

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA DO IQB/UFAL: UMA APLICAÇÃO DA QUÍMICA VERDE

Ana Paula Aquino Benigno¹
Elysson David de Santana Lima²
Wander Gustavo Botero³
Josué Carinhanha Caldas Santos⁴
Paulo dos Santos Roldan⁵
Paulo César Costa de Oliveira⁶

Resumo

O adequado descarte dos resíduos gerados rotineiramente durante o processo de ensino e/ou pesquisa nos laboratórios de química é uma problemática crescente nas instituições. A universidade como instituição formadora de profissionais integrados e participativos nas questões ambientais e sociais, não pode adotar uma conduta omissa ou negligente quanto aos resíduos que gera. Assim, no presente artigo são apresentadas ações iniciais a respeito da implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos realizado no Laboratório de Química Analítica do Instituto de Química e Biotecnologia- IQB da Universidade Federal de Alagoas - UFAL como uma aplicação da Química Verde.

Palavras chave: Gerenciamento -Resíduos Químicos - Química Verde

Abstract

The proper disposal of waste generated during the routine process of teaching/researching in chemistry laboratories is a growing problem in the institutions. The University as an institution of training professionals integrated and participatory in the environmental and social issues can not adopt a negligent conduct with regard to their wastes. Thus, in this paper are presented initial actions to implementation of the Programme of Chemical Waste Management conducted at the Laboratory of Analytical Chemistry Institute of Chemistry and Biotechnology - IQB at the Federal University of Alagoas - UFAL as an application of Green Chemistry.

Keywords: Management - Chemical Residues - Green Chemistry

¹ Aluna de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia-UFAL apabenigno@yahoo.com.br

² Aluno de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia - UFAL elyssonlima@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Alagoas – UFAL wander_iq@yahoo.com.br

⁴ Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas jcarinhanha@yahoo.com.br

⁵ Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas psr@qui.ufal.br

⁶ Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas pcco@qui.ufal.br

Introdução

O gerenciamento dos resíduos químicos é um tema bastante atual e tem sido debatido por muitos que se preocupam com o desenvolvimento de atividades laboratoriais de ensino e pesquisa aliado à questão da preservação dos recursos naturais.

Nessa direção, o meio ambiente não pode mais ser ignorado, pois o desenvolvimento sustentável é uma realidade que leva em consideração a integração das atividades de laboratório e o impacto que essas ações podem causar ou causam ao ambiente. Assim, as atividades de laboratórios não podem ter como objetivo apenas o sucesso experimental, pois, anteriormente a qualquer atividade prática potencialmente causadora de impacto(s) ambiental, torna-se necessário avaliar suas implicações socioambientais e educacionais (MACHADO, 2008).

Indústrias, instituições de ensino e pesquisa têm buscado, ao longo dos anos, um adequado procedimento para o descarte de resíduos gerados em suas mais diversas atividades (AFONSO, 2005). Essa tendência mundial a respeito da necessidade de um tratamento eficaz ou redução da potencial toxicidade dos resíduos gerados, além de, uma adequada forma de disposição final de qualquer tipo de resíduo vem crescendo cada vez mais e vêm sensibilizando muitas pessoas ligadas às indústrias químicas, às instituições acadêmicas e aos órgãos governamentais (ABREU, 2003). Observa-se, ainda, um crescente interesse no desenvolvimento de alternativas que evitem ou minimizem a produção de resíduos, bem como o estabelecimento de técnicas adequadas para o tratamento dos rejeitos químicos e conseqüentemente o seu devido descarte (LENARDÃO, 2003).

Segundo Tavares (2005, p. 732), as maiores geradoras de resíduos químicos são as indústrias, no que diz respeito a volume e periculosidade. Estima-se que 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos sejam gerados anualmente no país, mas, apenas, aproximadamente, 22% recebem tratamento adequado. Já os laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa geram aproximadamente 1% do total de resíduos perigosos produzidos em um país desenvolvido.

Pode-se observar que a geração de resíduos não é ação única das indústrias, pois os laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também são geradores (ALECRIM, 2007; FELISBERTO, 2008). Uma diferença crucial do resíduo industrial em relação ao laboratorial é que o último é gerado em baixo volume e diversa composição, enquanto os resíduos industriais são gerados em grandes quantidades e, geralmente, sua composição é bem definida (TAVARES, 2005; GERBASE, 2005).

