

NORMA PARA GESTÃO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

N. N. B. Salvador e A. M. R. Machado

RESUMO

Este trabalho apresenta a “Norma de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos” na UFSCar-Universidade Federal de São Carlos, Brasil, implementada pela UGR-Unidade de Gestão de Resíduos da CEMA-Coordenadoria Especial para o Meio Ambiente da UFSCar. A Norma é um importante instrumento do Programa de Gestão de Resíduos da Universidade e vem alavancando o processo de conscientização ambiental da comunidade acadêmica, especialmente os estudantes/ pesquisadores, bem como as atividades de manejo sustentável dos resíduos químicos gerados pelos laboratórios de ensino e pesquisa. Além das diretrizes e procedimentos técnicos constantes na referida Norma, são também apresentados e discutidos alguns resultados relativos à quantidade de resíduos coletados nos vários departamentos acadêmicos após a sua implementação, fato que veio contribuir para que houvesse um ganho quantitativo e qualitativo no manejo dos resíduos químicos, com a redução em termos relativos dos resíduos do maior gerador da Universidade, que é o DQ-Departamento de Química, representado pelos seus diversos laboratórios.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas atividades acadêmicas, a gestão adequada dos resíduos perigosos é de suma importância para as Universidades, no intuito de promover o ensino, a pesquisa e a extensão de forma ambientalmente correta/ sustentável e também para que, neste aspecto, essas instituições possam servir de exemplo aos seus próprios estudantes e à sociedade em geral.

Neste sentido, a UFSCar possui desde 2001 um programa de gestão junto às fontes geradoras de resíduos, através da UGR (Salvador & Sassioto, 2004), sendo que em 2005 foi elaborada a “NR 01/UGR - Norma de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos” (Machado & Salvador, 2005; Salvador *et al.*, 2006), visando uma melhor gestão dos resíduos químicos produzidos, com a padronização de sua rotulagem, coleta e armazenamento.

A NR 01/UGR foi implementada em 2006 e seu conteúdo básico fundamentou-se em procedimentos de segurança para manipulação de resíduos (Pitt, 2002), na norma sobre classificação de resíduos sólidos NBR 10.004/2004 da ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), nos padrões de emissão de efluentes da Resolução nº. 357/2005 do CONAMA-Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil, 2005), e na experiência e capacidade de processamento e tratamento de resíduos existente na UGR.

A partir de então, a UGR vem desenvolvendo um trabalho conjunto com os departamentos, laboratórios e seus responsáveis, bem como técnicos, estudantes de graduação e de pós-graduação, conscientizando-os para a necessidade de se desenvolver pesquisas e rotinas de

laboratórios com a responsabilidade de manejar corretamente os resíduos perigosos gerados, seja pela minimização na própria atividade geradora, seja na segregação, identificação, acondicionamento e encaminhamento desses resíduos à UGR para o devido tratamento, armazenamento e destinação final.

Tem sido incentivado o procedimento de incluir nos projetos de pesquisa a serem desenvolvidos nos laboratórios da Universidade, uma descrição detalhada do manejo, tratamento e destinação que serão dados aos resíduos químicos gerados, e que deverá obedecer, no que couber aos preceitos da NR 01/UGR (Salvador *et al.*, 2006).

Embora se destine especificamente às condições e realidade da UFSCar, esta norma pode subsidiar outras normas e procedimentos a serem elaborados para aplicação em universidades e suas fontes geradoras de resíduos químicos.

Notou-se que após a implementação da referida norma a gestão dos resíduos teve um significativo impulso (Salvador, Figueiredo & Machado, 2008; Carvalho, 2009), tanto em termos quantitativos (incremento do volume de resíduos manejados) como qualitativos (melhor manejo).

2 MÉTODO

O desenvolvimento e a implementação da NR 01/UGR seguiram basicamente a seguinte metodologia (Salvador *et al.*, 2006):

- Revisão bibliográfica e levantamento de informações, dados e normas obre o tema.
- Visita às unidades geradoras e levantamento das quantidades e tipo de resíduos gerados e de suas principais características.
- Levantamento da forma de trabalho das unidades, rotinas, manejo dos resíduos, especificidades e realidades locais etc.
- Avaliação das condições locais, infra-estrutura e rotinas da UGR para atendimento às demandas da implantação da norma.
- Definição dos conteúdos, sistematização e elaboração da minuta da proposta de norma.
- Discussão com representantes dos usuários e incorporação de sugestões.
- Elaboração do texto final da norma.
- Aplicação da NR 01/UGR, com seus respectivos procedimentos, a um laboratório piloto do DQ/ UFSCar, que é o maior gerador de resíduos (Salvador, Figueiredo & Machado, 2008; Carvalho, 2009).
- Divulgação e aplicação da norma aos outros departamentos da Universidade significativamente geradores de resíduos.

