

### III-205 – GESTÃO DE RESÍDUOS DE LABORATÓRIOS DE ENSINO E PESQUISA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (ICIAG) DA UFU

**Sueli Moura Bertolino<sup>(1)</sup>**

Prof<sup>a</sup> A. Dr<sup>a</sup>. do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia(UFU).

**Jéssica Narciso Alves**

Engenheira Ambiental , graduada pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

**Fernanda Gonçalves Martins Maia**

Prof<sup>a</sup> A. Dr<sup>a</sup>. do curso de Agronomia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia 050, Km78, Bloco CCG, sala 310, Campus Glória - Uberlândia - MG - CEP: 38410-337

- Brasil - Tel: (34) 2512-6741 - e-mail: [suelibertolino@ufu.br](mailto:suelibertolino@ufu.br)

#### RESUMO

As Instituições de ensino e pesquisa são consideradas grandes geradoras de resíduos químicos. Porém, no Brasil, a preocupação relacionada a essa geração de resíduos iniciou-se tarde e sem alcance institucional. A gestão dos Resíduos Químicos é de extrema importância para iniciar um processo de conscientização em todos os seus setores, ou seja, entre professores, funcionários e alunos que poderão tomar decisões fundamentais sobre planejamento, treinamento, operações ou atividades comuns em suas áreas físicas. Este trabalho busca aplicar a Gestão de Resíduos Químicos em laboratórios do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da Universidade Federal de Uberlândia. Para isso, foram realizadas visitas em quatro laboratórios do ICIAG, a fim de elaborar um relatório do diagnóstico dos resíduos gerados em cada laboratório. Foram utilizados formulários no levantamento de informações para caracterizar e quantificar os resíduos não perigosos, inventariar os reagentes químicos em uso e estoque, identificar, caracterizar, quantificar os resíduos perigosos e por fim propor medidas de gestão contendo as formas corretas de armazenamento e manejo. O diagnóstico de caracterização dos resíduos mostrou que os laboratórios geram resíduos perigosos, classificados com inorgânicos tóxicos, pela presença de metais pesados como cromo, sendo que uma logística de tratamento e descarte ainda não foi implementada. Resíduos não perigosos como papel, plástico, vidro são produzidos, mas descartados com o lixo comum. A estocagem de reagentes por ordem alfabética é a forma utilizada em todos os laboratórios estudados, porém não é a recomendada. Portanto, foi possível identificar as potencialidades e irregularidades de cada laboratório possibilitando a recomendação de medidas de gestão para o melhor funcionamento dos mesmos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Laboratórios de Ensino, resíduos perigosos, classificação, segregação.

#### INTRODUÇÃO

As Instituições de Ensino Superior (IES) têm um papel fundamental na formação do cidadão, ou seja, são centros de ciência, de tecnologia e de conhecimento que afetam toda a sociedade. Entretanto, as universidades, através das suas atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração, acabam gerando uma grande quantidade de resíduos não perigosos e potencialmente perigosos. Conclui-se que a gestão de resíduos em um campus universitário é essencial para eliminar riscos à comunidade acadêmica e demais frequentadores, assim como ao ambiente que o delimita e suas mediações.

A prática em laçar efluentes gerados em laboratórios de ensino e pesquisa na rede coletora de esgoto com características domésticas, ainda pode ser observada nas IES (BERTOLINO, et al., 2008). Bertolino (2008) destaca que quando estes efluentes são lançados incorretamente na rede de esgotamento da universidade, ou seja, sem o devido tratamento, podem comprometer o desempenho das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), sendo que o princípio destes processos é o tratamento realizado por bactérias, que são sensíveis às cargas tóxicas. Sendo assim, dependendo das atividades que são realizadas nos laboratórios, os efluentes líquidos podem possuir característica ácida ou básica, apresentar concentrações consideráveis de metais pesados, solventes orgânicos, entre outros elementos tóxicos.

Para solucionar este problema é necessária uma gestão sistemática que envolva toda comunidade acadêmica. Exemplos consolidados da implantação de um Sistema de Gestão de Resíduos podem ser observados na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ). De acordo com Pacheco (2003) citado por Bertolino (2007) sistemas de gestão de resíduos (SGR) já estão sendo implantado em algumas universidades, principalmente nos laboratórios de química. A gestão pode evitar que estes resíduos sejam lançados nas redes de esgoto juntamente com o esgoto doméstico, pois a mesma propõe tratamento e destinação final correto para diversos tipos de resíduos, muitas vezes, criando um programa de recuperação e reaproveitamento de determinado composto que seria descartado com resíduo.

