

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NAS DISCIPLINAS QUÍMICA GERAL E QUÍMICA INORGÂNICA DOS CURSOS DA ÁREA DE QUÍMICA DO CEFET-AM

**Gisela Ferraz ALECRIM (1); Kristiane da Silva MAGNO (2); Rogete Batista e Silva
MENDONÇA (3); Cláudia Magalhães do VALLE (4)**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas – CEFET-AM, Av. Sete de Setembro, 1975, Centro CEP 69020-120, Manaus/AM (92) 3621-6735, fax (92) 3635-1981; email: alsm@ibest.com.br

(2) CEFET-AM, e-mail: kris_smagno@ibest.com.br

(3) CEFET-AM, e-mail: rogete@cefetam.edu.br

(4) CEFET-AM; e-mail: cmvalle@cefetam.edu.br

RESUMO

A adoção de estratégias relacionada à preservação ambiental tem motivado as instituições de ensino e pesquisa a desenvolverem atitudes para minimizar os danos ambientais e os riscos à saúde, isto tem sido conseguido através da implantação de programas de gerenciamento de resíduos. Dentro desse contexto, este trabalho tem como proposta o gerenciamento dos resíduos gerados nas aulas práticas do ensino médio e superior das disciplinas Química Geral e Química Inorgânica do CEFET-AM¹. Os principais objetivos a serem alcançados são: reduzir a escala dos experimentos que geram grande volume de resíduos, diminuir o consumo de reagentes perigosos; substituir reagentes tóxicos por outros de menor toxidez, armazenar adequadamente os resíduos e conscientizar e sensibilizar os alunos para questão ambiental. A metodologia inclui a seleção, elaboração e execução de um roteiro de dez aulas práticas para as disciplinas Química Geral e Química Inorgânica em cada nível de ensino, levando em consideração os planos de ensino, reagentes e as quantidades utilizadas, os resíduos gerados e quais destes resíduos poderiam ser reutilizados na própria disciplina ou em outra disciplina dos cursos da área de química (sem prejuízo didático); reestruturação de novos formulários para o registro de aulas práticas, elaboração de formulários para registro dos resíduos gerados e de rótulos para classificação dos mesmos, visando formar um cadastro de resíduos. A sistemática de gerenciamento de resíduos aplicada neste projeto consiste no desenvolvimento de ações que promovam a redução de desperdícios, a redução ou a eliminação de substâncias tóxicas, a redução da quantidade de resíduos gerados nos experimentos e, conseqüentemente, a redução de poluentes descartados no ambiente.

Palavras-chave: Gerenciamento de resíduos, Aulas práticas, Danos ambientais.

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas.

1. INTRODUÇÃO

O controle da poluição tem sido um dos maiores desafios ambientais do mundo atual. O reconhecimento de que a ação do homem contribui para deterioração do meio ambiente natural e dos recursos naturais tem sido comum, fazendo com que os países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, busquem alternativas em relação à restauração do meio ambiente natural (NASCIMENTO et al., 2002).

A adoção de estratégias relacionadas à preservação ambiental, observadas atualmente nas mais elementares atividades humanas, é resultante de uma evolução da conscientização dos cidadãos e empresas sobre os danos causados por diversas atividades domésticas. Esse avanço se fez notório, sobretudo, nas últimas duas décadas, sendo uma das preocupações principais a questão da geração de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos que, de uma maneira ou de outra, têm seu destino final na atmosfera, nos solos e nos corpos d'água (MOZETO; JARDIM, 2002).

Em relação aos resíduos químicos de um modo geral, as indústrias são as maiores geradoras em termos de volume e periculosidade. Entretanto, é inegável que a geração de resíduos não é exclusividade das indústrias, uma vez que em laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também são gerados resíduos de elevada diversidade e volume reduzido, mas que podem representar 1% do total dos resíduos perigosos (TAVARES; BENDASSOLI, 2005).