3 APRESENTAÇÃO DA NORMA

A seguir, baseado em Machado & Salvador (2005) e Salvador *et al.* (2006), são apresentados os principais tópicos da NR 01/UGR.

A) Minimização de Resíduos na Fonte Geradora

Ações que visem minimizar ou mesmo eliminar a geração de resíduos perigosos devem ser implementadas, no sentido de contribuir para diminuir o custo financeiro do tratamento e da disposição dos resíduos. Exemplo de ações:

- Substituição dos compostos perigosos ou mudança de processos devem ser adotadas sempre que possível;
- Eliminação de aulas práticas que utilizam substâncias perigosas por aulas em vídeo;
- Procedimentos de reutilização, recuperação e neutralização *in loco*;
- Redução na quantidade/frequência de utilização de substâncias/materiais perigosos.

Furtado *et al.* (1998) apresentam uma série de diretrizes e procedimentos/ métodos para a redução de resíduos em fontes industriais, muitos dos quais podem ser utilizados ou adaptados para a minimização de resíduos de universidades.

B) Segregação de Resíduos

É de vital importância a segregação correta para facilitar e dinamizar os trabalhos de minimização, recuperação/destruição e destinação. Assim, com base na norma, os resíduos devem ser separados em categorias, a serem definidas considerando-se, além das peculiaridades constantes na sua ficha de caracterização a ser preenchida, as características físico-químicas, periculosidade, compatibilidade e destinação final.

Substâncias que não se enquadram nessas categorias devem ser avaliadas quanto à compatibilidade química e adicionadas ao recipiente de uma delas, ou armazenadas em separado.

Informações sobre toxicidade, reatividade e compatibilidade de inúmeras substâncias químicas podem ser encontradas em MSDS (Material Safety Data Sheets), disponíveis em vários sites da internet (alguns estão listados na Seção de Bibliografia deste documento). A responsabilidade pela correta segregação do resíduo é do pesquisador que o gerou.

Caso o laboratório possua um grande número de frascos pequenos contendo o mesmo resíduo, deverá ser realizado o acondicionamento desses em um mesmo recipiente de volume maior.

• Regras gerais de segregação

- A segregação dos resíduos químicos deve ser uma atividade diária dos laboratórios, sendo, preferencialmente, realizada imediatamente após o término de um experimento ou procedimento de rotina.
- Separar os resíduos não perigosos daqueles considerados perigosos ou que devam ser encaminhados a UGR para recuperação ou destinação adequada.
- Avaliar se os resíduos não perigosos poderão ser reutilizados, reciclados ou doados. Se a única opção for o descarte em pia ou lixo comum, este manual poderá ser consultado para realizar este procedimento de forma segura e correta.
- Para resíduos perigosos, verificar também a possibilidade de reutilização, reciclagem ou doação. Se a única opção for o descarte, verificar a possibilidade de submetê-lo a algum tratamento químico para minimização ou eliminação completa de sua periculosidade; caso contrário, encaminhar à UGR.
- Evitar combinações químicas. Se misturar for inevitável, ser prudente e consultar a Tabela de Incompatibilidade Química. Resíduos incompatíveis podem gerar gases tóxicos, calor excessivo, explosões ou reações violentas. Lembrar que quanto mais complexa for a mistura, mais difícil será a aplicação da política dos 3R's (reduzir, reutilizar, reciclar) e maior será o custo final de descarte.