Alberguini et al. (2002) apresentaram os resultados da experiência em gestão e gerenciamento de resíduos químicos no campus da USP, em São Carlos. Desde fevereiro de 1998 foi criado um laboratório para tratar e recuperar os resíduos provenientes de todos os laboratórios com atividades químicas, denominado de Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ). O gerenciamento dos resíduos químicos através do LRQ só foi possível com o envolvimento dos professores, funcionários e alunos responsáveis pelo laboratório gerador do resíduo, ação que torna o trabalho mais otimizado, econômico e funcional. No período de fevereiro de 1999 a fevereiro de 2002 foram coletadas 12 toneladas, com uma média de 300L/mês de resíduos, entre os 80 laboratórios com atividades químicas no campus (ALBERGUINI et al., 2002).

A Universidade Federal do Rio de Janeiro é outro exemplo desta positiva ação em diminuir os impactos causados por uma variedade de resíduos que são produzidos diariamente em laboratórios. A instituição possui um projeto de gestão de resíduos dos laboratórios do Instituto de Química (IQ/UFRJ), que considera as etapas de avaliação, planejamento, implantação, destino e monitoramento dos resíduos. O projeto no IQ/UFRJ se mostra bastante viável, no que diz respeito ao ponto de vista econômico, social e educacional, pois volumes de resíduos a serem tratados não são grandes. Outra proposta é o tratamento, nas próprias dependências do laboratório, dos rejeitos em pequena quantidade que foram contaminados por metais pesados. Para tornar o processo mais viável economicamente foi feita uma parceria com uma empresa privada para a incineração dos rejeitos e a possibilidade de tratar os rejeitos dentro do IQ/UFRJ (PACHECO et al., 2003).

Na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em 2012, foi aprovada no Conselho Universitário da UFU (CONSUN), a Resolução nº 26/2012 que Estabelece a Política Ambiental da UFU. Esta Resolução no seu Capítulo IV, Art. 9º, inciso III, declara que a Universidade deve implantar programas de gestão e educação ambiental, promovendo a prevenção, minimização, valorização, tratamento dos resíduos gerados, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Esta gestão além de evitar que estes resíduos sejam lançados nas redes de esgoto juntamente com o esgoto doméstico, propõe tratamento e destinação final correto para diversos tipos de resíduos, criando um programa de recuperação e reaproveitamento de determinado composto que seria descartado com resíduo.

A elaboração e implantação de um programa de gerenciamento de resíduos em uma Instituição de Ensino envolve diversas ações tais como, i) mobilizar e capacitar um grupo interessado na implementação do programa; ii) obter o apoio institucional ao programa; iii) Institucionalizar um grupo gestor para a coordenação do programa; iv) formalizar o programa junto ao corpo de funcionário; v) desenvolver um plano de gestão , vi) criar um *eco time* em cada laboratório para implementação do plano de gestão. As ações definidas de (i) a (iv) já estão consolidadas no Instituto e com o apoio do Setor de Sustentabilidade da UFU. Parte das ações definidas em (v) e (vi) foram desenvolvidas neste projeto de pesquisa e referem-se às fases de diagnóstico e prognóstico da elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ).

A adoção de um PGRQ por uma instituição de ensino superior é de fundamental importância no objeto de mover a comunidade acadêmica a possuir uma visão crítica acerca dos problemas ambientais do meio acadêmico. A tomada de consciência deve ser não só dos responsáveis técnicos pelos laboratórios como também por todos aqueles que compõem a universidade. Nesse sentido, o PRG em laboratórios surge como o instrumento base capaz de sensibilizar os responsáveis a implantar a correta gestão dos resíduos gerados em laboratório. Desta forma, este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados nas atividades de ensino e pesquisa de 4 (quatro) laboratórios do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O ICIAG, campus Uberlândia, possui 19 laboratórios que dão suporte as atividades de ensino, pesquisa e extensão, destes foram selecionados 4 (quatro) para o levantamento e a caracterização das atividades geradoras de Resíduos Perigosos e Não Perigosos: Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA), Laboratório de Análise de Solos (LABAS), Laboratório de Nematologia Agrícola (LANEM) e Laboratório de Pedologia. O critério de seleção foi o maior número de aulas e atividades de ensino que possuem o potencial de maiores geradores de resíduos perigosos, levantamento realizado pela Comissão de Resíduos Perigosos do ICIAG.

