

GESTÃO DO AMBIENTE E DA SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE ENSINO

Ana Fonseca

Professora Associada

CEMAS, Faculdade de Ciência e Tecnologia - UFP

afonseca@ufp.pt

Gisela Oliveira

Centro de Recursos Laboratoriais - UFP

gisela@ufp.pt

Maria João Castro

Centro de Recursos Laboratoriais - UFP

mjoao@ufp.pt

C. Moutinho

Licenciada em Engenharia do Ambiente - UFP

As universidades têm a capacidade e a responsabilidade de promoverem o desenvolvimento pelo ambiente e pela segurança, transmitindo valores e saberes, e comportando-se de forma social e ambientalmente responsável. Neste trabalho faz-se uma análise da forma como é feita a gestão do ambiente e da segurança no Laboratório de Química da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa, identificando os seus pontos fortes e fracos e as oportunidades de melhoria.

1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

A gestão do ambiente e da segurança em ambiente universitário assume um papel muito relevante uma vez que as universidades contribuem de forma significativa para o desenvolvimento da sociedade. A função da universidade consiste não só em educar através da transmissão de princípios, como também através do treino específico da aplicação destes princípios. Neste contexto, a elaboração de projectos de gestão do ambiente e da segurança, com envolvimento efectivo de toda a comunidade académica, reveste-se de particular interesse e importância.

Note-se que cada vez mais a sociedade em geral (e o mercado de trabalho em particular) dão importância aos comportamentos ambientalmente correctos e a todos os procedimentos que visam proteger a saúde e segurança. A demonstrá-lo veja-se o elevado número de empresas que têm programas de Gestão Ambiental, Gestão da Higiene, Saúde e Segurança Ocupacional, Responsabilidade Social Empresarial, etc. Face ao exposto, a inclusão de preocupações com o ambiente e a segurança nos currículos académicos tradicionais será seguramente uma mais-valia, a todos os níveis, para um aluno universitário.

Não é difícil a sensibilização para as questões ambientais e de segurança numa comunidade académica, uma vez que uma população com um grau de educação elevada é mais receptiva a mudanças, desde que as políticas e procedimentos sejam bem justificados e sem ambiguidade [Balf *et al.*, 2003]. No entanto, a coordenação de um projecto de gestão do ambiente e da segurança em meio universitário apresenta algumas complexidades, essencialmente devidas a [Izzo, 2000; Barnes e Jerman, 2002; Viebahn, 2002]:

- As faculdades e departamentos dentro de uma universidade, geralmente, funcionam de forma independente uns dos outros;
- O tipo de operações e resíduos gerados varia frequentemente e apresenta grande diversidade;
- A grande maioria da população envolvida (alunos) não é fixa e está 'presente' no projecto por um curto espaço de tempo; por outro lado é, normalmente fortemente motivada.

De entre os principais aspectos com relevância ambiental e riscos associados dentro de uma universidade surgem os laboratórios, já que neles se manipulam materiais perigosos para o ambiente e segurança dos que aí trabalham. Muitos químicos existentes nos laboratórios são tóxicos, inflamáveis ou explosivos. Consequentemente devem ser manipulados, armazenados e os seus resíduos tratados ou eliminados de forma a minimizar os impactes ambientais e riscos associados.

É possível encontrar na literatura diversos testemunhos de implementação de programas de gestão do ambiente e da segurança em laboratórios de ensino universitário (ver, por exemplo, Penas *et al.*, 2005; Balf *et al.*, 2003; Serra *et al.*, 2003-A e 2003-B; Izzo, 2000; Pacheco e Hemais, 2000). A implementação de um programa deste tipo passa por estabelecer alguns princípios de actuação, como por exemplo: formação de professores e alunos, criação de programas de auto-inspecção, estabelecimento de objectivos, etc. Como resultados desta implementação são expectáveis mudanças de comportamentos, assim como mudanças culturais, que se poderão quantificar através do estabelecimento de indicadores adequados, como registos de formação, resultados em testes de sensibilização, quantidades de resíduos gerados, quantidade de produtos reutilizados ou reciclados, número de acidentes e incidentes, etc. (Balf *et al.*, 2004).