• Categoria de resíduos para fins de segregação

- Solventes não halogenados*: todos os solventes que possam ser utilizados ou recuperados e também misturas desses solventes tais como: álcoois e cetonas (etanol, metanol, acetona, butanol etc.), acetonitrila** (pura ou mistura com água ou com outros solventes não halogenados), hidrocarbonetos (pentano, hexano, tolueno e derivados), ésteres e éteres (acetato de etila, éter etílico etc.);
- Halogenados*: todos os solventes e misturas contendo solventes halogenados (clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, tricloroetano, bromofórmio, tetraiodocarbono etc.). Se durante o processo de segregação ocorrer qualquer contaminação dos solventes não halogenados com algum solvente halogenado, essa mistura deverá, então, ser considerada halogenada;
- Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos, resíduos de pesticidas e herbicidas, soluções aquosas sem metais pesados, soluções aquosas com metais pesados, soluções contendo mercúrio, soluções contendo prata, sólidos com metais pesados, oxidantes e redutores, peróxidos orgânicos, ácidos e bases, outros sais, aminas e fenóis;
- Óleos especiais: Todos os óleos utilizados em equipamentos elétricos que estejam contaminados com policloreto de bifenila (PCB's como o ascarel) deverão ser segregados, identificados, estocados e mantidos em local adequado;
- Misturas: as combinações que não foram classificadas nos itens acima descritos deverão ser segregadas e identificadas para tratamento e/ou disposição final;
- Outros: materiais diversos tais como tintas, vernizes, resinas diversas, óleos de bomba de vácuo (exceção àqueles contaminados com PCB's), fluídos hidráulicos etc. também devem ser segregados e identificados para tratamento e/ou disposição final. Todos os óleos utilizados em equipamentos elétricos que estejam contaminados com policloreto de bifenila (PCB's como o ascarel) devem ser separados dos demais. Esse óleo não pode ser queimado, pois o seu processo de destruição gera gases muito tóxicos que não podem ser jogados na atmosfera (dioxinas);
- Materiais contaminados durante e após a realização de experimentos (luvas, vidraria quebrada, papéis de filtro etc.) também devem ser segregados para que a contaminação não se estenda ao lixo comum, devendo ser enviados à UGR para disposição final adequada.

* Caberá ao pesquisador gerador segregá-los em compostos binários ou no máximo ternários.

** A acetonitrila deverá, sempre que possível, ser segregada separadamente. (acetonitrila contém em sua molécula cianeto que quando incinerada gera gás cianídrico, que é altamente tóxico e letal). A acetonitrila quando misturada com algum composto incompatível, como ácidos fortes, por exemplo, não libera esse gás; entretanto essa mistura pode desprender muito calor.

C) Descarte de Resíduos Não Perigosos

Os resíduos que não forem classificados como perigosos podem ser descartados como resíduos comuns, diretamente na pia ou no lixo. Entretanto, no caso de resíduos químicos, toda atenção e cuidado devem ser tomados. Em caso de dúvidas a melhor opção é nunca descartar em lixo ou rede de esgoto.

Verificar a possibilidade de doação, reciclagem ou recuperação. Procurar sempre usar o bom senso. Se a opção de descarte na rede de esgoto ou no lixo comum for a mais adequada, algumas regras devem ser seguidas.

- **Compostos que podem ser descartados normalmente:**

- Orgânicos:

- a) Açúcares, amido, aminoácidos e sais de ocorrência natural ácido cítrico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH_4); ácido láctico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH_4).

- Inorgânicos:

- a) Sulfatos, carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH_4

- b) Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn

- c) Cloretos: Na, K, Mg e Boratos: Na, K, Mg, Ca

- **Compostos que não devem ser descartados:**

- a) Hidrocarboneto Halogenado;

- b) Composto inflamável em água;

- c) Explosivos como azidas e peróxidos;

- d) Polímeros que se solubilizam em água formando gel;

- e) Materiais que possuem reatividade com a água;

- f) Produtos químicos malcheirosos;

- g) Nitrocompostos;

- h) Brometo de etídio e formol;

- i) Materiais contaminados com produtos químicos perigosos:

- Absorventes cromatográficos: sílica, alumina, sephadex etc.;

- Materiais de vidro, papel de filtro, luvas e outros materiais descartáveis.

D) Tratamento de Resíduos na Fonte Geradora

Os resíduos não perigosos e perigosos, preferencialmente deverão ser tratados/destruídos no próprio laboratório que os gerou, devendo ser seguidas as recomendações da UGR e da Comissão de Resíduos do Departamento em questão.

Fazer o tratamento indicado e descartar logo após o término do experimento, certificando-se da não toxicidade do descarte. Projetos de pesquisa deverão apresentar uma descrição detalhada do tratamento/destinação dos resíduos químicos a serem gerados por eles.

- **Regras gerais para o tratamento de resíduos químicos em laboratório**

- Os resíduos que são passíveis de destruição/neutralização no próprio laboratório, para posterior descarte na pia, não deverão ser acumulados. É sempre mais fácil e menos perigoso o tratamento de pequenas quantidades dos resíduos. O tratamento destes poderá ser feito no próprio laboratório que os gerou, sob a responsabilidade de um docente.

