidas no desenrolar do programa. O primeiro conceito importante é o de que gerenciar resíduos não é sinônimo de "geração zero de resíduo". Ou seja, o gerenciamento de resíduos busca não só minimizar a quantidade produzida, mas também impõe um valor máximo na concentração de substâncias notadamente tóxicas no efluente final da unidade geradora, tendo como guia a Resolução CONAMA 20. O segundo conceito "diz" que só se pode gerenciar aquilo que se conhece, e assim sendo, um inventário de todo o resíduo produzido na rotina da unidade geradora é indispensável. O terceiro conceito importante é o da responsabilidade objetiva na produção do resíduo, ou seja, o gerador do resíduo é o responsável pelo mesmo, cabendo a ele a sua destinação final (JARDIM, 1998).

Existem quatro maneiras de direcionar os problemas com a poluição causada por resíduos laboratoriais: (1) prevenção da poluição; (2) reciclagem; (3) tratamento (degradação ou conversão a produtos não agressivos); e (4) disposição segura.

O compromisso formal dos responsáveis pela unidade geradora em implementar e manter o PGRL é de vital importância; primeiro porque envolve todo o pessoal ligado diretamente às atividades que geram resíduos. Além disso, há que se considerar que grande parte destas pessoas estará engajada em alguma atividade adicional, pelo menos durante a fase inicial do PGRL. Além do engajamento de pessoal, um programa desta natureza sempre demanda recursos financeiros, tanto na sua fase inicial, como na sua manutenção.

## Materiais e Métodos

### Materiais

Recursos audiovisuais: utilizados em palestras e treinamento de técnicos, professores e alunos.

Recursos laboratoriais: vidrarias, capelas, reagentes, estufa, mufla, mantas aquecedoras, papel de filtro, etiquetas; e materiais diversos foram utilizados no tratamento dos resíduos. Além de recipientes especiais para o armazenamento de resíduos.

### Métodos

Foi realizado um levantamento junto aos professores e técnicos, do Centro Universitário Filadélfia e Colégio Londrinense, acerca dos resíduos gerados em aulas de laboratório e no desenvolvimento de pesquisas.

Foram proferidas palestras aos estudantes, visando à conscientização sobre a geração excessiva de resíduos, bem como os perigos causados pela sua disposição final inadequada.

Os professores foram contextualizados e os técnicos treinados sobre o correto armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos produzidos nos diferentes laboratórios do Instituto Filadélfia de Londrina.

Os resíduos resultantes de aulas práticas foram coletados e acondicionados em frascos adequados e devidamente rotulados, para posterior tratamento segundo as suas especificações.

Durante algumas aulas práticas foi exposto aos alunos o tipo de frasco, onde seriam acondicionados os materiais resultantes dos diferentes tipos de experimentos, salientando-se que cada tipo de resíduo tem especificações próprias para o seu armazenamento.

No desenvolvimento das aulas das disciplinas de Química Geral, Química Orgânica, Fundamentos de Química e Física e Química Analítica I e II, nos cursos de Biomedicina, Ciências Biológicas, Nutrição e Farmácia, resultam alguns materiais comuns, como é o caso dos metais, que foram então devidamente armazenados, para tratamento no final de cada semestre; isto porque o tratamento do total dos resíduos é mais apropriado que o tratamento parcelado em alíquotas pequenas.

Os resíduos contendo metais foram tratados, seguindo-se a seguinte metodologia:

Inicialmente foram adicionadas aos materiais ácido clorídrico (HCl), concentrado; a mistura ficou em repouso para a precipitação dos metais que então formam sais insolúveis, ou com baixa solubilidade, na forma de cloretos: AgCl, PbCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>.

Posteriormente a essa etapa foi adicionada uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), quando então foram precipitados metais na forma de hidróxidos: Al(OH)<sub>3</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>.

Após a precipitação dos sais metálicos na forma de hidróxidos, foi adicionada uma solução de carbonato de sódio (NaCO<sub>3</sub>); assim foi possível a obtenção de sais metálicos insolúveis sob forma de carbonatos: CaCO<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>. Por meio de tal procedimento foi obtida uma mistura de sais de metais na forma sólida e um sobrenadante neutralizado. A mistura foi então filtrada passando por papel de filtro, até a completa eliminação da umidade.

Os sais na forma sólida foram armazenados em sacos plásticos para posteriormente serem imobilizados, adicionando-os a cimento e brita para "fabricar" concreto, conforme o processo utilizado na indústria cimenteira.

Outros tipos de resíduos receberam tratamentos logo após as aulas, tais como:

- misturas com pH alto ou baixo, isentas de compostos passíveis de causar danos ao meio, foram neutralizadas e despejadas na rede de esgoto;
- misturas de éter de petróleo/suco de cenoura e éter de petróleo/suco de uva, em que o éter de petróleo foi evaporado logo após a aula, e os sucos foram descartados na rede de esgoto;
- misturas éter etílico/KOH e éter etílico/anilina; o éter etílico foi evaporado logo após a aula e o KOH e a anilina foram armazenados;
- misturas de água/álcool etílico, em que o álcool foi destilado e reaproveitado para outros fins;
- misturas de ácidos e matéria orgânica, provenientes do Colégio Londrinense, foram neutralizadas e dispostas no solo.