Recentemente vem crescendo o interesse pela Química Limpa, através da qual as indústrias estão gradualmente trocando processos tradicionais por tecnologias ambientalmente corretas, sendo que as instituições de ensino e pesquisa estão montando programas de gerenciamento de resíduos (AFONSO et al., 2003; ALBERGUINI et al., 2003; AMARAL et al., 2001; 2003; BENDASSOLLI et al., 2003; CUNHA, 2001; DEMAMAN et al., 2004; GERBASE et al., 2006). Essas atitudes são essenciais para que os danos ambientais e os riscos à saúde sejam minimizados. A implementação destes programas possibilita que os resíduos recuperados possam não somente ser sucessivamente reutilizados no mesmo processo em que foram gerados, como também serem transformados em matéria prima.

Em vista disso, este trabalho apresenta uma proposta de um “Programa de Gerenciamento de Resíduos” gerados nos Laboratórios da Gerência Educacional das áreas de Química e Meio Ambiente (GEAQMA) do CEFET-AM, inicialmente através do controle dos resíduos gerados durante as aulas práticas das disciplinas Química Geral e Química Inorgânica dos cursos de química de nível médio e superior.

Neste sentido os objetivos desta proposta são: elaborar um roteiro de aulas práticas para cada disciplina (Química Geral e Química Inorgânica) por nível de ensino; fazer o registro dos resíduos provenientes dessas aulas; elaborar rótulos para padronizar os frascos adequadamente para recolhimento e classificação dos diferentes tipos de resíduos; diminuir o consumo de reagentes perigosos; substituir reagentes tóxicos por outros de menor toxidez; substituir experimentos que geram grande volume de resíduos (sem prejuízo didático) e conscientizar e sensibilizar os alunos para a questão ambiental.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em termos ambientais, pode-se dizer que estas últimas duas décadas foram marcadas, no Brasil, por um crescimento de conscientização dos cidadãos e empresas sobre os danos causados por uma verdadeira miríade de atividades humanas, quer nas suas mais elementares atividades em seus lares, quer naquelas industriais. Grande parte dessas atividades tem gerado resíduos, sólidos, líquidos e gasosos que, de uma maneira ou outra, têm seu destino final na atmosfera, nos solos e nos corpos d'água. Um grande número desses efluentes e resíduos constituem-se em materiais ricos em nutrientes (carbono, nitrogênio e fósforo) e contaminantes orgânicos (aqui, uma variedade realmente grande existe) e inorgânicos (metais e metalóides) que são os responsáveis pelos muitos males que nossos ecossistemas vêm sofrendo e, outros muitos que atingem aos homens (MOZETO; JARDIM, 2002).

Muitos resíduos químicos inorgânicos como alguns compostos de mercúrio, chumbo, cádmio e arsênio são tóxicos mesmo em baixas concentrações. Tais compostos também podem ser bioacumulados na cadeia alimentar e atingir concentrações nocivas para os seres humanos e outros organismos (BRAGA et al., 2005). A tabela 1 refere-se a possíveis riscos decorrentes da exposição a produtos químicos.

O gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou a ser amplamente discutido nos anos de 1990, sendo de vital importância para as grandes instituições geradoras,

incluindo as universidades (PEREIRA et al., 2003). Por isso a preocupação do CEFET-AM em implantar um sistema de gerenciamento de resíduos nos laboratórios de Química, pois tudo que é produzido nos laboratórios é escoado para os esgotos e conseqüentemente para os igarapés ocasionando a contaminação dos seres que ali vivem.

Tabela 1 - Riscos possíveis decorrentes da exposição a produtos químicos (Modificado de ALBERGUINI et al., 2005).