- Efetuar o tratamento químico para eliminação da periculosidade ou encaminhar para descarte (incineração, aterro industrial etc.).

- Procurar seguir as possibilidades de aplicação da política dos 3R's às misturas ou contaminações passíveis de separação ou descontaminação.

E) Rotulagem de Resíduos

Deverão ser seguidas as orientações da UGR de modo que todas as identificações estejam padronizadas para melhor execução dos trabalhos de recuperação e disposição. O Diagrama de Hommel, o Rótulo Padrão para identificação e o apoio técnico para classificação dos resíduos serão fornecidos pela UGR, através de solicitação via e-mail ou telefone.

• Diagrama de Hommel

Será adotada a simbologia de risco da National Fire Protection Association (NFPA), dos EUA, também conhecida como Diagrama de Hommel Diamante do Perigo (Machado & Salvador, 2005). Nesta simbologia, cada um dos losangos expressa um tipo de risco, aos quais serão atribuídos graus de risco variando entre 0 e 4. O Diagrama de Hommel ou Diamante do Perigo possui sinais de fácil reconhecimento e entendimento do grau de periculosidade das substâncias.

Os códigos NFPA nos sites recomendados referem-se a substâncias puras. Na rotulagem dos resíduos deverão ser utilizados os códigos das substâncias com características de danos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho), reatividade (amarelo) e riscos específicos (branco).

• Rótulo padrão

Além do Diagrama de Hommel, o Rótulo Padrão deverá ser preenchido, contendo uma etiqueta com a composição do resíduo gerado - produto/resíduo principal e secundário (Machado & Salvador, 2005). É importante descrever todas as substâncias presentes, mesmo as que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) e inclusive água. Informações como o nome do responsável, procedência do material e data são de grande importância para uma precisa caracterização do material.

Na figura seguinte é apresentado o modelo de Rótulo Padrão com o Diagrama de Hommel utilizado pela UGR/ UFSCar (Machado & Salvador, 2005; Salvador *et al.*, 2006).

UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS - UGR CEMA / UFSCar	
Departamento e Laboratório: Laboratório de Eletroquímica	
Responsável: Prof. Augusto Mendes Ramal	
e-mail: _____	
Controle Ficha: 001	Controle UGR: _____
Composição do Resíduo: Hexano + Ácido acético glacial	
Nome do Gerador: Carlos, Pedro, Paulo	Data: xx/xx/xxxx
Quantidade Estimada: 3 litros	Data da Coleta: xx/xx/xxxx
Solvente Orgânico Halogenado Solvente Orgânico Não Halogenado Composto Orgânico Composto Inorgânico Solução contendo Metais Outros Compostos	

Tal controle é de organização e determinação da fonte geradora, e deverá ser o mesmo colocado na Ficha de Caracterização de Resíduo

Controle interno da UGR

Data em que o resíduo foi gerado

Pessoa que gerou ou pessoas que geraram o resíduo

Assinalar o grupo ao qual o resíduo pertence.

Resíduo de maior periculosidade, por menor que seja sua quantidade e conc. e demais compostos presentes.
O DIAGRAMA DE HOMMEL deverá ser preenchido conforme as suas classificações. No exemplo, temos:

Á.C. ACÉTICO	HEXANO
Inflamabilidade 3	Inflamabilidade 3
Risco à saúde 2	Risco à saúde 3
Reatividade 0	Reatividade 2

Figura 1 Modelo preenchido de Rótulo Padrão com o Diagrama de Hommel utilizado pela UGR/ UFSCar. Fonte: Machado & Salvador (2005); Salvador *et al.* (2006).

• Ficha de caracterização de resíduo

Deverá ser preenchida a ficha de caracterização de resíduo, com informações detalhadas sobre o mesmo (Machado & Salvador, 2005).

As fichas de caracterização deverão acompanhar os recipientes dos resíduos, contendo um maior número de informações sobre o conteúdo de cada frasco ou bombona e apresentar o mesmo número de controle de embalagem inserido no rótulo padrão do resíduo. Estas fichas também serão fornecidas pela UGR.

• Regras gerais de rotulagem

Há ainda algumas regras a serem seguidas para se realizar corretamente uma rotulagem e identificação de produtos ou resíduos.