Para Santos (2006, p. 74), rotineiramente, apesar da baixa produção, em laboratórios de ensino e pesquisa são gerados resíduos compostos por metais potencialmente tóxicos, solventes halogenados, soluções ácidas e alcalinas, gases tóxicos, entre outros, que são muitas vezes tão nocivos quanto os resíduos industriais e também possuem forte contribuição para a poluição ambiental, requerendo, portanto, um cuidado todo especial por parte dos profissionais, quanto ao manuseio, ao correto tratamento e ao descarte final.

Apesar de as empresas de grande porte produzirem uma elevada quantidade de resíduos nocivos ao homem e ao meio ambiente, elas estão frequentemente sob fiscalização dos órgãos ambientais (BENDASSOLLI, 2003). Já as instituições de ensino e pesquisa, pelo fato de produzirem um pequeno volume de produtos, são quase sempre consideradas insignificantes geradoras de resíduos. Assim, as atividades acadêmicas tornam-se livres da obrigatoriedade de dar um destino final adequado aos seus resíduos e um descarte correto destes, visto que as políticas governamentais e legislações de controle dos riscos ambientais e de regulamentação à destinação final dos diversos produtos nocivos, normalmente estão centradas, principalmente, nos resíduos químicos gerados pelas indústrias, devido ao grande volume e quantidade, não se preocupando tanto com as instituições acadêmicas de ensino e pesquisa, ficando esse papel a critério dessas instituições.

A ausência de fiscalização facilita o descarte inadequado de resíduos pelas universidades (JARDIM). Afonso et al (2003, p. 602) complementam ainda afirmando que “[...] a ausência de um órgão fiscalizador, a falta de visão e o descarte inadequado levaram muitas universidades a poluir o meio ambiente, promover o desperdício de material e arcar com o mau gerenciamento dos produtos gerados, sintetizados ou manipulados”. Além disso, para os resíduos químicos de laboratórios, não há uma legislação específica para a classificação, tratamento e disposição, devendo-se usar a Norma NBR 10004/2004 para a classificação de resíduos sólidos, assim como as demais resoluções e decretos estaduais e federais (ALBERGUINI, 2005).

Assim, apesar da crescente preocupação com um adequado descarte de resíduos, infelizmente, ainda hoje, várias instituições ainda continuam descartando seus resíduos laboratoriais diretamente no lixo doméstico e/ou em esgotos comuns da rede pública ou, em alguns casos, em corpos d’água mostrando uma conduta inadequada, sobretudo, por parte de instituições de ensino e pesquisa que têm o compromisso supremo de formação e reflexão sobre o caráter, a ética, a responsabilidade e a cidadania dos indivíduos que formam (SANTOS, 2007).

No Brasil, a iniciativa em gerenciar resíduos químicos nas universidades se deu em meados dos anos 90 (SILVA, 2008), publicações apresentam várias instituições que, ao longo dos anos, implementaram ações voltadas para perspectiva do gerenciamento de seus resíduos, das quais pode-se destacar: Instituto de Química da Universidade de Campinas, Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná, Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP), Instituto de Química de São Carlos (IQSC), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), EMBRAPA Pecuária Sudeste (São Carlos), Centro de Energia Nuclear na Agricultura de Universidade de São Paulo (CENA/USP), Universidade Estadual do Ceará (UECE), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Universidade Federal de Goiás (UFG), entre outras (ALBERGUINI, 2005).

Vale ressaltar que a maior parte das ações desenvolvidas nos centros de pesquisa e universidades relacionadas com o gerenciamento dos resíduos foram iniciativas voluntárias, pois “[...] as universidades, como instituições responsáveis pela formação de seus estudantes e, conseqüentemente, pelo seu comportamento como cidadãos do mundo, devem também estar conscientes e preocupadas com os problemas que os resíduos geram” (AMARAL, 2001). E deve-se enfatizar que “a universidade deve ter o

compromisso e a responsabilidade de contemplar, instruir e gerenciar ações voltadas à intervenção humana sobre a natureza” (SANTOS, 2006).