Produto	Riscos para Saúde
Acetileno	Transforma-se em narcótico quando se mistura com o oxigênio, provocando sonolência e perda dos sentidos.
Ácido nítrico	É tóxico para pele, os olhos e a mucosa das vias respiratórias. Pode produzir edema pulmonar.
Ácido sulfúrico	Provoca irritação do sistema respiratório. Quando diluído pode causar dermatite e lesões nos pulmões. Seus vapores são corrosivos para a pele e os olhos.
Alumínio	Oferece riscos na forma de pó.
Antimônio	Encontra-se associado ao chumbo e arsênio. Seus compostos podem irritar olhos, pele e mucosas das vias respiratórias. Pós e fumos podem provocar lesões nos pulmões.
Cádmio	Os fumos podem causar envenenamento.
Chumbo	Penetra no organismo por inalação e ingestão. Pode provocar lesões nos rins e no fígado. Alguns compostos do chumbo podem provocar câncer.
Cloro	Irrita os olhos, a pele e as mucosas das vias respiratórias.
Mercúrio	O mercúrio acumula-se nos rins, fígado, baço e ossos. O envenenamento provoca inchaço das glândulas salivares e pode resultar em queda dos dentes e úlceras na boca e gengivas.
Metanol	Os efeitos no organismo ocorrem pela contaminação por meio da respiração, ingestão e contato com a pele. Se ingerido, pode provocar cegueira e ser fatal.
Níquel	Pode provocar dermatites e alergias. É também um agente cancerígeno, podendo atingir os pulmões, a cavidade nasal, os ossos e o estômago.
Zinco	Os fumos provocam calafrios, febre alta e secura na boca. Seus compostos prejudicam os olhos, a pele e as mucosas.

A ausência de um órgão fiscalizador, a falta de visão e o descarte inadequado levaram muitas instituições de ensino e pesquisa a poluir o meio ambiente, promover o desperdício de material e arcar com o mau gerenciamento dos produtos sintetizados ou manipulados. Considerando estes fatos, diversas instituições federais, estaduais e particulares no Brasil vêm buscando gerenciar e tratar seus resíduos de forma a diminuir o impacto causado ao meio ambiente, criando também um novo hábito a fazer parte da consciência profissional e do senso crítico dos alunos, funcionários e professores. Há a necessidade de um programa que trate os resíduos gerados nos laboratórios para que os mesmos não sejam descartados ou destinados de qualquer forma no meio ambiente. Segundo Afonso e colaboradores (2003), alguns aspectos devem ser levados em consideração, os quais facilitam e ajudam no gerenciamento dos resíduos:

1. Prevenir a geração dos mesmos, modificando ou substituindo o experimento por outro menos impactante;
2. Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados, através da utilização de pequenos volumes; o trabalho em microescala, além de gerar pouco resíduo, pode ainda diminuir os custos com reagentes a curto e longo prazo, embora algum investimento com vidraria de tamanho pequeno deva ser realizado;

3. Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável e economicamente possível a atividade gerenciadora. A segregação dos resíduos facilita muito o trabalho, independentemente se o destino final é a incineração, o reuso ou a reciclagem;
4. Tratar o resíduo da forma mais adequada possível, estocando pelo menor tempo possível;
5. Dispor o resíduo de maneira segura.

Os resíduos recuperados podem não somente ser sucessivamente reutilizados no mesmo processo em que foram gerados, como também podem se transformar em matéria-prima para outros processos (AMARAL et al., 2001).

Vale ressaltar que há muitas iniciativas de grande mérito em gerenciamento de resíduos químico, cujos esforços têm obtido sucesso. Abaixo estão relacionamos algumas universidades as quais implantaram programas de gerenciamento cada uma com a sua realidade:

- ✓ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), o programa de gerenciamento de resíduos químicos foi implantado no Instituto de Química pela Comissão de Segurança;
- ✓ O instituto de química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) vem desde 1994 desenvolvendo atividade de coleta seletiva e tratamento de resíduos químicos dos laboratórios de pesquisa e ensino. Em 1998 criou-se o programa denominado Química Limpa, cuja meta é tornar útil os resíduos gerados nos laboratórios;
- ✓ No departamento de química da Universidade Federal do Paraná (UFPR), o programa é baseado na inertização dos materiais gerados, em laboratórios, em fornos de co-processamento, prática essa autorizada pela legislação do Estado do Paraná;
- ✓ Na universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em São Paulo, o programa de gerenciamento de resíduos é centrado na Unidade de Gestão de Resíduos, com o tratamento e a disposição de resíduos, sólidos e líquidos;
- ✓ A Universidade Federal de Uberlândia (UFU) também iniciou o programa de tratamento de resíduos, graças ao empenho dos departamentos de Química e Medicina.