As principais estratégias para a diminuição de riscos ambientais e de segurança em laboratórios baseiam-se nas seguintes medidas:

- Minimizar o *stock* de produtos químicos. Deste modo reduzem-se também as necessidades de espaço requerido e eventuais perdas financeiras devido à perda de validade dos produtos (Penas *et al.*, 2005; American Chemical Society, 2002; Jardim, 1998);
- Substituir produtos tóxicos por produtos com menor grau de toxicidade ou inócuos;
- Aplicar o conceito da micro-escala, ou seja, reduzir a escala das experiências e protocolos à menor possível que permita atingir as necessidades de formação envolvidas (American Chemical Society, 2002; Singh *et al.*, 1999; Jardim, 1998; Pickering *et al.*, 1986);
- Reduzir ao essencial o número de ensaios (incluindo o número de amostras e número de réplicas);
- Promover a separação dos resíduos, maximizando as possibilidades de recuperação de materiais através da sua reutilização e reciclagem;
- Promover informações sobre os benefícios ambientais e de segurança decorrentes dos esforços desenvolvidos para diminuição de riscos (American Chemical Society, 2002).
- Garantir que todos os produtos armazenados, incluindo resíduos, se encontram adequadamente rotulados, e que as Fichas de Dados de Segurança (FDS) estão disponíveis.

As preocupações com o ambiente e a segurança devem começar logo na fase de programação das experiências a realizar no âmbito das disciplinas leccionadas: deve procurar-se que as substâncias utilizadas sejam o menos tóxicas possível, e envolvam o mínimo de geração de resíduos. A opção pela micro-escala apresenta vantagens não só ao nível da segurança e do ambiente, mas também ao nível económico, e é a demonstração prática do conceito 'prevenção da poluição por redução na fonte' (Neves *et al.*, 2001).

É importante salientar que muitos alunos têm o primeiro contacto com um laboratório só quando chegam à universidade. Sendo assim é essencial que lhes sejam transmitidas infor-

mações sobre os riscos dos produtos que estão a utilizar, assim como sobre as precauções de segurança a ter em conta e os procedimentos de emergência a seguir em caso de acidente (Miguel, 2000). É também importante que lhes seja transmitida, quer em conceito teórico quer em aplicação prática, a Ética da Segurança (Hill, 2004): valorizar a segurança, trabalhar em segurança, prevenir situações de risco, promover a segurança e aceitar responsabilidade pela segurança.

A construção de uma cultura de prevenção como principal ferramenta para o controlo de riscos existentes em laboratórios de ensino constitui a melhor via para a diminuição, não apenas de resíduos e de todos os custos associados à sua gestão e eliminação, mas também de acidentes no laboratório. A experiência e as estatísticas demonstram que o comportamento humano constitui, na grande maioria dos casos, o factor desencadeante dos acidentes laboratoriais. O excesso de confiança por parte dos indivíduos muito treinados e habituados à execução de determinados procedimentos (como sejam os técnicos especializados e docentes) leva por vezes a um certo relaxamento da atenção durante a manipulação ou execução. Por outro lado, a inexperiência e o desconhecimento dos riscos por parte dos utilizadores (como é o caso da maior parte dos alunos, principalmente dos primeiros anos) é também determinante na ocorrência de acidentes. A melhor protecção que é possível oferecer a um aluno que procura obter educação em trabalho laboratorial é a transmissão por parte de técnicos e docentes, da informação adequada, e de exemplos de sensibilização, motivação e intransigência na adopção integral das Boas Práticas Laboratoriais (BPL). As BPL são normas e procedimentos de trabalho universalmente estabelecidos que devem ser tomadas em consideração na execução dos trabalhos laboratoriais dado que têm como objectivo minimizar e controlar a exposição dos utilizadores aos riscos inerentes à actividade laboratorial, como sejam por exemplo a utilização de equipamentos de protecção individual (EPIs). Saliente-se ainda que, em alguns casos, a aplicação de BPLs ultrapassa a questão ética, constituindo mesmo uma obrigação legal (Directiva Comunitária 1999/11/CE de 8 de Março e Directiva Comunitária 2004/10/CE de 11 de Fevereiro).