Os resíduos biológicos gerados durante as aulas práticas, como carcaças e tecidos de animais são devidamente armazenados e congelados, em equipamentos próprios para esse fim; e depois periodicamente encaminhados como lixo hospitalar para uma empresa especializada.

Os resíduos gerados nas aulas de Microbiologia costumam ser autoclavados e armazenados, para posterior coleta como lixo hospitalar.

Buscando avaliar o grau de conscientização da comunidade envolvida, detectando com isso as faltas e falhas envolvendo o programa de conscientização do presente projeto, foi elaborado o seguinte questionário, que foi aplicado aos alunos, do Centro Universitário Filadélfia.

147

### **Projeto de Pesquisa:**

#### **Programa de Gerenciamento de Resíduos de Laboratório**

Favor refletir sobre o descarte de resíduos e responder às questões abaixo:

1. A disposição inadequada de resíduos, sejam industriais, domésticos ou de serviços de saúde, pode afetar a sua vida?

( ) sim ( ) não

Como?

2. O que as autoridades podem fazer para minimizar os problemas causados pela disposição inadequada de resíduos?

3. No exercício de sua futura profissão, existem atitudes que podem ser tomadas para evitar que resíduos contaminem o meio ambiente?

( ) sim ( ) não

Quais?

4. Você se considera um agente de conscientizador do descarte adequado de resíduos?

( ) sim ( ) não

Por que?

R  
E  
V  
I  
S  
T  
A

## Resultados e Discussão

Os resíduos gerados durante as aulas práticas foram tratados adequadamente; os resíduos que apresentavam pH acima ou abaixo de 7 (neutro), e não continham compostos passíveis de causar danos ao meio ambiente, foram neutralizados e descartados na rede pública de esgoto.

Outros resíduos onde havia misturas de compostos foram separados, e aquelas substâncias que após a separação não representavam riscos ao meio ambiente, foram dispostas, quando sólidas no solo, quando líquidas na rede de esgoto.

Já as substâncias passíveis de comprometer o meio ou que poderiam apresentar interesse como matéria-prima para outros experimentos, foram armazenadas adequadamente. Essas substâncias poderão ser utilizadas novamente em aulas práticas, ou ainda serem utilizadas no tratamento de novos materiais residuais gerados, como a neutralização de produtos ácidos com KOH.

A conscientização de professores, técnicos e alunos sobre a importância do correto manuseio e destinação dos resíduos de laboratórios, é um processo dinâmico, pois se observa perdas definitivas quando esses materiais não são trabalhados continuamente.

No decorrer do desenvolvimento dos trabalhos foi observado que as ações daqueles que participavam, direta ou indiretamente da criação dos resíduos, ou seja, professores, técnicos e alunos, se mostravam aquém do necessário para uma satisfatória implantação do programa. Assim, visando detectar as faltas e falhas envolvendo o programa de conscientização da comunidade do Instituto Filadélfia, foi aplicado um questionário aos alunos. As respostas foram bastante variadas, e são apresentadas a seguir, agrupadas por semelhança.

**1ª Questão:** A disposição inadequada de resíduos, sejam industriais, domésticos ou de serviços de saúde, pode afetar sua vida?

74% dos questionados responderam: que a disposição inadequada causa prejuízos à saúde pública;

48,5% indicaram que tal ação acarreta contaminação do meio ambiente;

9,5% salientaram a contaminação humana via manejos agrícolas;

3,2% indicaram que o descarte inadequado de resíduos pode acarretar contaminação de água de superfície e de lençol freático com substâncias que não são retiradas pelos tratamentos convencionais utilizados na rede pública;

3,6% lembraram que tal fato é a causa de enchentes;

3,2 % se reportaram à superlotação dos “lixões” ;

1,6% salientaram a contaminação de indivíduos catadores de lixo.

**2ª Questão:** O que as autoridades podem fazer para minimizar os problemas causados pela disposição inadequada de resíduo?

39% apontaram que as autoridades devem criar e manter locais adequados para o descarte de resíduos;

38% salientaram que as autoridades podem criar programas que promovam a conscientização da população;

20% acham que cabe às autoridades a instituição e correta aplicação de multas;

17% declararam que a coleta seletiva ajudaria na solução do problema;

11% citaram que são necessários maiores investimentos no tratamento de resíduos;

9,5% indicaram que as leis deveriam ser mais rigorosas;  
9,5% escreveram que o planejamento e a padronização dos métodos de descarte seriam apropriados;  
9,5 % salientaram que as autoridades deveriam promover a instalação de incineradores para lixo hospitalar;  
9,5% citaram que a criação de programas dentro de indústrias, hospitais e laboratórios e outros centros geradores, seria bastante interessante;  
1,6% são da opinião de que as autoridades deveriam propor iniciativas que minimizassem a geração de resíduos;  
1,6% defenderam a criação de usinas de reciclagem.