- A etiqueta deve ser colocada no frasco antes de se inserir o resíduo químico, para evitar erros;
- Fórmulas e abreviações não serão permitidas;
- O Diagrama de Hommel deverá ter o preenchimento dos três itens: risco à saúde, inflamabilidade e reatividade - consultar as fichas MSDS;
- É imprescindível que todas as informações do rótulo estejam preenchidas, de acordo com as instruções sobre a rotulagem adequada;
- A classificação do resíduo deverá priorizar o produto mais perigoso do frasco, mesmo que este esteja em menor quantidade;
- Não omitir nenhuma informação, pois correremos o risco de graves acidentes;
- Cada frasco ou bombona de resíduo, destinado à UGR, deverá ser acompanhado da respectiva Ficha de Caracterização de Resíduos. A qual deverá ser preenchida no ato do acondicionamento do resíduo;
- Frascos sem rótulo, desacompanhados das Fichas de Caracterização de Resíduos, ou com informações parciais ou inadequadamente preenchidas, não serão recolhidos pela UGR;
- A UGR não fornecerá frascos, ficando a cargo de o gerador providenciar o recipiente adequado;
- Os frascos para resíduos não deverão ser rotulados com informações vagas, tais como: "resíduos" ou "lixo". Mesmo para aqueles que não serão destinados ao depósito da UGR, deverá ser adotada a rotulagem explicitada anteriormente;
- Ao utilizar frascos de reagentes para os resíduos, tomar o cuidado de retirar completamente o rótulo antigo, para evitar confusões na identificação do seu conteúdo;
- Frascos destinados a resíduos orgânicos e inorgânicos deverão ser armazenados em locais diferentes, para evitar acidentes no momento do descarte.

F) Armazenamento de Resíduos

O armazenamento provisório dos resíduos deverá ser feito no próprio laboratório gerador, em local adequado, aguardando retirada pela UGR.

• Regras de gerais de armazenamento:

- Cada espécie de resíduo deve ser acondicionada em recipiente adequado às suas características, com tipo e tamanho adequado;

- Os recipientes armazenadores deverão ter alta vedação e serem feitos de material estável;
- As embalagens plásticas resistentes ao rompimento (PEAD - polietileno de alta densidade) são preferíveis, exceto quando houver incompatibilidade com o resíduo;
- Na falta de embalagem de PEAD, os frascos vazios de reagentes/solventes, também poderão ser utilizados após tríplice lavagem com água ou solvente apropriado (atenção às incompatibilidades com o resíduo que se pretende armazenar no frasco).
- Deverão ser armazenados nos laboratórios os resíduos de metais para recuperação e os resíduos passíveis de tratamento/destruição;
- Por questões de segurança, recomenda-se não acumular grandes quantidades de resíduos no laboratório. O ideal é que em cada local exista apenas um frasco em uso para cada tipo de resíduo; os frascos cheios deverão ser tratados ou encaminhados a UGR;
- O volume de resíduo nunca deverá ultrapassar $\frac{3}{4}$ da capacidade do recipiente;
- Os frascos de resíduos deverão permanecer sempre tampados adequadamente;
- Não armazenar frascos de resíduos próximos a fontes de calor ou água;
- Colocar os resíduos em local ventilado principalmente quando contiverem solventes; nunca expô-los ao sol.

• **Frascos vazios de reagentes/solventes:**

- Deverão ser encaminhados à UGR para descontaminação e limpeza, a fim de serem destinados a reciclagem, ou retornarem aos laboratórios, armazenando resíduos novamente.

• **Banco de reagentes:**

Encaminhar à UGR os reagentes com prazos de validade vencidos ou que não sejam mais úteis, de modo a serem disponibilizados para outros laboratórios, dentro e fora da instituição.

G) Coleta e Encaminhamento de Resíduos à UGR

Com base no princípio da responsabilidade objetiva, o gerador do resíduo é responsável pela segregação, identificação e armazenamento e encaminhamento do mesmo.

Serão realizadas coletas periódicas, diretamente nos laboratórios, em data marcada. Para que a coleta seja realizada, o responsável pelo laboratório/ setor deverá preencher e enviar por e-mail o formulário de solicitação de recolhimento de resíduos disponível no site da UGR, contendo a relação a descrição dos resíduos existentes (composição e quantidade) naquele laboratório.

A UGR somente efetuará o recolhimento daqueles resíduos que estiverem devidamente segregados e acompanhados dos respectivos rótulos e fichas de caracterização.

Não serão recolhidos resíduos além daqueles especificados na solicitação.

