



## **EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE LABORATÓRIOS DE QUÍMICA NA BUSCA DA SUSTENTABILIDADE**

**Vanessa Rita dos Santos** – Mestranda em Engenharia, vanessars7@yahoo.com.br  
Universidade de Passo Fundo

**Greisi Mara Bianchini** – Mestranda em Engenharia, gmbianchini@hotmail.com  
Universidade de Passo Fundo

**Carla Simone Ciotti** – Mestranda em Engenharia, carlaciotti@bol.com.br  
Universidade de Passo Fundo

**Raquel Rhoden Bresolin** – Mestranda em Engenharia, raquel.bresolin@gmail.com  
Universidade de Passo Fundo

**Alcindo Neckel** – Mestrando em Engenharia, 60578@upf.br  
Universidade de Passo Fundo

**Resumo:** A Universidade de Passo Fundo (UPF) preocupada com o gerenciamento de resíduos nos laboratórios de química desenvolve a conscientização de professores e alunos na correta disposição dos resíduos gerados nas aulas práticas, contando também com estagiários voluntários no tratamento destes resíduos. O objetivo é implementar preceitos e estratégias de não-geração, redução, segregação, reutilização e destinação final adequada dos resíduos gerados em atividades experimentais nos laboratórios de ensino de química do Instituto de Ciências Exatas e Geociências (ICEG), da UPF. Desenvolver visão crítica e consciência ética quanto à toxicidade e periculosidade dos diversos tipos de resíduos, tanto aos acadêmicos quanto aos professores que fazem o uso dos laboratórios do ICEG. Modificação de métodos analíticos utilizados pelos professores para minimizar a quantidade de resíduos gerados. Melhoramento na devida identificação e classificação dos frascos nos laboratórios. Tentativa, sempre que possível, de relacionamento das aulas com a importância ambiental e social. Recuperação e reutilização dos resíduos gerados e seu correto destino final. Os resultados alcançados durante a implementação do projeto permitiram desde o desenvolvimento de métodos mais limpos, com menor volume de reagentes e conseqüentemente, menor geração de resíduos, até ações que visam a identificação, tratamento, reaproveitamento e a disposição final dos mesmos. Isso foi obtido pela modificação de aulas experimentais, substituição de matérias-primas nas aulas experimentais. Foi possível minimizar a geração, estimulando o reaproveitamento, através de reutilização ou recuperação. Por fim, teve-se a necessidade de dispor adequadamente os rejeitos, onde os mesmos foram encaminhados para aterros e outros destinos apropriados. Entende-se que esse conjunto de ações, embora não seja a solução completa para o gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de instituições de ensino superior, podem contribuir para a mudança da realidade atual.

**Palavras-chave:** Resíduos, Gestão ambiental, Sustentabilidade na Universidade.

## 1. INTRODUÇÃO

As discussões crescem por parte das instituições acadêmicas sobre a importância do gerenciamento de resíduos químicos (CANOVA, 2004).

O aumento das pesquisas demonstra quão delicado e preocupante é o tema, especialmente destacando a promoção da saúde pública e a preservação ambiental (HIRATA, 2002). Sempre que possível, existe um empenho na recuperação dos resíduos gerados por vários tipos de processos, objetivando torná-los úteis novamente (EMPTOZ, 1998).

Os principais centros de pesquisas na área de química vêm estudando alternativas para garantir a continuidade dos trabalhos, sem que para isso haja a necessidade de degradar o ambiente, ou seja, existe já há algum tempo a preocupação com o desenvolvimento sustentável.

Uma das principais metas das Universidades é preparar o acadêmico para enfrentar os desafios profissionais do dia a dia. Para os estudantes que trabalham com Química um dos maiores objetivos é a conservação do meio ambiente e sua recuperação, o tratamento de resíduos de laboratório de Química é um desses exemplos. Atualmente, em razão da procura por uma melhoria do meio ambiente ser crescente, as Universidades não ficam alheias ao descaso com o meio, pois isso vai contra o papel que a mesma desempenha, ou seja, o de avaliar e até julgar o impacto causado por outras unidades geradoras de resíduos fora de seus limites físicos.