Neste trabalho descreve-se a forma como é feita a gestão do ambiente e da segurança no Laboratório de Química (LAQ) da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa (FCT-UFP), tendo como base o ano lectivo 2004/05. Os objectivos a atingir são a obtenção de uma análise crítica aos procedimentos actuais, e a identificação dos pontos fortes a serem mantidos e dos pontos fracos a serem melhorados.

O trabalho aqui apresentado foi baseado numa monografia apresentada para conclusão da licenciatura em Engenharia do Ambiente na Universidade Fernando Pessoa (Moutinho, 2004).

2. CASO DE ESTUDO: LABORATÓRIO DE QUÍMICA DA FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

O LAQ serve os alunos da Faculdade de Ciência e Tecnologia da UFP, e também alguns alunos da Faculdade de Ciência da Saúde desta Universidade. Este laboratório está em funcionamento regular desde Setembro de 1999. Aqui são leccionadas disciplinas na área do conhecimento da Química, e são também executadas pontualmente análises de águas de abastecimento e residuais. Está equipado com equipamento básico diverso (espectrofotómetros, sistemas de destilação e evaporação, estufas e mufla, balanças analíticas e de precisão, medidores de pH e condutividade, mantas e placas de aquecimento e agitação) e algum equipamento específico para a análise de águas (digestores aeróbio e anaeróbio, unidade de mistura e arejamento).

Na Tabela 1 apresenta-se um resumo da actividade do LAQ no ano lectivo 2004/05, incluindo as disciplinas aí leccionadas, o número de trabalhos práticos realizados, o número de alunos envolvidos e as quantidades de resíduos produzidos.

Tabela 1 Actividade global do LAQ no ano lectivo 2004/05

| Disciplina | Nº trabalhos Laboratoriais | Nº alunos | Resíduos gerados | Volume de resíduos tóxicos | % de resíduos tóxicos |
|--|----------------------------|-----------|------------------|----------------------------|-----------------------|
| Técnicas laboratoriais | 9 | 80 | 10 L | 2 L | 20% |
| Química II | 9 | 6 | 3 L + 50 g | 600 mL | 20% |
| BIF | 7 | 20 | 2,6 L | 1 L | 38% |
| Biologia I / Biologia II | 8 | 7 | 2 Kg | Não gera resíduos tóxicos | - |
| Ecologia / Ecologia e Ecotoxicologia | 4 | 35 | 3 L ; 2 Kg | Não gera resíduos tóxicos | - |
| Química da água | 6 | 4 | 9,5 L | 2 L | 21% |
| Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuais | 5 | 16 | 14 L* | 14 L | 100% |
| Química Geral | 8 | 24 | 18 L | 2 L | 11% |
| Biotecnologia | 4 | 10 | 3 L ; 500 g | 1 L | 33% |

* Este volume não toma em consideração o volume de amostras de efluente industrial analisado e tratado durante as aulas e que corresponde a cerca de 70 L.

No que diz respeito à gestão ambiental no LAQ, importa conhecer os principais fluxos de materiais neste laboratório. Na Figura 1 apresenta-se um diagrama ilustrativo desses fluxos

relativamente ao ano lectivo 2004/05.

Como se pode observar nessa figura, no LAQ são gerados resíduos sólidos (efectuando-se a sua recolha selectiva), que são posteriormente equiparados a urbanos (RSUs), efluentes líquidos não tóxicos cujo destino é o esgoto de efluentes domésticos (SMAS), amostras de águas residuais que são reenviadas para uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), e alguns resíduos (sólidos e líquidos) considerados perigosos que são encaminhados para uma entidade receptora devidamente licenciada para o efeito (neste caso a empresa SUCH – “Serviço de Utilização Comum dos Hospitais”). Há ainda a considerar na contabilização dos resíduos gerados as águas de lavagem regular do material, apesar de não ter sido possível a sua quantificação. Saliente-se que, como ilustrado na Figura 1, no LAQ faz-se o reaproveitamento de alguns produtos, quer através de processos de recuperação (destilação de solventes) ou através da reutilização directa noutros trabalhos.