• **Aceitabilidade dos resíduos:**

- colocados em frascos ou recipientes armazenadores apropriadamente rotulados;
- destinados à incineração ou aterro industrial Classe 1;
- destinados ao tratamento ou recuperação.

• Inaceitabilidade dos resíduos:

- frascos com identificação incompleta ou inexistente;
- frascos inadequados para o tipo de resíduo;
- frascos que não estejam adequadamente tampados;
- Caso seja constatada durante a coleta a ausência de algum dado importante sobre o resíduo, o mesmo será devolvido para a fonte geradora, de modo a ser feita a adequação do rótulo ou da embalagem.

A coleta dos resíduos será feita por pessoal da UGR, tecnicamente treinado e capacitado para tal função.

Os frascos de resíduos identificados deverão ser mantidos em caixas apropriadas e identificadas, de acordo com a incompatibilidade, com o objetivo de evitar acidentes antes e durante o transporte para UGR.

Os resíduos coletados serão transportados até o depósito da UGR em veículo apropriado para este fim específico.

H) Destinação final efetuada pela UGR

- A destinação final ficará a cargo da UGR, que obedecerá como já mencionado, o disposto na Resolução CONAMA nº 357/2005 e na NBR 10.004/2004 da ABNT.
- Resíduos não passíveis de tratamento ou recuperação na UGR deverão ser armazenados nas instalações apropriadas daquela unidade, visando, mediante licenciamento ambiental e licitação prévios, sua posterior retirada por terceiros, para incineração ou disposição final em aterro industrial Classe I.

4 APLICAÇÃO DA NORMA NA UFSCar

Conforme mencionado, a implementação da NR 01/UGR contribuiu para a melhoria da gestão dos resíduos químicos na UFSCar, que passaram a ser considerados com mais cuidado e critério, aumentando as quantidades coletadas pela UGR e melhorando aspectos como segregação, acondicionamento, identificação etc.

Antes do advento do Programa de Gestão e da Norma, os resíduos eram geralmente armazenados nos laboratórios geradores e/ou em suas proximidades, muitas vezes de forma inadequada e sem identificação, se constituindo em significativo passivo ambiental. Com o tempo, parte desses resíduos acabava sendo retirada pela coleta regular de lixo, sendo então disposta no aterro sanitário da cidade, o que era uma destinação imprópria para os mesmos.

No ano de 2007 a quantidade máxima mensal de resíduos químicos coletada pela UGR foi de aproximadamente 996 kg, sendo cerca de 914 kg ou quase 98% gerados pelo DQ-Departamento de Química (Salvador, Figueiredo & Machado, 2008).

Em 2008, segundo Carvalho (2009), a quantidade máxima mensal coletada foi cerca de 2.036 kg, sendo aproximadamente 1.616 kg ou cerca de 79% de responsabilidade do DQ (Figuras 2 e 3).

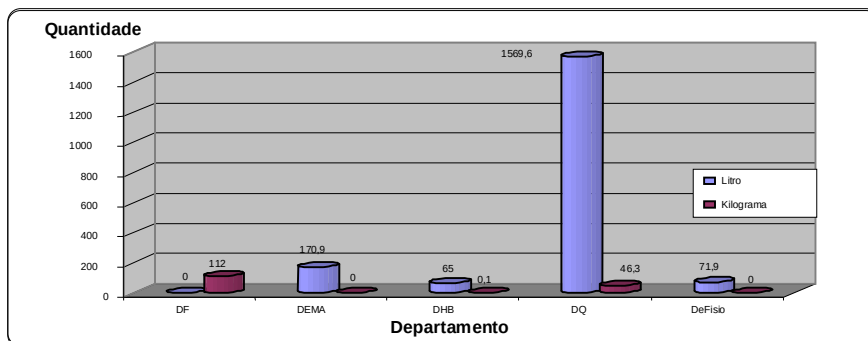


Figura 2 Quantidade máxima mensal em litros de resíduos coletada pela UGR em 2008, por departamento. Fonte: Carvalho (2009).

