



## A GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS QUÍMICOS NA UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

**Vania Elisabete Schneider<sup>1</sup>, Suzana Maria de Conto<sup>2</sup>, Kira Lusa Manfredini<sup>3</sup>, Isalmar Brustolin<sup>4</sup>, Guilherme Boz<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Doutora em Eng. de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental/ Diretora do Instituto de Saneamento Ambiental/Universidade de Caxias do Sul/ UCS (veschnei@ucs.br)

<sup>2</sup> Doutora em Educação e Professora no Centro de Ciências Exatas e Tecnologia e no Mestrado em Turismo da UCS (smcmende@ucs.br)

<sup>3</sup> Bióloga/ Técnica do Instituto de Saneamento Ambiental/UCS (klmanfre@ucs.br)

<sup>4</sup> Eng. Química/ Técnica do Instituto de Saneamento Ambiental/UCS (ibrustol@ucs.br)

<sup>5</sup> Acadêmico de Eng. Ambiental/ bolsista do Instituto de Saneamento Ambiental/ UCS (gboz@ucs.br)

### **Resumo**

As atividades científicas e profissionais de instituições de ensino, pesquisa e extensão podem gerar, paralelamente, resíduos químicos de diversos graus de periculosidade, que podem necessitar de tratamento físico e/ou químico adequado, antes de serem enviados ao destino final. A Universidade de Caxias do Sul vem desenvolvendo desde 1999 o Programa de Gerenciamento Ambiental, fruto de ações desencadeadas desde 1987. Os resultados alcançados desde o início do Programa são satisfatórios: em 8 anos (2002-2010) 37.207 litros de resíduos químicos deixaram de contaminar o meio ambiente graças às ações de gestão ambiental da Universidade. A implantação do programa de gestão de resíduos da Universidade de Caxias do Sul deve ser tomada como exemplo para outras instituições, preparando estudantes e fornecendo informações e conhecimentos, auxiliando no desenvolvimento de uma sociedade sustentável. A gestão ambiental em universidades não deve ser um caso isolado e sim revelar a preocupação crescente de adaptação das universidades em busca de um desenvolvimento da consciência ecológica.

**Palavras-chave:** Resíduos químicos. Gerenciamento de resíduos químicos. Gestão de resíduos em universidades. Universidade de Caxias do Sul.

**Área Temática:** Resíduos

### **Abstract**

*The scientific and professional activities of a higher educational institution may generate, in parallel to the researches carried out, a wide range of chemical waste of many levels of danger, which may require appropriate physique or chemical treatment before being sent to final disposal. Since 1999, the Universidade de Caxias do Sul – UCS – has been developing an Environmental Management Program , as a result of a group of actions carried out since 1987. Results achieved since the beginning of the program are considered satisfactory: in eight years (2002-2010), 37,207 liters of chemical waste were prevented to contaminate the environment due to the actions carried out at the University. The program of waste management implemented should be an example for other institutions, preparing students and providing information and knowledge, as well as contributing in the development of a sustainable society. Also, programs of environmental to the management in universities should not be considered and studied as isolated cases but should reveal growing concern in the pursuit of ecological awareness development.*

**Key words:** Chemical waste. Management of chemical waste. Higher Educational Institutions. Universidade de Caxias do Sul.

**Theme Area:** Waste



## 1 Introdução

A maioria das Instituições de Ensino e Pesquisa faz uso ocasional ou constante de algum produto químico em sua atividade rotineira e básica (ensino, pesquisa e extensão). As atividades científicas e profissionais (publicações, patentes, reconhecimento científico, desenvolvimento de novos produtos e tecnologias) podem gerar, paralelamente, resíduos químicos de diversos graus de periculosidade, que podem necessitar de tratamento físico, físico-químico ou químico adequado, antes de serem enviados à disposição final (AFONSO et al., 2003).

As Instituições de Ensino, como geram pequenas quantidades de resíduos químicos em relação às indústrias, em geral, são tratadas como atividades não impactantes pelos órgãos de proteção ambiental e, por isso, pouco fiscalizadas (CARDOSO; HOLANDA; CARDOSO, 2010). De acordo com Afonso et al. (2003), a ausência de um órgão fiscalizador, a falta de visão e o descarte inadequado levaram muitas instituições a poluir o meio ambiente, promover o desperdício de material e arcar com o mau gerenciamento dos produtos sintetizados ou manipulados. Além disso, tem-se observado que os resíduos que apresentam maior periculosidade são acondicionados e armazenados no próprio laboratório, aguardando um destino final, e outros com menor periculosidade são descartados diretamente na tubulação (SCHNEIDER et al., 2008).