Esses exemplos demonstram que uma nova mentalidade na questão dos produtos gerados no laboratório vem surgindo, evidenciando a idéia de se preservar o meio ambiente (ALBERGUINI et al., 2005).

3. MATERIAIS E METODOS

As amostras selecionadas para este trabalho foram às aulas práticas das disciplinas de Química geral e Química Inorgânica dos cursos de química de nível médio e superior. Estas são ministradas nas turmas dos primeiro e segundo módulos, dos cursos técnico e superior, respectivamente.

Para criação do roteiro de aulas práticas, foram realizadas pesquisas em livros, *internet* e revistas especializadas, referentes a experimentos de Química Geral e Química Inorgânica de cursos de nível médio e superior que estavam de acordo com o Plano de Ensino das disciplinas do CEFET-AM.

Para realização dos experimentos das aulas práticas de Química Geral e Química Inorgânica de cada nível de ensino, observou-se a presença ou não de reagentes e vidrarias, na falta de algum reagente, foi substituído, quando possível, por alguma substância que produzisse os mesmos resultados (sem prejuízo didático). Em seguida cada aula prática foi executada observando-se a utilização de quantidades menores tanto em volume quanto em massa e a substituição de reagentes tóxicos, quando utilizados, por outros de menor toxidez. Após isto, procedeu-se à investigação dos resíduos gerados e indicação do devido gerenciamento.

A reestruturação de um formulário para registro das aulas práticas foi executada com a finalidade de solicitar todo material necessário para execução do experimento, e ainda permitir um melhor controle dos reagentes do almoxarifado e vidrarias do laboratório.

Foi também realizada a elaboração de um formulário para registro dos resíduos gerados, o qual permitirá descrever as reações que ocorreram e os produtos que foram formados durante as aulas práticas, disponibilizando aos professores e laboratoristas maiores informações para um futuro tratamento destes resíduos.

A elaboração dos rótulos foi realizada com o objetivo de organizar e identificar as soluções, e os resíduos (sólidos/líquidos) gerados nas aulas práticas, estes foram dispostos em recipientes adequados com a devida identificação.

Para coleta e armazenamento dos resíduos gerados nas aulas práticas foram reaproveitados frascos simples, como: garrafas plásticas de desinfetantes, frascos de vidro de medicamentos, além da reutilização dos recipientes vazios de reagentes do próprio laboratório.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Ao longo do trabalho, foram analisadas várias literaturas e os Planos de Ensino utilizados pelos docentes que ministram aulas relacionadas às disciplinas, dessa forma, foram selecionados os experimentos que se mostravam adequados a cada nível de ensino, sendo dez relacionados ao ensino médio e dez ao ensino superior, estes constituíram o roteiro de aulas práticas de Química Geral e Química Inorgânica, num total de 40 (quarenta) aulas práticas.

Durante a execução dos experimentos foi avaliada qual a quantidade de reagentes que seriam necessários para sua realização, e se os mesmos haviam no almoxarifado, ou ainda se havia possibilidade de diminuir a quantidade de alguns reagentes, e se seria viável aplicar a microescala na execução do mesmo. Durante os ensaios também se verificou a possibilidade de utilizar soluções já existentes nos laboratórios, a fim de minimizar os gastos com o preparo de novas soluções, priorizando com isso o reaproveitamento e evitando assim o desperdício.

Através da reestruturação do formulário para registro das aulas práticas foi possível fazer a redução em escala das quantidades utilizadas e, conseqüentemente, redução no consumo de reagentes, menor produção de resíduos, maior controle dos reagentes gastos visando sua futura compra, além de promover a otimização no uso das vidrarias impedindo a subutilização destas.

Com a elaboração do formulário para registro dos resíduos gerados obteve-se informações mais detalhadas sobre o resíduo e o processo que o gerou, tais como reagentes utilizados, reações, composição do resíduo, classificação e características do resíduo quanto a sua periculosidade. Também consta neste formulário um pedido de proposta de reutilização e/ou tratamento para os resíduos gerados. Com este formulário pretende-se ainda formar um cadastro de resíduos que servirá para controle e reaproveitamento do mesmo, o gerenciamento propriamente dito, visando êxito na implementação do projeto.