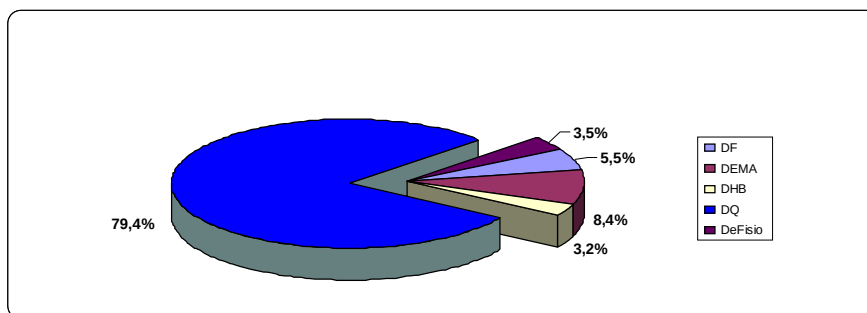


Figura 3 Percentual de resíduos com base na quantidade máxima mensal coletada pela UGR em 2008, por departamento. Fonte: Carvalho (2009).

Como pode ser visto a partir das Figuras 2 e 3, houve um significativo aumento da quantidade máxima mensal de resíduos coletados de 2007 para 2008, mas a proporção gerada pelo DQ caiu de 98% para 79%, o que pode ser resultante da gestão e aplicação da Norma prioritariamente junto àquele Departamento, que serviu de piloto para tal.

Com relação à quantidade total anual de resíduos coletada, não se tem informações de 2007, mas dados de 2008 (Carvalho, 2009) mostram uma participação de aproximadamente 71% do DQ (Figuras 4 e 5), coerente com o observado na geração mensal (79%).

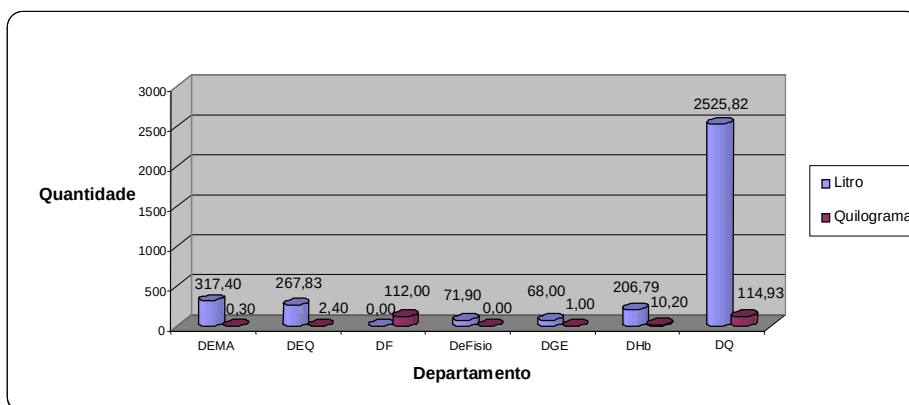


Figura 4 Quantidade de resíduos em litros coletada pela UGR em 2008, por departamento. Fonte: Carvalho (2009).

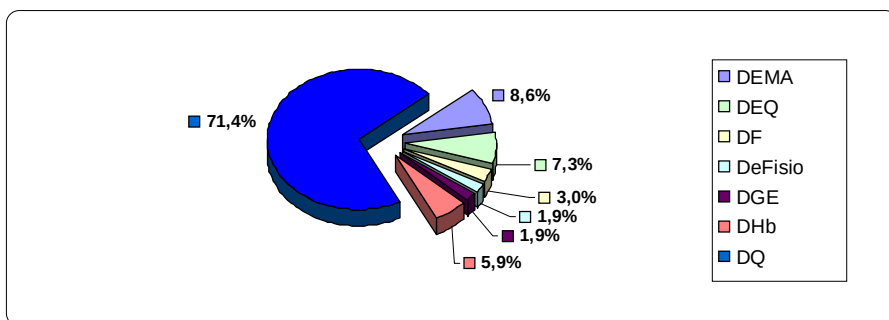


Figura 5 Percentual de resíduos coletados pela UGR em 2008, por departamento.
Fonte: Carvalho (2009).

5 CONCLUSÕES

A aplicação de uma norma para gestão de resíduos químicos em uma Universidade é viável e tem se mostrado um fator de conscientização e motivador, sendo de um modo geral bem aceita pela comunidade acadêmica.

Decorridos já cinco anos de aplicação da Norma, é necessária a sua revisão a fim de atualizá-la e corrigir alguns aspectos/ procedimentos que eventualmente tenham na prática se mostrado inadequados.

Os resultados obtidos a partir da sistematização das informações do programa de gestão de resíduos químicos em 2007 e 2008 confirmam que um só Departamento, o DQ, é responsável pela grande maioria dos resíduos gerados (mais de 70%) e é sobre ele que devem ser priorizadas as atividades de controle dos resíduos, principalmente os procedimentos de minimização na fonte.