Atitudes deste tipo são fundamentais para que os riscos à saúde da humanidade e os danos ambientais sejam minimizados. Portanto, este trabalho objetivou implementar preceitos e estratégias de não-geração, redução, segregação, reúso, reutilização e destinação final adequada dos resíduos gerados em atividades experimentais nos laboratórios de ensino de química, aspecto importante que virá a reboque desse instrumento, e que, além dele ser uma ferramenta de Gestão Ambiental, serve também para Educação Ambiental.

O momento atual caracterizado por uma postura global voltada para a preservação ambiental. O gerenciamento de resíduos nas universidades é um dever para com a sociedade. Para tanto se esbarra muitas vezes no apoio da Instituição para programas de reciclagem e não geração.

## 2. PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO UTILIZADAS NO LABORATÓRIO DE ENSINO DE QUÍMICA

Gerenciamento é muito importante, pois visa a organização do início do processo até seu destino final. A Universidade de Passo Fundo preocupada com esta problemática vem desenvolvendo propostas que visam a sensibilização nas atividades realizadas nos laboratórios de ensino de química do ICEG bem como desenvolver uma visão crítica e uma consciência ética, junto aos(as) acadêmicos(as) e professores(as) das disciplinas de Química dos cursos que realizam atividades práticas nos laboratórios envolvidos no ensino, quanto à toxicidade e periculosidade dos diversos tipos de resíduos (TAVARES, 2005).

A mudança de visão nos laboratórios químicos frente à redução do volume e tratamento dos resíduos gerados e a discussão científica sobre o assunto já motivou vários trabalhos em laboratórios de pesquisa e ensino em universidades (CUNHA, 2001; AMARAL, 2001; JARDIM, 1998; CANOVA, 2004).

Os grandes benefícios obtidos com a minimização da geração de resíduos incluem a racionalização dos procedimentos visando o menor consumo de reagentes e a minimização dos custos com tratamento e disposição final, além de colaborar com a segurança do operador e da comunidade, uma vez que previne a contaminação ambiental (WHITEHEAD & FREEMAN, 1982).

A área da química atende os seguintes cursos e Química, Farmácia, Agronomia, Medicina Veterinária, Engenharia Mecânica, de produção, Civil, Ambiental e de Alimentos, Ciências Biológicas, Física, Ensino Médio e Técnico em Alimentos, perfazendo aproximadamente 1800 estudantes anualmente sendo atendidos pelos laboratórios de ensino da química da UPF, conseqüentemente gerando um elevado volume de resíduos.

Os processos utilizados para o gerenciamento de resíduos nos laboratórios da UPF, seguem os seguintes princípios: minimizar a geração de resíduos no laboratório, reduzir a produção de resíduos na fonte, substituir as atividades geradoras de resíduos por menos geradoras, recuperar e reusar resíduos, reciclar, tratar e reduzir o perigo destes resíduos, dispor estes resíduos em locais adequados. Contando com isso foi preciso engajar o maior número de pessoas possível no projeto, contando com o apoio de recursos financeiros, administrativo e institucional.

Antes que começasse as atividades envolvendo a redução e minimização de resíduos houve um planejamento estratégico, tais como: avaliação do passivo, escolha da melhor técnica a ser usada nas aulas, estimativa de fontes e quantificação, identificar, caracterização, qual será a melhor técnica para o tratamento, construção do programa de gerenciamento coletivamente e testá-lo nos laboratórios com algumas turmas, implementar o gerenciamento, reavaliação dos métodos adotados.

Levando-se em consideração a necessidade de se minimizar a geração de resíduos, isto foi possível pelo fato da colaboração dos professores em reavaliarem e modificarem alguns métodos analíticos e substituírem algumas matérias primas difíceis de serem tratadas por outras mais simples. Outro fator foi a substituição de técnicas de grande escala para micro escala, para reduzir reagentes e resíduos (SINGH et al, 2000). Desde que não tragam prejuízos aos seus resultados obtidos.

Em cada laboratório de ensino de química foram postos recipientes devidamente identificados para coleta e devida classificação dos resíduos após cada término de aula. Na geração dos resíduos nos laboratórios, se não houver a correta identificação e classificação dos materiais, inviabilizam-se as demais etapas da gestão, principalmente porque obriga a realização de difícil procedimento para a caracterização qualitativa do resíduo (JARDIM, 1998).