Após a realização de cada experimento, os resíduos gerados (sólidos/líquidos) foram dispostos em recipientes adequados, identificados com seus respectivos rótulos, a partir daí os resíduos não foram mais descartados sem critério e iniciou-se sua estocagem.

O uso dos rótulos permitiu identificar o que estava contido nos recipientes, visto que, um frasco não identificado requer maior gasto com tempo e reagentes para identificação. Um aspecto importante conseguido nesta etapa foi à melhor organização dos resíduos produzidos nos laboratórios, bem como a correta destinação dada a cada um deles.

Neste trabalho foram propostos três tipos de rótulos (Figura 1): insumo, resíduo e rejeito, convencionando-se as seguintes definições para cada um deles:

INSUMO	RESÍDUO	REJEITO
HCl (0,1 mol/L)	BaCO ₃	Solução de Ni ²⁺
CEFET-AM Curso: Química Turma: TQI51 Disciplina: Q. Inorgânica Prof. Gisela Ferraz Aula nº: 02 Data: 15/05/07 Nº: 12	CEFET-AM Curso: Química Turma: TQI51 Disciplina: Q. Inorgânica Prof. Gisela Ferraz Aula nº: 05 Data: 15/05/07 Nº: 6	CEFET-AM Curso: Química Turma: TQI51 Disciplina: Q. Inorgânica Prof. Gisela Ferraz Aula nº: 09 Data: 15/05/07 Nº: 3

Figura 1 – Proposta de rótulos dos resíduos.

Insumo: produto originado de qualquer processo químico e que já possui destino de reutilização definida, estes rótulos são identificados por uma tarja verde;

Resíduo: que pode ser aproveitado em outro experimento, pois não possui uma reutilização definida, estes rótulos são identificados por uma tarja amarela;

Rejeito: que é um resíduo, que não apresenta utilidade alguma, e precisa ser tratado e descartado, estes rótulos são identificados por uma tarja vermelha.

As tabelas 2 e 3 exibem os temas de cinco dos dez experimentos que compõem os roteiros das aulas práticas selecionadas de Química Geral e Química Inorgânica para o nível médio e as tabelas 4 e 5 mostram cinco dos dez experimentos selecionados para as aulas práticas de Química Geral e Química Inorgânica para o nível superior. Mostrando os reagentes utilizados, resíduos gerados e uma proposta para o gerenciamento desses resíduos, tomando como exemplo alguns procedimentos realizados em cada uma das aulas práticas.

Tabela 2 – Proposta de gerenciamento das aulas práticas da disciplina Química Geral de nível médio.

Aula Prática	Reagente	Resíduo	Gerenciamento
Exp.03 – Processos Gerais de Separação de Misturas.	$\text{CaCO}_{3(s)}$; H_2O H_2O ; Óleo	CaCO_3 H_2O ; Óleo	Insumo para o Exp. 03. Descartar na pia; Insumo para o Exp.03.
Exp. 04 – Fenômenos Químicos e Fenômenos Físicos.	$\text{Pt}_{(s)}$ $\text{Mg}_{(s)}$	$\text{Pt}_{(s)}$ $\text{MgO}_{(s)}$	Insumo para o Exp. 04. Insumo para o Exp. 06 (Q. Geral Superior).
Exp. 05 – Semelhanças e Diferenças nas Propriedades Químicas dos Elementos de uma família da T.P.	$\text{Na}_{(s)}$; H_2O KI ; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	NaOH PbI_2 ; $\text{K}(\text{NO}_3)_2$	Neutralizar e descarte na pia. Rejeito; Resíduo
Exp. 06 – Condutividade Elétrica dos Compostos.	$\text{Sn}_{(s)}$ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)}$	$\text{Sn}_{(s)}$ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (fundida)	Insumo, para o Exp.04 e 06. Diluir e descartar na pia.
Exp. 07 – Polaridade Molecular e Solubilidade de Substâncias.	H_2O ; Óleo C_6H_6 ; Óleo	H_2O ; Óleo Mistura de C_6H_6 + Óleo	Descartar na pia; Insumo para o Exp. 03 e 07. Rejeito