A maioria destes químicos residuais gerados em laboratórios pode oferecer risco/periculosidade em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004), e serem classificados, segundo a norma, como sendo Classe I.

Segundo a resolução CONAMA 358 de 2005 (BRASIL, 2005) e a NBR 10.004 (ABNT, 2004), que trata dos resíduos de serviço de saúde, os resíduos químicos perigosos pertencem ao grupo B, por apresentarem risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características.

Resíduos gerados em laboratórios são via de regra produtos químicos obsoletos, solventes orgânicos usados, halogenados ou não, soluções ácidas e básicas diluídas ou contaminadas, soluções de metais pesados, misturas complexas resultantes de reações químicas, catalisadores e óleos usados, amostras contaminadas, entre outros (FIGUEREDO; JACOVELLI, 2006).

Apesar desta geração de resíduos ser caracterizada, na maioria das vezes, por um baixo volume, estes apresentam grande heterogeneidade e periculosidade. Neste contexto, a Universidade de Caxias do Sul vem buscando, desde 1989, gerenciar e tratar seus resíduos de forma a diminuir o impacto causado ao meio ambiente, particularmente aos recursos hídricos pelo descarte de resíduos líquidos, despertando ainda a consciência profissional e o senso crítico de alunos, funcionários e professores.

Gerenciamento de resíduos é uma prática que consiste em controlar o potencial de impactos ambientais dos resíduos gerados de uma determinada atividade (ROCCA et al., 1993).

As ações ambientais do Programa de Gerenciamento Ambiental da UCS, desenvolvido desde 1999, estão voltadas ao gerenciamento de resíduos sólidos, ao gerenciamento de resíduos líquidos, ao uso e ocupação do solo, à racionalização do uso da água e à educação ambiental (DE CONTO et al., 2010). Quanto ao gerenciamento de resíduos líquidos da UCS, ressalta-se que as atividades desenvolvidas dividem-se em duas ênfases: efluentes sanitários (construção e operação da estação de tratamento de esgoto – ETE) e resíduos líquidos de laboratórios (RALs).

Os resíduos líquidos químicos são armazenados provisoriamente na Central de Armazenamento e Triagem de Resíduos da Cidade Universitária, que é operacionalizada de forma a organizar de maneira adequada e segura os resíduos segregados pela comunidade



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

acadêmica da Universidade de Caxias do Sul. Internamente, na Central, os resíduos estão organizados em resíduos líquidos perigosos; resíduos sólidos Classe I; lâmpadas fluorescentes e pilhas; vidraria de laboratório contaminada com produtos químicos; papel e papelão.

A Central, que está em operação desde junho de 2002, possui uma área construída de 200 m<sup>2</sup>, sendo que a edificação atende aos critérios constantes na Norma NBR 12.235 (ABNT, 1992).

Importantes contribuições sobre gerenciamento de resíduos químicos em universidades são apresentadas na obra organizada por De Conto (2010), onde reúne experiências na gestão de resíduos de nove universidades do país. O capítulo apresentado por pesquisadores da UCS apresenta o histórico da instituição na gestão de resíduos.

O descarte de resíduos no meio ambiente pode causar efeitos adversos significativos, em particular aos corpos hídricos, especialmente em se tratando de resíduos líquidos. O contingente de substâncias químicas geradas nas mais diversas atividades vem crescendo em complexidade na medida em que avançam os processos tecnológicos, os novos materiais e a demanda por bens e serviços decorrentes do crescimento populacional.

O risco ambiental cresce igualmente pelo potencial de periculosidade dos resíduos que afetam não apenas a saúde humana, mas também o equilíbrio dos ecossistemas. Os ecossistemas aquáticos são os que mais sofrem com as ações antrópicas por receberem diretamente efluentes e resíduos ou indiretamente quando lançados ao solo uma vez que podem ser lixiviados pelas chuvas e pela drenagem superficial e subterrânea, ou até mesmo por arraste e diluição de emissões atmosféricas.

Neste contexto, busca-se através deste trabalho analisar os potenciais impactos da geração de resíduos líquidos aos corpos hídricos por uma instituição de ensino superior, alertando para a responsabilidade em desenvolver o senso crítico sobre as ações praticadas por ela própria no contexto ambiental.