## COLETA DE DADOS

A metodologia adotada neste estudo foi baseada no “Manual de Gerenciamento de Resíduos Perigosos (MGRP) de autoria de Figueiredo (2006). Dentro das diretrizes para elaboração do PGRQ, Figueiredo (2006) define na fase intragerador: i) caracterização do gerador; ii) caracterização da fonte geradora e iii) caracterização do material residual, delineando a etapa de diagnóstico para elaboração de um PGRQ. Portanto, para esta fase foi elaborado planilhas formulários, no programa @Excel, conforme apresentados nas Figuras 1 e 2. Neste diagnóstico ainda foi realizado o levantamento do resíduo passivo e ativo ambiental.

**Figura 1 - Planilha para levantamento dos Resíduos Químicos.**

CARACTERÍSTICAS DO GERADOR DE RESÍDUOS – ATIVIDADES DE ENSINO								
Nome do Laboratório								
SALA/SIE								
	Informações preliminares							
Nome disciplina/prática (se possível anexar a prática)								
1. Gera algum resíduo?								
2. Existe ativo ambiental?								
3. Existe passivo ambiental?								
Se a resposta for sim para os itens 1 e 2, responda as perguntas abaixo: (ATIVO AMBIENTAL - resíduo com origem conhecida)								
Resíduo ou rejeito								
Tipo de material								
CLASSE DE SEGREGAÇÃO DO MATERIAL RESIDUAL	Sim	Não	Composição química	Estado físico	Quantidade de material gerado por prática	Quantidade de material residual estocada	Frasco de armazenamento	Local de armazenamento
Solventes não halogenados <sup>1</sup>								
Halogenados <sup>2</sup>								
Fenol								
Resíduos de Pesticidas e Herbicidas								
Soluções Aquosas sem metais pesados								
Soluções Aquosas contaminadas com solventes orgânicos								
Soluções aquosas com metais pesados								
Soluções contendo mercúrio								
Continua...								

**Figura 2 - Planilha para levantamento dos resíduos Não Perigosos.**

Características do Gerador de RESÍDUOS NÃO-PERIGOSOS						
Nome do Laboratório	SALA/SIE	CLASSE DE SEGREGAÇÃO DO MATERIAL RESIDUAL NÃO PERIGOSO	PAPEL	VIDRO	PLÁSTICO	METAL
Produz estes resíduos						
Existe separação do resíduo						
Local de descarte						
Quantidade produzida						

A coleta dos dados ocorreu no período de agosto/2014 a dezembro/2015, com o suporte da Comissão de Resíduos Químicos do ICIAG que solicitou junto aos coordenadores e responsáveis pelos laboratórios a colaboração no acesso ao laboratório e disponibilizando os roteiros de aulas e práticas, quando disponíveis. A classificação dos possíveis resíduos perigosos gerados nos laboratórios foi realizada a partir da Norma

Brasileira da ABNT nº 10.004 e das Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Esta norma classifica o material residual quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

## RESULTADOS

### CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS E INVENTÁRIO DOS REAGENTES

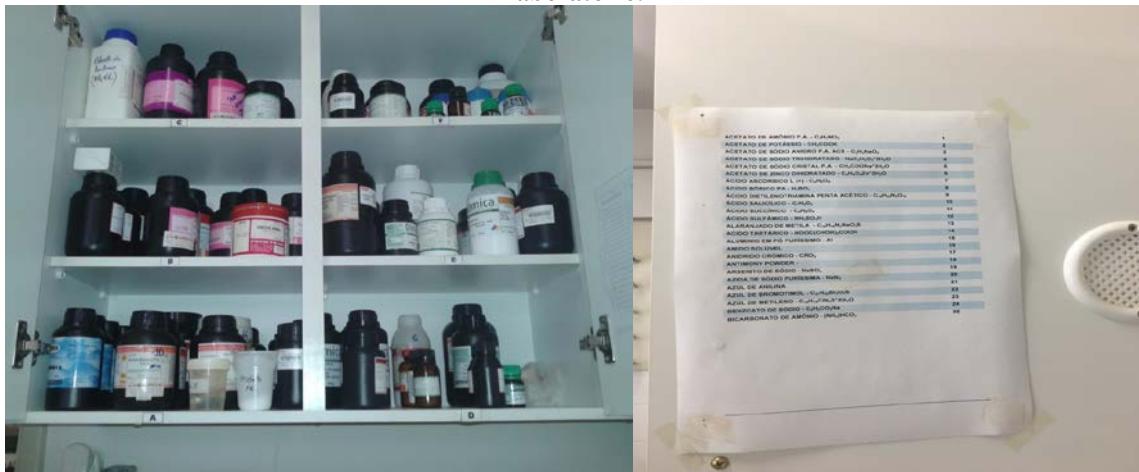
Os resíduos não perigosos produzidos nos laboratórios estudados foram: papel, plásticos, vidros e solos (não contaminados). A composição dos papéis refere-se predominantemente ao uso de papel toalha, sendo que foi estimando o gasto de 3m por prática. Na composição dos plásticos foi verificado elevado descarte de luvas descartáveis, aproximadamente 8 (oito) pares por prática, e sacos plásticos para amostragens com produção variável, dependente dos projetos de pesquisas executados nos laboratórios. Uma quantidade considerável de vidros foi verificada em todos os laboratórios provenientes da quebra de vidrarias. A disposição destes resíduos é realizada de forma convencional (lixeiras plásticas) ou inadequada (caixas de papelão), como pode ser observado pela Figura 3. O descarte dos resíduos, papel e plásticos, é realizada pela própria empresa de limpeza da instituição, sendo agregados aos demais resíduos coletados no prédio (salas de professores, secretarias, banheiros, etc).