É possível observar que a maioria dos resíduos gerados podem ser reutilizados como insumos na disciplina (tarja verde), outros podem ser utilizados em outras disciplinas (Tabela 2 – Exp. 04; Tabela 3 – Exp. 01, 04 e 05; Tabela 4 – Exp. 01, 02 e 05) e alguns não possuem uma utilização definida (Tabela 2 – Exp. 05; Tabela 5 – Exp. 05). Há alguns rejeitos que foram armazenados e devem ser tratados e descartados (Tabela 2 – Exp. 05 e 07; Tabela 3 – Exp. 03 e 05; Tabela 5 – Exp. 03, 04 e 05).

Algumas iniciativas simples para descarte dos resíduos foram realizadas, quando as soluções obtidas eram, por exemplo, resíduos aquosos ácidos ou básicos, que foram neutralizados antes, e só então descartados na pia. Para os resíduos de açúcares e sais que ocorrem em organismos vivos, ácidos láctico e cítrico e seus sais de Na , NH_4^+ , K , Mg e Ca , e nitratos, cloretos, sulfatos e fosfatos de Al , Ca , Fe , NH_4^+ , Na , Mg e Zn , foram realizadas diluições seguida de descarte na pia. Os resíduos constituídos por soluções aquosas de metais pesados e solventes orgânicos foram armazenados e identificados para posterior tratamento e descarte, impedindo-se dessa forma que estes fossem lançados no meio ambiente.

A sistemática de gerenciamento de resíduos aplicada neste trabalho consistiu no desenvolvimento de ações que promovessem a redução de desperdícios, a redução ou a eliminação de substâncias tóxicas, como por exemplo, no Exp. 03 (Tabela 2), onde procedeu-se a substituição do clorofórmio, que é um produto extremamente nocivo, por óleo de soja. Nos procedimentos onde não foi possível substituir as substâncias tóxicas, reduziu-se a quantidade utilizada (Tabela 2 – 07; Tabela 4 – Exp. 04 e 05).

Tabela 3 – Proposta de gerenciamento das aulas práticas da disciplina Química Inorgânica de nível médio.

Aula Prática	Reagente	Resíduo	Gerenciamento
Exp. 01 - Determinação da fórmula molecular de um Sal Hidratado.	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	CuSO_4	Insumo para Química Geral
Exp. 02 - Determinação da Densidade de sólidos, líquidos e gases.	Óleo; Clorofórmio; Sonrisal	Óleo; Clorofórmio; Sonrisal	Insumo para o Exp. 02 Insumo para o Exp. 05 Neutralizar e descartar na pia
Exp.03 – Determinação do Ponto de Fusão de uma Substância.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (capilar); NH_2CONH_2 ; Óleo	NH_2CONH_2 ; $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; Mistura: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ e NH_2CONH_2 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (capilar)	Insumo para o Exp. 03; Rejeito;
Exp. 04 – Reatividade dos Metais; Uso da TP de potenciais de oxirredução; Deslocamento entre Metais..	Na; Mg; Al; Zn; Fe; Cu; $\text{HCl}_{(\text{aq})}$	$\text{NaCl}_{(\text{aq})}$; MgCl_2 ; AlCl_3 ; FeCl_2 ; ZnCl_2 ; CuCl_2	Descartar na pia Insumo para Analítica Qualitativa
Exp. 05 – Reatividade dos Ametais; Deslocamento entre ametais; Propriedades dos Halogênios.	$\text{HCl}_{(\text{aq})}$; KMnO_4 ; I_2 ; $\text{CHCl}_3_{(\text{aq})}$; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$	$\text{HCl}_{(\text{aq})}$; $\text{MnCl}_2_{(\text{aq})}$; $\text{CHCl}_3_{(\text{aq})}$; I_2 ; $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$	Insumo Exp.02 Insumo Inorg. II Superior Rejeito

Tabela 4 – Proposta de gerenciamento das aulas práticas da disciplina Química Geral de nível superior.