O estabelecimento de programas de gerenciamento de resíduos químicos impostos pela consciência da academia delinea um novo horizonte de conduta e ética ambiental. “As atividades pioneiras de algumas universidades serão, em curto prazo, ações realizadas coletivamente” (GERBASE, 2006). Além disso, “[...] a implantação de um programa de gestão de resíduos exige antes de tudo mudanças de atitudes e, por isto, é uma atividade que traz resultados a médio e longo prazo, além de requerer a reeducação e uma persistência contínua” (JARDIM, 1998).

Nessa perspectiva, a questão do gerenciamento de resíduos químicos, frutos de atividades de ensino e pesquisa, tem ocupado, cada vez mais, espaço no meio acadêmico brasileiro, podendo ser considerado como uma aplicação do que se chama hoje de “green chemistry”, ou química verde, química limpa, química ambientalmente benigna ou, ainda, química autossustentável (LENARDÃO, 2003).

O movimento relacionado com o desenvolvimento da Química Verde começou no início dos anos 90 (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010). A Química Verde ou Química Benéfica ao Meio Ambiente pode ser considerada como as ações em química que em sua prática procura desenvolver produtos ou processos químicos que reduzem ou eliminam o uso e geração de substâncias perigosas (COELHO, 2006), ou ainda, estratégia, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e/ou processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas e tóxicas à saúde humana e ao ambiente (LENARDÃO, 2003 SILVA, 2005), ou seja, através da química verde, há preocupação com o desenvolvimento de tecnologias limpas, ou ainda, que sejam incapazes de causar poluição (PRADO, 2003).

Felizmente, no Brasil, a comunidade química já começou a reconhecer a filosofia da Química Verde como uma estratégia importante, correta e aplicável no que diz respeito à preservação do meio ambiente (SILVA, 2005).

Dentre os princípios que norteiam a Química Verde, destaca-se que é melhor prevenir que tratar ou limpar resíduos de processos químicos depois de formados (PRADO, 2003), ou seja, é mais viável desenvolver uma alternativa que evite ou minimize a produção de resíduos, do que desenvolver exclusivamente formas de tratamento (HYSYK, 2008).

Assim, é de suma importância gerar processos químicos mais limpos, isto é, que adotem novas fontes de energia, reagentes de custo mais baixos, que apresentem menor toxicidade, além de reações alternativas, que gerem uma quantidade mínima de rejeitos, mesmo que em algumas situações os processos que geram menos resíduos sejam mais caros (TORRESI, 2009).

Adentrar nesse inquietante tema, visando alcançar um meio ambiente mais adequado para as gerações futuras, requer o envolvimento e fortalecimento da academia e das Instituições que, além de reverter os benefícios para a própria sociedade, devem ter a responsabilidade de empregar estratégias cada vez mais limpas, objetivando assim, otimizar e aperfeiçoar os processos de produção e consumo de produtos

químicos a fim de que eles ofereçam excelência de qualidade e segurança de uso e controle no descarte.

Partindo desse ponto de vista, o objetivo do presente trabalho é apresentar uma aplicação da Química Verde através da experiência inicial de Implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos desenvolvido no Laboratório de Química Analítica do Instituto de Química e Biotecnologia - IQB da Universidade Federal de Alagoas - UFAL (PGRQ/IQB/UFAL), servindo de subsídio e incentivo para que outros laboratórios e Unidades iniciem atividades dessa natureza.

Histórico do PGRQ/IQB/UFAL

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos na Universidade Federal de Alagoas - PGRQ/UFAL surgiu a partir de um projeto maior da universidade encabeçado pela Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas e do Trabalho - PROGEP, através da realização de cursos de formação em Gestão de Resíduos, tendo como público alvo servidores de todas as Unidades Acadêmicas. Esse projeto foi iniciado em 2009 e objetiva, inicialmente, a formação de agentes responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos nas diversas Unidades da UFAL. Atualmente, formou-se a segunda turma, cujos alunos estão prontos para atuar nas suas respectivas Unidades Acadêmicas, contribuindo para a implementação de ações no sentido de realizar o gerenciamento dos resíduos gerados.

Assim, o Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas começou a discutir e ensaiar ações na direção do gerenciamento dos resíduos químicos produzidos. Em meados de 2010, em algumas reuniões do IQB, foram discutidas e solicitadas algumas ações no sentido de realizar o levantamento de resíduos passivos e ativos nos laboratórios de pesquisa e ensino. No momento, em fase inicial de implantação, o Laboratório de Química Analítica da UFAL tem tomado a iniciativa de segregar seus resíduos para posterior tratamento químico, ao invés do descarte direto, sem nenhuma preocupação. Cabe salientar que, apesar dos volumes dos resíduos gerados serem pequenos, sua toxicidade é bastante elevada.