**3ª Questão:** No exercício de sua profissão, existem atitudes que podem ser tomadas para evitar que resíduos contaminem o meio ambiente?

( ) sim ( ) não

Quais?

Dos entrevistados que responderam sim:

35% disseram que atitudes como a correta coleta, armazenamento e descarte final são essenciais;

20,5% indicaram que a separação seletiva do lixo traria benefícios;

12% salientaram a importância do tratamento de resíduos hospitalares antes do descarte;

11% citaram que não deve acontecer descarte de resíduos na rede de esgoto sem tratamento prévio;

3,2% confessaram que poderiam ser agentes de conscientização a respeito do problema;

3,2% acham que promover esforços para uma menor geração de resíduos seria uma atitude eficiente para combater o problema;

1,6% indicaram que os profissionais devem buscar informações técnicas sobre o correto descarte dos resíduos com os quais estão em contato;

1,6% apontaram que os resíduos devem ser encaminhados a profissionais especializados para o tratamento ou descarte.

4,7% dos questionados responderam não, sem justificativas e 1,6% declararam que ainda não trabalhavam na atividade.

**4ª Questão:** Você se considera um agente conscientizador do descarte adequado de resíduos?

( ) sim ( ) não

Por que?

Dos que responderam sim:

32% disseram que atitudes como: dar exemplo, chamar a atenção e promover debates sobre o assunto com as pessoas próximas são essenciais;

27% registraram que já fazem a separação e a destinação corretas do lixo doméstico;

4,7% escreveram que descartam da melhor forma possível o lixo gerado no local de trabalho;

3,2% citaram que no momento não fazem corretamente o descarte, mas que têm a pretensão de mudança de atitude para não causar malefícios;

19% responderam negativamente à questão, sem justificativas.

Com base nas respostas dos estudantes foi possível observar que muitos deles já se conscientizaram sobre o tema, inclusive já são vetores de divulgação em suas comunidades; também que uma vez trabalhando profissionalmente serão agentes positivos em procedimentos no visem uma correta destinação de resíduos, sejam eles domésticos ou de serviços.



Em adição, é notório que muitos deles se mostram cidadãos politicamente preparados para incentivar e cobrar das autoridades, atitudes efetivas em relação à questão.

Cabe, ainda, salientar a dificuldade de tal conscientização, pois mesmo os professores, que são constantemente alertados para instruir e incentivar seus alunos a armazenarem os restos oriundos das aulas práticas desenvolvidas na Instituição, apresentam um certo grau de descaso em relação ao presente trabalho. Apesar de tudo, a Coordenadora e demais colaboradoras do presente projeto estão, continuamente, trabalhando tais questões junto a estudantes, técnicos e professores.

## Conclusões

Os resultados alcançados com o desenvolvimento dos trabalhos relacionados à implementação do PGR no Instituto Filadélfia indicaram que os procedimentos adotados são perfeitamente viáveis, corroborando para a disseminação das práticas preconizadas pelo projeto em questão.

O sucesso do projeto depende do engajamento responsável de professores, alunos e funcionários, envolvidos direta ou indiretamente com as atividades laboratoriais. Saliente-se o grande impacto atual no tocante ao tema Educação Ambiental, favorecendo a busca por alternativas mais harmoniosas, em substituição ao posicionamento incoerente até então adotado pelas instituições de ensino e pesquisa em relação à gestão de seus resíduos laboratoriais.

## Referências

ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. *Química Nova*. v.26, n.2, 2003, p.291.

ALVES, M. R. *Manual de biossegurança do Centro Universitário Filadélfia*. Londrina, 2005, 61p.

ALVES, M. R.; REZENDE, M. O. O. *Anais da Associação Brasileira de Química*, v.51, n.2, p. 49, 2002.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, A. *Environ. Sci. Technol.*,19, (12), p.1.150, 1985.

JARDIM, W. F. *Química Nova*. v.21, n .5, p.671, 1998.

NORMAS TÉCNICAS. *Resíduos sólidos*, 1987. NBR 10.004. São Paulo, ABNT.

PRADO, A. G. S. *Química Nova*, v.26, n.5, p.738, 2003.

ROOS, A.; GREYERZ, E.; OLSSON, M.; SANDEGREN, F. *Environmental Pollution*, v.111, p.457, 2000.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 20/1986.

RESOLUÇÃO - ANVISA, RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004.

TAVARES, G. A.; J. A. BENDASSOLLI. *Química Nova*, v.28, n.4, p.732, 2005.

TAVARES, T. M.; CarValho, F. M. *Química nova*, v.15, n.2, p.147, 1992.

WONG, J. W. C.; LI, K.; FANG, M.; SU, D. C. *Environment International*, v.27, p.373, 2001.