**Figura 3 – Registro fotográfico da disposição dos resíduos não perigosos.**



O inventário dos reagentes dos laboratórios mostrou que estes são dispostos em armários divididos por prateleiras, todos etiquetados em ordem alfabética e numerados para facilitar o uso (Figura 4). Com relação à forma de armazenamento, Figueiredo (2006) afirma que a estocagem por ordem alfabética é o erro mais comum cometido nos laboratórios. Isso se deve ao fato de que uma ou mais substâncias podem ser incompatíveis, e se colocadas próximas uma das outras podem gerar fogo, liberação de substâncias tóxicas e até explosão. Esse tipo de estocagem só pode ser feito entre substâncias de um mesmo grupo compatíveis entre si. Portanto, a separação de substâncias químicas deve seguir o critério de compatibilidade, ou seja, uma ou mais substâncias coexistirem sem a ocorrência de reações químicas. Inicialmente recomenda-se realizar a separação dos produtos em classes de grupos compatíveis, após isto é necessário separar cada classe das outras por uma distância considerável ou se possível por alguma barreira física, e por fim considerar a particularidade que algumas substâncias possuem que exigem a sua separação de seu grupo.

**Figura 4 – Disposição e listagem dos reagentes alocados em ordem alfabética nos armários do laboratório.**



Durante o inventário foi observado grande quantidade de reagentes com a data de validade vencida, muitos destes com e etiqueta danificada, não sendo possível obter todas as informações sobre o produto como, composição química, quantidade de reagente, data de validade. Estes frascos acabam se tornando com o tempo um resíduo passivo (composição desconhecida), com potencialidade de toxicidade. Portanto, é necessário realizar o controle para com a integridade das etiquetas, pois as mesmas devem conter todas as especificidades do reagente, e devem estar em boas condições para a leitura e entendimento das informações. Com relação à data de validade dos reagentes, foi observado que não existe um monitoramento de uso dos mesmos.

### CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS PERIGOSOS

A partir da aplicação da Planilha de Levantamento de Resíduos (Figura 1) foi possível diagnosticar quais determinações analíticas são geradoras de resíduos (perigosos e não perigosos) nas atividades de ensino, pesquisa e extensão dos laboratórios avaliados. No Laboratório de Qualidade Ambiental foi diagnosticado resíduo classificado como ativo ambiental (resíduos com origem conhecida), sendo estes, efluentes líquidos segregados quanto a periculosidade das substâncias presentes (Tabela 2).