Os recipientes foram designados da seguinte forma : orgânicos não halogenados ( solventes orgânicos e soluções de substâncias orgânicas que não contenham halogênios); orgânicos halogenados, solventes orgânicos e soluções orgânicas que contenham halogênios; resíduos inorgânicos (tóxicos, como por exemplo, sais de metais pesados e suas soluções), descartar em frasco resistente a rompimento, fechado firmemente, com identificação visível, clara e duradoura; ácidos e bases e outros (resíduos específicos que possam ser recuperados e/ou encaminhados para tratamento externo, identificado o tipo de reagente que se refere no frasco). São colocados no momento da aula e retirados ao serem preenchidos, são recipientes de cinco litros de capacidade, plásticos e rotulados conforme

designado acima. Os estudantes após cada início de atividade prática recebem orientação sobre os resíduos daquela aula e reconhecem os recipientes onde devem descartar os mesmos.

Com este procedimento os professores puderam relacionar suas aulas com a importância ambiental, social e os alunos puderam saber classificar os resíduos utilizados em aula.

Na limpeza de vidrarias optou-se pelo banimento da clássica e tóxica solução sulfocrômica. Optou-se por outros produtos disponíveis no mercado: detergentes líquidos.

Para a minimização dos resíduos o uso do computador e outras ferramentas multimídia como auxílio para alguns experimentos mais complexos também foi pautado no programa de minimização de resíduos.

A centralização do almoxarifado é fundamental para a minimização dos riscos de acidentes; materiais incompatíveis devem ser estocados separadamente; cuidados com temperatura e ventilação; acesso deve ser restrito; inspeção e treinamentos devem ser rotineiros.

Os reagentes não utilizados compõem até 40% do total e que a compra de grandes quantidades não produz uma economia efetiva pois os mesmos não são utilizados e passam de sua data de validade, adotou-se então a compra de apenas o que é estritamente necessário.

O reaproveitamento do resíduo pode ser realizado através da reciclagem, recuperação e reutilização. Este processo é possível pela identificação correta dos resíduos em seus respectivos recipientes. Podendo assim identificá-los e utilizar a melhor técnica para a separação dos materiais que após o processo dependendo do grau de pureza podem ser utilizados novamente como matéria prima para novos experimentos.

A reciclagem de solventes orgânicos é uma principal opção de reaproveitamento, reduzindo consideravelmente o volume de solvente gerado (AFONSO et al, 2004).

O que pode ser reusado: utilizar um insumo sem que haja necessidade de qualquer tratamento. Exemplos: Soluções de NaOH, Resíduos a base de Cr(VI), Resíduos orgânicos não halogenados.

Os que podem ser reciclados: utilizar um resíduo ou seu conteúdo energético. Como exemplos têm-se: Solventes, Combustíveis, Óleos. Recuperar catalisadores.

O tratamento dos resíduos pode ser químico, físico ou térmico. Os tipos de técnicas convencionais de tratamento são a neutralização, separação, fixação, oxidação, precipitação e a troca iônica. Os mais utilizados são a neutralização ácido/base e precipitação química de metais, estas técnicas se justificam pela praticidade metodológica. Na figura 1 e 2 apresentam alguns resíduos sendo tratados.



Figura 1 – Tratamento de resíduos.



Figura 2 – Tratamento de resíduos de laboratórios de química.

O destino final, em última circunstância, é fundamental para dispor adequadamente os resíduos, o que pode ser em aterros ou outros lugares apropriados.

Os métodos de descarte variam conforme a característica de cada resíduo. Por exemplo, ácidos e bases de alta toxicidade podem, em alguns casos, ser neutralizados, diluídos e descartados. Pode-se também, dentro das possibilidades, incinerar o material em incinerador com dois estágios de combustão. No caso de resíduos contendo metais regeneráveis, estes devem ser recolhidos separadamente.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados alcançados durante a implementação do projeto permitiram desde o desenvolvimento de métodos mais limpos e com menor volume de reagentes e conseqüentemente, menor geração de resíduos, até ações que visam a identificação, tratamento, reaproveitamento e a disposição final dos mesmos. Isso foi obtido pela modificação de aulas experimentais, substituição de matérias primas nas aulas experimentais.