Aula Prática	Reagente	Resíduo	Gerenciamento
Exp. 01 - Normas de Segurança no Laboratório.	Sem	Não Gera	
Exp. 02 - Principais materiais utilizados no laboratório e Medidas de Volume Transferência de Reagentes.	Água Destilada $\text{NaOH}_{(\text{l})}$; Fenolftaleína	Não Gera $\text{NaOH}_{(\text{l})}$	Neutralizar, diluir e descartar na pia.
Exp. 03 – Preparação de Soluções.	NaOH p.a. HCl p.a.	$\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ $\text{HCl}_{(\text{aq})}$	Insumo, para o Exp.02 e 10. Insumo, para o Exp. 02 e 10
Exp. 04 – Estudos de Propriedades Físicas de Líquidos – Densidade, Miscibilidade e Viscosidade.	H_2O ; Sol. Alcoólica. Iodo; Éter Etílico H_2O ; Acetona; Sol Alcoólica Iodo	Sol. Alcoólica Iodo; Éter Etílico Sol Alcoólica de Iodo; Acetona	Insumo, para o Exp. 04. Insumo, para o Exp. 04
Exp. 05 – Ligações Iônicas e Ligações Moleculares, Polaridade Molecular e Solubilidade de Substâncias.	I_2 (s) H_2O ; Óleo	I_2 (s) H_2O ; Óleo	Insumo, para o Exp. 05 Descartar na pia; Insumo, para o Exp. 05.

Tabela 5 – Proposta de gerenciamento das aulas práticas da disciplina Química Inorgânica de nível superior.

Aula Prática	Reagente	Resíduo	Gerenciamento
Exp. 01- Estudo do Hidrogênio.	Na; Fe; Mg; Al; $H_2SO_{4(aq)}$; H_2O	$MgSO_{4(aq)}$; $Fe(SO_4)_{(aq)}$; $NaOH_{(aq)}$; $Mg(OH)_{2(aq)}$	Insumo Q. Analítica Qualitativa Neutralizar e descartar na pia
Exp. 02 - Metais Alcalinos e Alcalino-terrosos.	Na; Mg; $CaCO_3$; $HCl_{(aq)}$; $LiCl_{(aq)}$; $NaCl_{(aq)}$; $KCl_{(aq)}$; $MgCl_{2(aq)}$; $CaCl_{2(aq)}$	CaO (s); Soluções aquosas	Química Geral Insumo para o Exp. 02
Exp.03 – Os elementos Carbono e Silício.	$CuSO_{4(aq)}$; $HNO_{3(aq)}$; I_2 ; $HCl_{(aq)}$; Carvão ativo; Amido; azul de metileno; $Ca(OH)_2$ 1mol /L	Soluções de Carvão ativo com: $CuSO_{4(aq)}$; azul de metileno; iodo-amido; HNO_3 ; $CaCO_{3(aq)}$;	Rejeito Descartar na Pia
Exp. 04 – Os Elementos Estanho, Chumbo e seus compostos..	Sn; Pb; $HCl_{(aq)}$; HCl 0,1N; $H_2SO_{4(aq)}$; H_2SO_4 0,1 N; $HNO_{3(aq)}$; HNO_3 1 N; CH_3COOH 0,1N	Pb; Sn; $PbSO_{4(aq)}$; $Pb(NO_3)_{2(aq)}$; $PbCl_{2(aq)}$; $Sn(NO_3)_{2(aq)}$; $SnSO_{4(aq)}$	Insumo Exp.04 Rejeito
Exp. 05 – Estudo dos Halogênios	HF 30%; parafina; $CHCl_{3(aq)}$; I_2 ; C_2H_5OH ; $KMnO_{4(s)}$; $HCl_{(aq)}$;	$MnCl_{2(aq)}$; $KCl_{(aq)}$; Parafina; $I_{2(s)}$; C_2H_5OH + $I_{2(aq)}$; Soluções de iodo c/ $CHCl_3$;	Insumo Q. Analítica Qualit. Insumo Exp.05 Resíduo Rejeito

A redução da quantidade de resíduos gerados também foi incluída na sistemática de gerenciamento de resíduos, tornando-se possível através da redução da quantidade de reagentes e, conseqüentemente, a redução de poluentes descartados no ambiente. Porém, a etapa de tratamento específico para descarte dos rejeitos (rótulos vermelhos) não foi aqui contemplada.