Sendo assim, a UCS, através de suas ações promovidas pelo Programa de Gerenciamento Ambiental, vem buscando evitar e mitigar os impactos ambientais decorrentes de suas atividades buscando a coerência entre a teoria e prática e utilizando suas ações como exemplo para a formação de recursos humanos por ela formados.

## 2 Metodologia

O primeiro diagnóstico de geração dos resíduos químicos foi desenvolvido no período de 1999 a 2001. Dessa forma, houve o levantamento do passivo ambiental dos laboratórios da Instituição, assim como a relação dos resíduos gerados nas análises físico-químicas e biológicas realizadas nos laboratórios da UCS. Foram levadas em conta as práticas laboratoriais e os produtos utilizados (De Conto et al., 2010), gerando-se assim um conjunto de substâncias identificadas por códigos. Foram definidas 45 categorias diferenciadas para segregação dos RALs cujo acondicionamento nas unidades laboratoriais é feito em contêineres de polietileno de alta densidade (PEAD) com capacidades de 20, 10 ou 5 litros, conforme a necessidade de cada laboratório (Figura 1).

Os resíduos foram classificados em função das análises físico-químicas e biológicas que lhe deram origem. Esta classificação é utilizada ainda para sua identificação nas embalagens de acondicionamento, onde constam os nomes das principais substâncias contidas no resíduo.

Os resíduos de análises de laboratórios (RALs) são segregados de acordo com as recomendações da norma NBR 12.235 (ABNT, 1992). Evita-se assim, a promoção de reações secundárias e formação de novos produtos, impossibilitando a sua recuperação e tratamento.

Os RALs devidamente identificados são armazenados na Central de Triagem e Armazenamento de Resíduos da UCS (Figura 2) para posteriormente serem encaminhados para tratamento e/ou destinação final adequada. O relato histórico das etapas desenvolvidas no



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

processo de licenciamento ambiental da Universidade de Caxias do Sul e consequentemente da construção do Gerenciamento Ambiental e implantação do sistema de gerenciamento de resíduos químicos encontra-se apresentado por De Conto et al. (2010).

Figura 1 – Contêineres para armazenamento interno nas unidades geradoras, de líquidos químicos perigosos



Figura 2 – Central de Aramzenamento de resíduos sólidos da UCS



A partir dos reagentes utilizados em cada experimento e das características dos mesmos, foram feitos agrupamentos de substâncias levando-se em consideração a incompatibilidade das mesmas, conforme Tabela 1.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Tabela 1 – Segregação das substâncias químicas.

| Nº   | Substância                        | Nº        | Substância                  |
|------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------|
| 001  | Fe, Al, Cu                        | 027       | Brometo de Etídio           |
| 002  | Zn, Pb, Mo, Ni                    | 028       | Comp.Org. Alifático         |
| 003  | Co, Mn, Cd                        | 020       | Bromo                       |
| 004  | Mg, Na, K, Ca, SO <sub>4</sub>    | 030       | Ferrocianeto de K           |
| 005  | Bário                             | 031       | Selênio (Se)                |
| 006  | Cianeto                           | 032       | Acrilamida                  |
| 007  | NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> | 033       | Fenóis                      |
| 008  | Surfactantes                      | 034       | DAB                         |
| 009  | Mercúrio                          | 036       | Resíduos Classe I           |
| 010  | (Cr <sup>6+</sup> )               | 038       | Resíduo Oxidante            |
| 010* | Cr <sup>6+</sup> + Hg + Ag        | 040       | Medicamentos vencidos       |
| 011  | Solv. Não clorados                | 041       | Formalina 10%, Eter e Fezes |
| 012  | Solv. Clorados                    | 052       | Piridina                    |
| 013  | Iodo (I)                          | 053       | Silício                     |
| 014  | Fluor (F)                         | 054       | Titânio                     |
| 015  | Cr <sup>3+</sup>                  | 055       | Comp. Halogenados Clorados  |
| 016  | Prata (Ag)                        | 056       | Compostos Sulforados        |
| 017  | Óleos Minerais                    | 057       | Compostos Aromáticos        |
| 018  | Ácidos                            | MK        | Mistura de kits             |
| 019  | Bases                             | FC        | Fluído de Corte             |
| 020  | Sol.Alcoólicas                    | MC        | Meios de Cultura            |
| 021  | Permanganatos                     | MM        | Mistura de Metais           |
| 022  | Óleos Vegetais                    | GAS       | Gasolina                    |
| 023  | As, Sb, Sn                        | FD        | Folin-Denis                 |
| 024  | Revelador Fotog.                  | MIST - 01 | Butanol + Querosene + Água  |
| 025  | Fixador Fotog.                    | MIST - 02 | Biodiesel + Glicerina       |
| 026  | Agrotóxicos                       | MIST - 03 | Polieletrólito              |