Apesar de a NR 01/UGR ter sido elaborada para as condições e especificidades da UFSCar, o método de seu desenvolvimento e o seu conteúdo podem vir a subsidiar outras normas e diretrizes para instituições de ensino e pesquisa com laboratórios geradores de resíduos químicos, inclusive escolas secundárias, de nível médio.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). **NBR 10.004 resíduos sólidos - classificação**. ABNT, Rio de Janeiro. 63 p.
- Abreu, D. G. (2003). **Tratamento de resíduos como ferramenta para promoção da educação ambiental no ensino de química**. FFCL/USP, Ribeirão Preto. (Tese de Doutorado).
- Afonso, J. C. *et al.* (2003). Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, 26, (2), p. 602-611.
- Alberguini, L. B.; Silva, L. C.; Rezende, M. O. (2003). Laboratório de resíduos químicos do campus USP - São Carlos: resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. **Química Nova**, 26, (2), p. 291-295.
- Amaral, S. T. *et al.* (2001). Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, 24, (3), p. 419-423.
- Armour, M. A. (1991). **Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide**. CRC, Boca Raton. 464 p.

- Ashbrook, P. C.; Reinhardt, A. (1999). Laboratory-scale treatment as a waste minimization technique. **Chemical Health & Safety**, Março/Abril, p. 40.
- Brasil, Conselho Nacional do Meio-Ambiente - CONAMA (2005). **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília.
- Carvalho, N. G. (2009). **Desenvolvimento de sistema de gestão para a Unidade de Gestão de Resíduos da UFSCar** (Relatório). UGR/CEMA/UFSCar, São Carlos.
- Chadbourne, J. F. (1989). **Standard handbook of hazardous waste treatment and disposal**. Ed. Mc Graw Hill, New York. 88 p.
- Cunha, C. J. O. (2001). Programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do Departamento de Química da UFPR. **Química Nova**, 24, (3), p. 424-427.
- Furtado, J. S. *et al.* (1988). **Prevenção de resíduos na fonte & economia de água e de energia**. Fundação Vanzolini, São Paulo. 191 p.
- Hatfield, T. H.; Ott, D. H. (1993). Measuring source reduction of a laboratory of hazardous wastes. **Journal Environ. Health**, 56, p. 7.
- Izzo, R. M. (2000). Waste minimization and pollution prevention in university laboratories. **Chemical Health & Safety**, Maio/Junho, p. 29-33.
- Jacovetti, C. A. *et al.* (1999). **Manual técnico para disposição final de resíduos dos laboratórios da UFSCar**. UFSCar, Araras, SP, p. 2-5.
- Jardim, W. F. (1998). Gerenciamento de Resíduos em laboratório de ensino e pesquisa. **Química Nova**, 21, (5), p. 671-673.
- Machado, A. M. R.; Salvador, N. N. B. (2005). **NR 01/UGR - Norma de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos**. UGR/CEMA/UFSCar, São Carlos. 40 p. (disponível em: [http://www.ufscar.br/~ugr/Norma%20UGR%20-%20NR%2001\(1\).pdf](http://www.ufscar.br/~ugr/Norma%20UGR%20-%20NR%2001(1).pdf)).
- Pitt, M. Chemical residues management in the universities (2002). **Proceedings First International Symposium on Residues Management in the Universities**, Universidade Federal de Santa Maria, RS, p. 1-5.
- Reinhardt, P. A.; Ashbrook, P. C. (1995). **Pollution prevention and waste minimization in laboratories**. CRC Lawis, Boca Raton.
- Romano, L. N. (1996). **Metodologia de projeto para embalagem**. UFSC, Florianópolis, SC (Dissertação de Mestrado).
- Salvador, N. N. B.; Sassiotto, M. L. P. (2004). Manejo de resíduos de laboratórios químicos na Universidade Federal de São Carlos, Brasil. **Proceedings XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES/AIDIS, San Juan, Porto Rico.
- Salvador, N. N. B. *et al.* (2006). Proposta de norma para o manejo de resíduos químicos em uma universidade. **Proceedings XII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, APRH/ABES, Figueira da Foz, Portugal.
- Salvador, N. N. B.; Figueiredo, R. A.; Machado, A. M. (2008). The use of the “ABC” Method to prioritize the control of laboratory chemical waste in a university campus. **Proceedings IX Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES/ANDIS, Florença, Itália.