Os resíduos gerados no LAQ podem ser agrupados em diferentes categorias, conforme o tratamento a que devem ser submetidos e o destino a ser-lhes dado. Estes resíduos são adequadamente segregados na fonte, e as quantidades produzidas em cada categoria são monitorizadas pelo Centro de Recursos Laboratoriais (CERLAB). Na Figura 2 apresentam-se os dados dessa quantificação relativamente ao

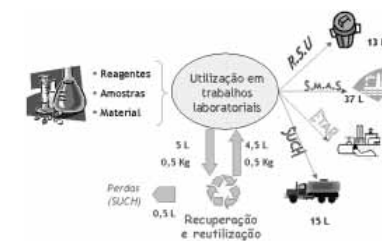


Fig.1 Principais fluxos de materiais no LAQ em 2004/05

ano lectivo 2004/05. Analisando essa figura pode-se verificar que a grande maioria dos resíduos líquidos provenientes do LAQ são amostras de águas residuais (quer industriais quer domésticas). Estas amostras são utilizadas para demonstração de processos de análise, tratamento e pré-tratamento, e são posteriormente reencaminhadas para a instituição de origem. As soluções aquosas com sais inorgânicos não tóxicos resultam essencialmente de processos de titulação, sendo que algumas delas têm origem na neutralização de soluções ácidas ou básicas produzidas no LAQ. O destino destas soluções aquosas neutralizadas é o esgoto doméstico. Como já referido atrás, os solventes orgânicos (não-organoclorados) são recuperados por destilação, sendo que os organoclorados são enviados para a SUCH. O mesmo destino é dado às soluções aquosas com compostos orgânicos ou com metais pesados. Os ácidos e bases são normalmente reutilizados dentro do LAQ.

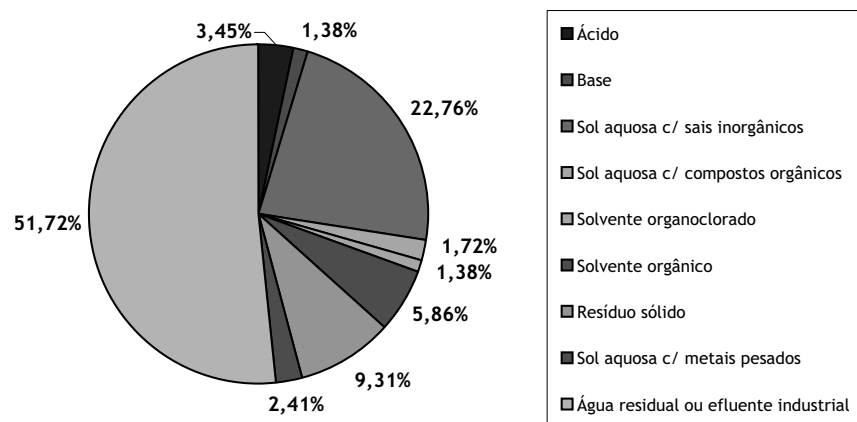


Fig.2 Categorias de resíduos produzidos no LAQ em 2004/05

Ainda ao nível de boas práticas ambientais, saliente-se que no LAQ existe um mecanismo de reutilização da água de refrigeração do destilador (utilizado diariamente para produzir água destilada) para a lavagem de pipetas. Deste modo consegue-se reduzir significativamente o consumo de água e a geração de efluente doméstico neste laboratório.