Uma vez cheias as bombonas temporárias, o laboratório faz uma solicitação de retirada do líquido químico e de reposição por bombonas vazias. Os resíduos líquidos perigosos, gerados pelas unidades laboratoriais da Universidade de Caxias do Sul, são então transferidos para a Central de Armazenamento e Triagem de resíduos cujo piso foi impermeabilizado com manta de polietileno de alta densidade (PEAD) a fim de evitar vazamentos. Neste local, os resíduos são armazenados em para bombonas de PEAD com capacidade de 60 e 100 litros, obedecendo aos mesmos critérios de segregação atendendo as recomendações da norma NBR 12.235, evitando-se assim, a promoção de reações secundárias e formação de novos produtos, o que impossibilita a sua recuperação e tratamento.

Os resíduos acondicionados ficam armazenados pelo período necessário para completar uma carga, quanto então são encaminhados para o tratamento em central especializada para este fim, juntamente com os resíduos sólidos Classe I.

O Gerenciamento de Resíduos de Análises Laboratoriais encontra-se em contínuo processo de atualização, tendo em vista a execução de novos roteiros de aulas práticas das diferentes disciplinas, dos novos cursos ou ainda em função dos projetos de pesquisa e prestação de serviço. Atualmente, na cidade universitária, 69 unidades (dentre laboratórios de caráter químico, biológico, físico, mecânico e secretarias de blocos) já possuem procedimentos definidos.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

### 3 Resultados e discussão

O Quadro 1 apresenta a quantidade de resíduos líquidos de análises de laboratórios gerada no período compreendido entre os anos de 2002 a 2010.

Quadro 1 – Resíduos gerados de 2002 a 2010 (em litros)

| RESÍDUO   | ANO DE GERAÇÃO |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   | 2002           | 2003        | 2004        | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        |
| Fe, Al, Cu, Zn, Pb, K, SO <sub>4</sub> , Mn, Co | 195            | 395         | 425         | 445         | 750         | 730         | 680         | 1375        | 1780        |
| Ag, Hg, Sn, As, Sb, Se, Si, Ti, Ba              | 180            | 303         | 395         | 260         | 380         | 235         | 120         | 275         | 315         |
| Solventes Clorados e Não Clorados               | 85             | 190         | 315         | 245         | 340         | 265         | 355         | 505         | 385         |
| Óleos Minerais e Vegetais                       | 15             | 25          | 15          | 0           | 10          | 5           | 10          | 0           | 35          |
| Cromo trivalente e hexavalente                  | 55             | 140         | 125         | 85          | 340         | 335         | 330         | 375         | 475         |
| Br, F, Cl, S                                    | 50             | 112         | 127         | 115         | 340         | 220         | 220         | 370         | 60          |
| Ácidos  | 155            | 320         | 315         | 480         | 790         | 665         | 760         | 990         | 1665        |
| Bases   | 120            | 180         | 185         | 135         | 260         | 290         | 265         | 410         | 770         |
| Álcoois   | 45             | 120         | 150         | 40          | 95          | 45          | 85          | 90          | 190         |
| CN, NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub>           | 50             | 32          | 25          | 65          | 130         | 75          | 105         | 325         | 305         |
| Surfactantes                                    | 5              | 25          | 5           | 35          | 150         | 150         | 100         | 85          | 50          |
| Agrotóxicos                                     | 40             | 10          | 5           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Compostos Orgânicos Alifáticos                  | 15             | 50          | 150         | 105         | 155         | 200         | 175         | 155         | 90          |
| Fenol   | 15             | 480         | 265         | 200         | 620         | 595         | 625         | 890         | 650         |
| Revelador e Fixador Fotográfico                 | 80             | 180         | 400         | 380         | 120         | 160         | 220         | 280         | 300         |
| Demais substâncias perigosas                    | 35             | 67          | 81          | 55          | 160         | 700         | 475         | 410         | 370         |
| <b>TOTAL ANUAL</b>                              | <b>1140</b>    | <b>2629</b> | <b>2983</b> | <b>2645</b> | <b>4640</b> | <b>4670</b> | <b>4525</b> | <b>6535</b> | <b>7440</b> |
| <b>TOTAL GERAL</b>                              | <b>37.207</b>  |             |             |             |             |             |             |             |             |

Observa-se pelos resultados que 37.207 (2002-2010) litros de resíduos líquidos deixaram de ser lançados no corpo receptor nesses 8 anos em que o Programa de Gerenciamento da UCS vem sendo desenvolvido.