Etapas desenvolvidas do PGRQ/IQB/UFAL

A partir das atividades experimentais de pesquisa desenvolvidas no Laboratório de Instrumentação e Desenvolvimento em Química Analítica estabeleceram-se ações iniciais para a implantação do tratamento dos resíduos gerados no laboratório. Dentre as ações, podemos destacar as seguintes etapas:

1. Organização dos reagentes e vidrarias: na organização foram consideradas as classes das substâncias: orgânicos, inorgânicos, ácidos, bases, solventes, obedecendo-se também os critérios de segurança e tomando-se como base as características dos reagentes quanto às propriedades, usos, periculosidades e incompatibilidades, a fim de orientar sobre os cuidados necessários durante a manipulação e visando à prevenção de acidentes;
2. Inventário do Passivo e do Ativo: o inventário teve como finalidade a identificação dos resíduos químicos estocados, bem como aqueles resultantes de rotineiros experimentos didáticos e de atividades de pesquisa realizados no de Laboratório de Instrumentação e Desenvolvimento em

Química Analítica;

3. Estudo e diagnóstico dos problemas: a partir do inventário do ativo foi feito o diagnóstico sobre a natureza e os efeitos ambientais causados pelos resíduos gerados na rotina de trabalho;
4. Programa de ações: nessa etapa, estudou-se: a) a viabilidade da redução das quantidades de reagentes usados nas atividades de pesquisa e práticas experimentais; b) a possibilidade de substituição de produtos danosos por outros menos nocivos; c) a exequibilidade de adaptação dos processos e reações empregados; Elaboração de questionário sobre os resíduos ativos e passivos que serão passados nos laboratórios de pesquisa e ensino do IQB. No que se refere ao laboratório de química analítica, tem sido realizada a segregação de algumas espécies químicas que são utilizadas em reações e que possuem grande toxicidade, como por exemplo, íons cianeto. Nesses casos, embora esse reagente seja utilizado em pequeníssimas quantidades, ele deve ser destruído adequadamente (entenda-se por destruído, convertido quimicamente em uma espécie de menor toxicidade para o homem e o ambiente) antes de ser lançado para o meio ambiente. Um tratamento simples e possível, consiste em adicionar um leve excesso de hipoclorito sobre o resíduo e manter a mistura reacional em pH entre 11,0 e 13,0 sob agitação constante, seguido de ajuste de pH entre 6,0 e 7,0, seguido de repouso por alguns minutos antes do descarte final. Os íons cianeto que eventualmente estejam livres ou mesmo combinado/ligado (complexado) com metais serão convertidos em íons cianato em pH acima de 11,0 e que após neutralização da mistura reacional para pH entre 6,0 e 7,0 os íons cianeto continuam reagindo com os íons hipoclorito e são oxidados a dióxido de carbono e nitrogênio, que são dois gases que relativamente inertes. Os íons hipoclorito que eventualmente possam estar em excesso, normalmente são decompostos em gás cloro que age como bactericida no meio ambiente, não causando nenhum transtorno ao meio ambiente. No entanto, alguns resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa do IQB não podem ser descartados, ou mesmo considerados como de fácil tratamento, devendo ser incinerados em função da elevada toxicidade ao homem e ao ambiente. Estão, nesses casos, os compostos organoclorados, organofosforados, hidrocarbonetos aromáticos e poli-aromáticos, a exemplo de compostos benzênicos e alguns derivados, pois são comprovadamente carcinogênicos, assim como outros compostos utilizados como solventes. Observamos que existe uma grande variedade de compostos e substâncias químicas que constituem os resíduos gerados nos mais diversos laboratórios de pesquisa do IQB e que devem ser devidamente segregados conforme seu grau de toxicidade e compatibilidade. Esse trabalho deve ser executado em todos os laboratórios tanto de ensino quanto de pesquisa, e a natureza dos resíduos gerados vai depender da especialidade e/ou da principal atividade que cada um desses laboratórios desenvolve.
5. Divulgação das ações: a divulgação da implantação das ações de gerenciamento teve como objetivo a sensibilização da comunidade universitária e demais usuários de laboratórios quanto à responsabilidade ambiental. Para cumprir esse objetivo, foram realizados cursos/capacitações de servidores das mais diversas Unidades da UFAL e de outras Instituições; participação dos demais membros do grupo de pesquisa em Eventos Científicos, visando divulgar as ações desenvolvidas no PGRQ/IQB/UFAL.