A gestão da segurança no LAQ tem por objectivo reduzir ao mínimo os riscos a que os seus utilizadores estão expostos. Estão disponíveis diversos EPIs, como por exemplo batas, luvas, óculos e máscaras de protecção. Ao nível dos equipamentos de protecção colectiva (EPCs) o LAQ está equipado com um lava-olhos e um extintor. Existe ainda uma *hotte* onde são executados os trabalhos com geração de vapores. Existem duas saídas de emergência: a porta principal do laboratório e uma porta secundária que dá acesso a serviços administrativos da UFP.

Para todos os produtos utilizados no LAQ, estão disponíveis no CERLAB as respectivas Fichas de Dados de Segurança (FDS), provenientes dos fornecedores desses produtos. O CERLAB está actualmente a elaborar, a partir das FDS, instruções de segurança para todos os produtos existentes no LAQ, com as principais informações para actuação em caso de emergência. Essas instruções, em conjunto com os procedimentos de emergência, estão disponíveis no dossier de segurança correspondente ao laboratório LAQ.

Todos os produtos existentes no LAQ estão devidamente identificados e rotulados, incluindo as preparações intermédias utilizadas nos trabalhos laboratoriais e os resíduos produzidos. A armazenagem de produtos está organizada por categorias, e os produtos inflamáveis estão acondicionados em armários próprios para esse efeito.

Tem sido desenvolvido um grande esforço, quer da parte do CERLAB quer dos docentes envolvidos, em substituir reagentes tóxicos e eliminar métodos de análise que necessitem deste tipo de reagentes. No entanto ainda há algum trabalho a ser feito a esse nível, uma vez que, apesar de a situação ter melhorado significativamente nos últimos anos, ainda são utilizados no LAQ alguns produtos com toxicidade elevada.

A comunidade utilizadora do LAQ, talvez em parte devido às características dos cursos aqui leccionados e da formação de funcionários e docentes, é fortemente motivada para as questões de segurança e ambientais e consciente dos efeitos da acção individual no meio ambiente. Deste modo, sendo o percurso deste laboratório ainda jovem (em funcionamento regular há cerca de 6 anos) registaram-se até ao momento 7 acidentes, sendo 6 de carácter pessoal (principalmente cortes com objectos de vidro e outro de salpicos de ácido) e 1 acidente de carácter ambiental (derramamento de efluente industrial). Afortunadamente todos estes acidentes foram resolvidos no momento, não se tendo verificado consequências graves nem permanentes. Em todos os casos foi o factor humano, falta de atenção ou excesso de confiança, a causa do acidente.

3. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

No que diz respeito à gestão ambiental no LAQ, no decorrer deste estudo foi possível constatar que a gestão dos resíduos produzidos é real e eficaz. Como oportunidade de melhoria sugere-se que os professores responsáveis sejam sensibilizados para o uso da micro-escala, uma vez que a gestão adequada dos resíduos produzidos no laboratório passa também pela gestão das quantidades dos reagentes utilizados.

Relativamente à gestão da segurança, foram detectados alguns pontos a ser revistos e melhorados, nomeadamente a utilização de reagentes tóxicos em alguns trabalhos e a ausência de simulacros para testar procedimentos de emergência. No entanto verificou-se que os restantes procedimentos de segurança existem e estão operacionais neste laboratório.

Ao nível de perspectivas futuras, é de referir que recentemente foi proposta a criação de um grupo de trabalho, envolvendo docentes e funcionários, para a promoção do Ambiente e Segurança na UFP (GMAHS – Grupo para a Melhoria do Ambiente, Higiene e Segurança na UFP). Espera-se que a actuação deste grupo venha contribuir para a melhoria contínua da gestão do ambiente e da segurança, não só no LAQ, mas em toda a Universidade. É desejável envolver cada vez mais os alunos neste tipo de actividades, tornando a sua participação mais activa.