Considerando-se a natureza das substâncias geradoras e destinadas ao tratamento neste período é possível estimar o quanto foi minimizado de impacto dos recursos hídricos levando-se em conta especialmente a quantidade de resíduos segregados e tratados demonstrados pela geração apontada na Tabela 1 e o caráter de toxicidade, bioacumulação e biomagnificação de grande parte das substâncias aqui apresentadas conforme a Norma Técnica 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004).



## 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Caso estas ações não tivessem sido desencadeadas, esta mensuração do que foi evitado fornece um indicador do potencial contribuição da UCS ao agravamento da já problemática situação das micro-bacias urbanas de Caxias do Sul uma vez que todos estes resíduos anteriormente à implementação do Programa de Gerenciamento eram lançados no ambiente sem qualquer medida de precaução.

### 4 Conclusão

Os resultados alcançados desde o início do Programa de Gerenciamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul são satisfatórios e confirmam inequivocavelmente que o programa de gestão e de gerenciamento de resíduos é uma necessidade que deve ser implantado por todas as Instituições de ensino superior. Em oito anos (2002-2010) a UCS deixou de descartar no meio ambiente 37.207 litros de resíduos químicos líquidos.

A UCS vem administrando e dando o destino correto aos resíduos produzidos pela Instituição. Especialmente no que se refere a resíduos químicos, a Universidade tem direcionado seus esforços à redução da geração, a segregação, ao acondicionamento, ao armazenamento e destino final ambientalmente correto. Além de orientar condutas da comunidade acadêmica, principalmente dos profissionais sobre a uniformização dos procedimentos sobre o manejo de resíduos químicos, o que é indispensável no monitoramento e avaliação da geração, possibilitando a correção de inadequações nas formas de manejo. Ao conhecer os tipos de resíduos gerados, é possível também, por exemplo, substituir substâncias utilizadas em reações químicas ou análises por outras de menor periculosidade..

O sucesso de um Programa de Gerenciamento de resíduos depende de esforço contínuo e de todos. Programas de gerenciamento de resíduos em universidades dependem de um esforço contínuo, sistêmico e responsável de toda a comunidade acadêmica (administradores, professores, alunos e colaboradores).

A implantação do programa de gestão de resíduos da Universidade de Caxias do Sul serve de exemplo para outras instituições de ensino do país, preparando estudantes e fornecendo informações e conhecimentos de qualidade, como decorrência auxiliando no desenvolvimento de uma sociedade sustentável. A gestão ambiental em universidades não deve ser um caso isolado e sim revelar a preocupação crescente de adaptação das universidades em busca de um desenvolvimento de sensibilização ecológica.

### Referências

AFONSO, J. C. et al. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: Recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, (26), 602-611. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, Rio de Janeiro, abr.1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 358** de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf)>. Acesso em: 7 maio 2011.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

DE CONTO, S. M. **Gestão de resíduos em universidades.** Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2010. 319 p.

DE CONTO, S. M. et al. Gestão de resíduos na Universidade de Caxias do Sul: um processo de construção das atividades de ensino, pesquisa e de extensão com responsabilidade socioambiental. In: DE CONTO, S. M. (Org.). **Gestão de resíduos em universidades.** Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2010, cap. 2.

CARDOSO, R. S.; HOLANDA H. D.; CARDOSO, Raquel S. Gerenciamento de resíduos químicos gerados nos laboratórios do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. In: **I SECITEAC** – Semana de Ciência e Tecnologia, Esporte, Arte e Cultura, 2010, João Pessoa. Anais do XIII Encontro de Iniciação a Docência e do XII Encontro de Extensão. João Pessoa: Editora Universitária, 2010.

FIGUEIREDO, P. J. M.; JACOVELLI, S. J. Projeto para montagem em máquinas ferramenta. **Revista Máquinas e Metais**, São Paulo, Ano XLII, n. 488, p. 156-197, set. 2006.

ROCCA, A. C. C. et. al. **Resíduos sólidos industriais.** São Paulo: CETESB, 1993.

SCHNEIDER, J. et al. Proposta de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Laboratório de Ensino de Química do Departamento de Química – UFES. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA**, 48., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** 2008.