5. CONCLUSÃO

O gerenciamento de resíduos proposto nas aulas práticas das disciplinas Química Geral e Química Inorgânica mostraram-se eficiente, pois proporcionou a redução no consumo de reagentes e na produção de resíduos, permitiu a reutilização dos resíduos e o armazenamento dos rejeitos. Ainda é necessário buscar tratamento específico para os rejeitos, devido a sua complexidade, e também pelo fato de não existir uma estação de tratamento de efluentes no CEFET-AM.

Na execução desse trabalho encontraram-se algumas resistências em relação aos professores que se omitiram em participar ativamente desta proposta, visto que, são necessárias mudanças de atitudes e comportamentos responsáveis frente às questões que envolvem o meio ambiente.

Também se conclui que através da sistemática de gerenciamento dos resíduos gerados nas instituições de ensino, os profissionais da área de química podem adquirir uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos com vistas à preservação ambiental. É evidente que esta proposta não é a única possível, inclusive, entende-se que este trabalho pode ser desenvolvido em outras disciplinas de acordo com suas peculiaridades.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J.C.; NORONHA, L.A.; FELIPE, R.P.; FREIDINGER, N.; **Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final**. Química Nova, v.26, n.4, p.1-16, 2003.
- ALBERGUINI, L. B.; SILVA, L.S.; REZENDE, M.A.O.; **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, v.26, n.2, p.291-295, 2003.
- ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O.; **Tratamento de Resíduos Químicos: Guia Prático para a Solução dos Resíduos Químicos em instituições de Ensino Superior**. São Carlos: RiMa, 2005. 104p.
- AMARAL, S.T.; MACHADO, P.F.; PERALBA, M.C.R.; CÂMARA, M.R.; SANTOS, T.; BERLEZE, A.L.; FALCÃO, H.L.; MARTINELLI, M.; GONÇALVES, R.S.; OLIVEIRA, E.R.; BRASIL, J.L.; ARAÚJO, M.A.; BORGES, A.C.; **Relato De Uma Experiência: Recuperação E Cadastramento De Resíduos Dos Laboratórios De Graduação Do Instituto De Química Da Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul**. Química Nova, v.24, n.3, 419-423, 2001.
- BENDASSOLLI, J.A.; MÁXIMO, F.; TAVARES, G.A.; Ignoto, R.F.; **Gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas no laboratório de isótopos estáveis do CENA/USP**. Química Nova, v.26, n.4, p.1-12, 2003.
- BRAGA, B.; HESPAHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S.; **Introdução a Engenharia Ambiental**, 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CUNHA, C.J.; **O Programa de Gerenciamento dos Resíduos Laboratoriais do Depto De Química Da UFPR**. Química Nova, v.24, n.3, 424-427, 2001.
- DEMAMAN, A.S.; FUNK, S.; HEPP, L.U.; ADÁRIO, A.M.S.; PERGHER, S.B.C.; **Programa De Gerenciamento de Resíduos dos Laboratórios de Graduação Da Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai E Das Missões - Campus Erechim**. Química Nova, v.27, n.4, 674-677, 2004.
- GERBASE, A.E.; GREGÓRIO, J.R.; CALVETE, T.; **Gerenciamento Dos Resíduos Da Disciplina Química Inorgânica Ii Do Curso De Química Da Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul**. Química Nova, v.29, n.2, p.397-403, 2006.
- MOZETO, A.A.; JARDIM, W.F.; **A Química Ambiental no Brasil**. Química Nova, v.25, n.25, p.1-11, 2002.
- NASCIMENTO, L.F.; MELLO, M.C.A. DE; LEMOS, A. DA C.; **Produção mais Limpa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2002, 200p.
- TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A.; **Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP**. Química Nova, v. 28, n.4, 732-738, 2005.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEAM pelo financiamento do projeto. Agradecem também ao contínuo apoio do CEFET-AM.