Foi possível minimizar a geração, estimulando o reaproveitamento, através de reutilização ou recuperação. Por fim, teve-se a necessidade de dispor adequadamente os rejeitos, os mesmos foram encaminhados para aterros e outros destinos apropriados. Ressaltando ainda a divulgação interna e externa do projeto, através da participação em eventos científicos e da publicação do trabalho.

De acordo com o levantamento feito pela UPF de dados da produção de resíduos gerados pelos laboratórios de ensino de química no período de 2002 a 2004, a química foi o setor da universidade que gerou maior quantidade de resíduos, chegando a gerar 36,82 % de toda quantidade da UPF. Isto se deve as particularidades dos laboratórios de ensino de química que atendem vários cursos de graduação, ensino médio e pós-médio.

As quantidades sugerem que em média cada acadêmico(a) atendido nos laboratórios de ensino da Química da UPF produziram entre os anos de 2002 a 2004: 0,90 L per capita anual de resíduos nos laboratórios, gerando um custo de R\$ 5,00 (cinco reais) anuais.

Com os resultados do projeto foram produzidos no ano de 2005, 90 L de resíduos, perfazendo um rebaixamento de 818 L comparado a produção média dos 3 últimos anos.

Esta quantidade perfaz uma economia financeira de R\$ 4090,00 (quatro mil e noventa reais) pela não necessidade de tratamento dos mesmos e uma economia de compra de reagentes pela reutilização dos materiais e reagentes recuperados pelo projeto.

A avaliação feita do projeto foi satisfatória, tendo atendido todos os objetivos propostos, onde foram implementadas estratégias de reuso, segregação, reutilização e destinação final dos resíduos gerados em atividades experimentais nos laboratórios de ensino de química da UPF.

Entende-se que esse conjunto de ações, embora não seja a solução completa para o gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de instituições de ensino, podem contribuir para a mudança da realidade atual e principalmente incentivar a discussão sobre a geração e destino dos resíduos das aulas experimentais das instituições de ensino superior.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sucesso desse trabalho dependeu do engajamento que só pôde ser obtido gradualmente, através de esforços continuados, onde foram produzidas mudanças de atitude na gestão dos resíduos de atividades experimentais dos laboratórios de ensino de química, obtendo-se uma diminuição de custos e o envolvimento da comunidade na melhoria da discussão ambiental. Os meios acadêmicos e de pesquisa têm muito a colaborar nesse sentido, tanto para encontrar soluções para os casos ainda pendentes como para divulgar os riscos relativos e as novas técnicas desenvolvidas no setor.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AFONSO, J. C. et al. **Gestão de resíduos: o testemunho do instituto de química da UFRJ**. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 3, 2004, Niterói. Resumos... 1 CD ROM. 2004.

AMARAL, S. T. **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, Vol. 24, no 3, 419-423, 2001.

CANOVA, T. S. **Tratamento de Resíduos de Laboratório: uma Nova Visão no Ensino de Química**. UNILASSALE. XXIV EDEQ – UCS, 2004.

CUNHA, Carlos Jorge da. **O Programa de Gerenciamento dos Resíduos Laboratoriais do Departamento de Química da UFPR**. Química Nova, Vol. 24, no 3, 424-427, 2001.

EMPTOZ, G.; Chem. Ind. Eur. 1850-1914, 1998, 293.

HIRATA, M. H. ; MANCINI, F. J. **Manual de biossegurança**. São Paulo: Manole, 2002. 496 p.



III Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí  
Dias 15, 16 e 17 de Abril de 2009.

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa.** Química Nova, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 671-673, maio 1998.

SINGH, M. M. et al. A comparative study of microscale and standard burets. Journal of **Chemical Education**, Easton, v. 77, n. 5, p. 625-626, Sep./Oct. 2000.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. **Implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos e Águas Servidas nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa no CENA/ USP.** Química Nova, Vol. 28, 2005. p. 732-738.

WHITEHEAD, J. & FREEMAN, N. T. **Safety in the Chemical Laboratory.** London, Academic Press, 1982.