**Tabela 2 – Levantamento dos resíduos gerados nos laboratórios quanto à periculosidade das substâncias presentes e sua segregação.**

Reagente	Substância	ABNT/NBR 10004:2004	FISPQ/ FIGUERÊDO (2006)	Classificação de Segregação
AgNO <sub>3</sub>	Prata	Anexo C – Classe 1 Perigoso	Oxidante	Materiais contendo prata
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Cromo	Anexo C – Classe 1 Perigoso	Tóxico/oxidante	Sais Inorgânicos
HgSO <sub>4</sub>	Mercúrio	Anexo C – Classe 1 Perigoso	Tóxico	Soluções contendo Mercúrio
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Prata	Anexo C – Classe 1 Perigoso	-	Materiais contendo prata
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Cromo	Anexo C – Classe 1 Perigoso	Tóxico/oxidante	Oxidantes
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	Anexo A – Classe 1 Perigoso (F042)	Corrosivo	Ácidos

No laboratório de análises do solo foi verificado a geração de resíduo ativo contendo, cianeto. O efluente líquido está sendo segregado na classe “resíduo inorgânico tóxico”, armazenados em garrafas de vidros, conforme estabelecido por Figueredo (2006). Tal segregação se deve à presença do cianeto considerado agudamente tóxico de acordo com a NBR 1004:2004 (ABNT, 2004). A quantidade gerada por prática é de 500 ml, sendo que até a data de coleta de dados existiam 8 litros estocados. Não foi observado uma gestão sistemática para a tratamento e/ou disposição dos resíduos ativos já estocados nos laboratórios. Foi relatado (informação verbal) que esporadicamente estes efluentes são encaminhados para empresa terceirizada responsável pela coleta dos resíduos na instituição.

Nos demais laboratório também foi diagnosticado a geração de resíduos contendo algumas das substâncias presentes na Tabela 2, contudo, não observou a segregação e armazenamento destes resíduos, com exceção dos resíduos sólidos contendo cromo VI. Foi verificado a geração de 100g por mês deste resíduo que é armazenado em garrafas de plástico e disposto em bancada/armário e, posteriormente, encaminhados para empresa terceirizada. Segundo MGRP (Figueiredo, 2006) as substâncias tóxicas devem ser estocadas sempre em pequenas quantidades. Se for o caso estocar grandes quantidades, a mesma deve ser feita longe da passagem de pessoas. O local deve ser ventilado e com temperatura mais baixa, e os recipientes contendo o material devem ser lacrados e protegidos contra a radiação solar

## CONCLUSÕES

O diagnóstico dos resíduos gerados em quatro laboratórios de ensino e pesquisa da UFU mostrou a necessidade de implantação de um Plano de Gestão eficiente, uma vez que, resíduos não perigosos (papel, vidros e plásticos) não são adequadamente descartados; são gerados rotineiramente resíduos químicos perigosos contendo substâncias tóxicas como, cromo VI, mercúrio, que são segregadas, contudo ainda não existe uma coleta efetiva e rotineira para descarte.

Quanto ao inventário dos reagentes, a estocagem por ordem alfabética não é recomendada visto que substâncias adjacentes nas prateleiras podem ser pares incompatíveis e eventuais quebras de frascos ou simples rachaduras podem colocá-las em contato causando efeitos danosos como fogo, corrosão ou explosões. Portanto, os reagentes usados em laboratórios devem ser separados de acordo com a compatibilidade e a disposição de reagentes por ordem alfabética só pode ser utilizada dentro de um mesmo grupo de substâncias compatíveis entre si.

As informações contidas nos formulários utilizados nesta pesquisa são eficazes para o levantamento completo de todas as informações necessárias para uma correta gestão dos laboratórios. Entretanto, em algumas ocasiões, os técnicos responsáveis não obtinham dessas informações ou não estavam presentes em tempo integral durante a pesquisa o que é de extrema importância para a coleta de todos os dados, dificultando a completude do trabalho. Sendo assim, sugere-se que anteriormente à um trabalho de gestão, seja feito um processo de educação ambiental em todos os laboratórios, explicando a importância de um processo de Gestão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10004: “Classificação de resíduos sólidos”, jun/ 2004;
2. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Floculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1992.
3. COSTA, E. R. H. Metodologia para o uso combinado de polímeros naturais como auxiliares de coagulação. XVII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. 1993. Anais. Natal, RN, 1993.
4. COSTA, E. R. H. Aumento da capacidade de estações de tratamento de água através da seleção de coagulantes e auxiliares de floculação especiais. XVIII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1995. Anais. Salvador, BA, 1995.
5. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
6. DI BERNARDO, L. Comparação da Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio e com Cloreto Férreo - Estudo de Caso - VI SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1994. Anais. Florianópolis, 1994.
7. DI BERNARDO, L. Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade. 1993/1995.
8. PACHECO, E. V. et. al. Tratamento de resíduos gerados em laboratórios de polímeros: um caso bem sucedido de parceria universidade-empresa. Ciência e Tecnologia, vol. 13, nº. 1, p. 14-21, 2003;