Essas etapas iniciais foram essenciais para atingir as metas iniciais de implantação do PGRQ/UFAL, garantido a qualidade ambientalmente segura de tratamento e/ou destinação final dos resíduos gerados em atividades experimentais nos laboratórios da universidade.

Perspectivas Futuras

- ampliar o PGRQ/UFAL para os demais laboratórios do Instituto de Química e Biotecnologia da Instituição;
- avaliar roteiros de aulas práticas dos docentes e, dependendo da necessidade e possibilidade, discutir sobre a mudança de volumes e troca de reagentes utilizados;
- implementar o REUSO e/ou RECICLAGEM dos resíduos gerados nas aulas práticas;
- tratar - recuperar, reaproveitar e/ou passivar os resíduos gerados no Laboratório para obtenção da forma mais apropriada e inerte possível para o adequado descarte (disposição final), reuso ou reciclagem;
- divulgar as ações evolutivas do PGRQ/UFAL, objetivando sensibilizar, cada vez mais, os Docentes e Discentes, além do corpo Técnico, sobre a importância do programa em pauta.

Considerações finais

O descarte inadequado de resíduos gerados em **laboratórios, seja de indústrias, de institutos de pesquisa, de instituições de ensino**, resulta em sérios riscos ambientais e gera **problemas relacionados à boa qualidade de vida e preservação da natureza**.

Através da adoção de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos por uma Instituição de Ensino Superior, contando com a crescente adesão da comunidade acadêmica para a construção de uma visão crítica dos problemas ambientais ocasionados pelo descarte indevido dos resíduos químicos, podemos organizar ações de curto, médio e longo prazo para a solução de tal problema. Nesse sentido, concluímos que algumas ações devem ser inicialmente pontuadas para que possamos dar início ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos na Universidade Federal de Alagoas, dentre elas destacamos:

1. levantamento do inventário dos passivos e ativos ambientais gerados pelos reagentes e resíduos de reações são passos prioritários para se alavancar os problemas pré-existentes e os que possam vir a existir;
2. a classificação e segregação dos resíduos gerados nos laboratórios de pesquisa e nos laboratórios de ensino devem ser inicialmente realizados com o auxílio de técnicos e/ou alunos para que assim se possa obter êxito nessa tarefa;
3. A adoção de roteiros para auxiliar na execução dos experimentos, além de prever o volume de resíduos gerados nas aulas práticas, assim como o planejamento de possível recuperação ou

reuso de soluções. Essa ação está em fase de implantação, com os roteiros de aulas práticas já elaborados por todas as áreas do IQB/UFAL.

Com relação ao Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos implantado no Laboratório de Química Analítica da UFAL, é uma ação com forte tendência em Química Verde, pois busca desenvolver procedimentos quimicamente limpos em atividades de pesquisa, mas que deverá ser ampliado e estendido para os demais laboratórios de pesquisas, assim como os laboratórios didáticos do Instituto de Química e Biotecnologia.

Além disso, o PGRQ/UFAL vai muito além do desenvolvimento de metodologias de tratamento e/ou sugestões de descarte de resíduos, pois necessita-se realizar a construção de dois abrigos químicos com laboratórios adequados para atividades de recuperação de solventes, tratamento preliminar de alguns resíduos, aproveitamento e recuperação de espécies metálicas de elevado valor agregado como compostos de prata e o próprio metal, etc.

Ainda se conclui que para um efetivo Programa de Gerenciamento dos Resíduos Químicos da Universidade, torna-se necessário e fundamental um contrato e/ou uma parceria com empresas que possam incinerar os resíduos que eventualmente não tenham um tratamento adequado, que possam torná-los menos agressivos química e biologicamente para o meio ambiente.

Concluimos também que todas essas ações contribuem diretamente para uma mudança de comportamento dos atores envolvidos quanto à preservação ambiental. Ressaltando sempre que atividades dessa natureza são de responsabilidade da Universidade que é formadora de cidadãos éticos e comprometidos com a sociedade e o meio ambiente.