Como conclusão e reflexão final, salienta-se que a gestão do ambiente e da segurança num laboratório de ensino é da responsabilidade de todo o pessoal ligado directamente às actividades que aí se exercem, nomeadamente professores, alunos e funcionários. Aos professores cabe a responsabilidade de transmitir valores e saberes, para que os alunos aprendam a comportar-se de uma forma social e ambientalmente responsável. Aos alunos, futuros técnicos profissionais, cabe a responsabilidade de assumirem uma postura de aproximação à sustentabilidade em todas as suas dimensões. A promoção da minimização de impactes ambientais e riscos de segurança ao nível da educação universitária terá um impacto significativo não só nos alunos, mas também em todos aqueles que, no futuro, partilharem o ambiente profissional com estes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Chemical Society (2002). Less is Better. [Em linha]. Disponível em http://membership.acs.org/ccs/pubs/less_is_better.pdf. [Consultado em 13/07/2005].
- Balf, T., Churchill, F., Hall, G., Graham, Z.S. e Stuart, R. (2003). Piloting an EMS – Based Regulation on Chemical Waste in Laboratories: a LabXL progress report. *In: Chemical Health & Safety*, May/June 2003, pp. 22-28.
- Barnes, P. e Jerman, P. (2002). Developing an Environmental Management System for a Multiple-University Consortium. *In: Journal of Cleaner Production*, 10, pp. 33-39.
- Directiva Comunitária 1999/11/CE de 8 de Março, relativa aos princípios de boas práticas de laboratório e ao controlo da sua aplicação para os ensaios sobre as substâncias químicas.
- Directiva Comunitária 2004/10/CE de 11 de Fevereiro, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas respeitantes à aplicação dos princípios de boas práticas de laboratório e ao controlo da sua aplicação nos ensaios sobre as substâncias químicas.
- Hill, R.H. (2004). Changing the Way Chemists Think about Safety. *In: Chemical Health & Safety*, May/June 2004, pp. 5-8.
- Izzo, R.M. (2000). Waste Minimization and Pollution Prevention in University Laboratories. *In: Chemical Health & Safety*, May/June 2000, pp. 29-33.
- Jardim, W.F. (1998). Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. *In: Química Nova*, Vol. 21, nº 5.

- Miguel, A.S.S.R. (2000). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. 5ª Edição, Porto, Porto Editora.
- Moutinho, C. (2004). *Gestão de Resíduos em Laboratórios de Ensino – Caso Prático: Laboratório de Química da UFP*. Porto, Universidade Fernando Pessoa.
- Neves, M.S., Arnáiz, F.J. e Pike, R.M. (2001). Química à Microescala – uma solução para um problema crítico. *In: Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, Vol. 80, p. 32.
- Pacheco, E.B. e Hemais, C. (2000). Gerenciamento de Resíduos Líquidos de Laboratórios: a experiência do IMA/FRI. *In: Revista de Química Industrial*, nº 716.
- Penas, F.J., Barona, A., Elías, A. e Olazar, M. (2005). Implementation of Industrial Health and Safety in Chemical Engineering Teaching Laboratories. *In: Chemical Health & Safety*, May/June 2005, pp. 1-5.
- Pickering, M. e LaPrade, J.E. (1986). Macro versus Microlab: a controlled study of efficiency. *In J. Chemical Education*, Vol. 63, p.535.
- Serra, I., Silva, A., Morais, S., Matos, C.D., Sales, M.G. e Martins, I.B. (2003). Sustainable Use of Resources and Waste Management in Chemical Laboratories. *In: Proceedings of Environment 2010*, Maio de 2003, Porto, Portugal.
- Serra, I., Silva, A., Morais, S., Matos, C.D. e Sales, M.G. (2003). Gestão de Resíduos no Ensino da Química. *In: Actas da Conferência A Química e os Novos Desafios da Comunicação*, Sociedade Portuguesa de Química.
- Singh, M.M., Szafran, Z. e Pike, R.M. (1999). Microscale Chemistry and Green Chemistry: complementary pedagogies. *In: J. Chem. Educ.*, 76 (12), p.1684.
- Viebahn, P. An Environmental Management Model for Universities: from environmental guidelines to staff involvement. *In: Journal of Cleaner Production*, 10, pp.3-12.