Referências

ABREU, Daniela Gonçalves; IAMAMOTO, Yassuko. Relato de uma experiência pedagógica no ensino de química: formação profissional com responsabilidade ambiental. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, 2003, p. 582-584.

AFONSO, Júlio Carlos et al. Análise sistemática de reagentes e resíduos sem identificação. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, 2005, p. 157-165.

_____. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, 2003, p. 602-611.

ALBERGUINI, Leny Borghesan Albertini; SILVA, Luís Carlos da; REZENDE, Maria Olímpia Oliveira. **Tratamento de resíduos químicos: guia prático para a solução dos resíduos químicos em instituições de ensino superior**. São Carlos: Rima, 2005.

ALECRIM, Gisela Ferraz et al. Gerenciamento dos resíduos gerados nas disciplinas química geral e química inorgânica dos cursos da área de química do CEFET-AM. Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2, João Pessoa, 27-30 nov. 2007. **Anais...** João Pessoa:

- CONNEPI, 2007. Disponível em: <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080213_092225_MEIO-090.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2010.
- AMARAL, Suzana Trindade et al. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v.24, n. 3, 2001, p. 419-423.
- BENDASSOLLI, José Albertino et al. Gerenciamento de resíduos químicos de águas servidas no laboratório de isótopos estáveis do CENA/USP. **Química Nova**, v. 26, n. 4, 2003, p. 612-617.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Química verde no Brasil: 2010-2030**. Brasília/DF, 2010, p. 438.
- COELHO, Luciana Melo; TUMANG, Cristiane Azevedo; COELHO, Nivia Maria Melo. Experimentos didáticos aplicados ao ensino da química verde utilizando análise por injeção em fluxo: ensino da química verde. **Revista Teoria e Prática da Educação**, v. 9, n. 2. maio/ago. 2006, p. 283-291.
- FELISBERTO, Regina et al. De resíduo a insumo: a construção do caminho para uma química mais limpa através de um projeto de ensino. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 1, 2008, p. 174-177.
- GERBASE, Annelise Engel et al. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, 2005, p. 3.
- GERBASE, Annelise Engel; GREGÓRIO, José Ribeiro; CALVETE, Tatiana. Gerenciamento dos resíduos da disciplina química inorgânica II do curso de química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, 2006, p. 397-403.
- HYSYK, Angélica de Sousa; TAKATA, Neide H. Química verde: uma abordagem para o ensino médio. **Encontro de Química da Região Sul**, 16, Blumenau, 13-15 nov. 2008. Disponível em: <http://www.furb.br/temp_sbqsul/_app/_FILE_RESUMO_CD/915.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2010.
- JARDIM, Wilson de Figueiredo. **Gerenciamento de resíduos químicos**. Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/LivroCap11.PDF>>. Acesso em: 04 set. 2010.
- _____. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 5, 1998, p. 671-673.
- LENARDÃO, Eder João et al. “Green Chemistry”: os 12 princípios da química verde e a sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 1, 2003, p.123-129.
- MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; MÓL, Gerson de Souza. Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: o que fazer? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 29, ago. 2008, p. 38-41.
- PRADO, Alexandre Gustavo Soares do. Química verde: os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, 2003, p. 738-744.
- SANTOS, José Cleiton Sousa dos et al. Gerenciamento de resíduos químicos: uma questão de química e educação ambiental. Trabalho não publicado. **Cartilha**. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza/CE. Brasil. 2006, p. 1-75.
- _____. Tratamento de resíduos metálicos gerados nas disciplinas de química analítica. 2007. 42 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Licenciatura em Química)-Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007

SILVA, Flavia Martins da; LACERDA, Paulo Sérgio Bergo de; JONES JUNIOR, Joel. Desenvolvimento sustentável e química verde. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, 2005, p. 103-110.

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos: um estudo de caso. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 14, n. 2, 2008, p. 233-249.

TAVARES, Glauco Arnold; BENDASSOLLI, José Albertino. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. **Química Nova**, v. 28, n. 4, 2005, p. 732-738.

TORRESI, Suzana Inés Córdoba de; PARDINI, Vera Lúcia.; FERREIRA, Vitor Francisco. O lucro de alguns com degradação ambiental é prejuízo de todos. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, 2009, p. 275.