

LEVANTAMENTO QUALIQUANTITATIVO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS PERIGOSOS GERADOS NAS AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA DA UERN

Alzineide Maria Pereira de Lima*, Luiz Di Souza, Luiz Gonzaga de Oliveira Matias, Adriana Paula Batista dos Santos, Williane Simões Dantas, Francisco Rodrigo Silva e Simone Alves Serafim Rocha

Departamento de Química, Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, CP 70, CEP 59625-620, Mossoró, RN, Brasil.

RESUMO

O trabalho aborda a problema da identificação e quantificação dos produtos químicos perigosos armazenados nas universidades devido ao uso de materiais, substâncias e misturas de substancias perigosas nas atividades de ensino, pesquisa e extensão. Sabe-se que é necessário identificar e armazenar adequadamente todos os produtos químicos e os resíduos produzidos no seu uso. Normas de segurança para uso, tratamento, armazenamento e descarte apropriado são previstas na legislação e tem que ser obedecidas, para evitar que os mesmos ocasionem riscos de contaminação e comprometimento do meio ambiente e da saúde humana. Na UERN já existe a concepção por parte dos professores, técnicos e alunos da real necessidade do gerenciamento dos seus resíduos e da necessária evolução dos processos para o seu controle. Diante desse contexto, os produtos químicos perigosos que fazem parte das aulas experimentais das disciplinas de química orgânica do curso de licenciatura em química realizadas no laboratório de química orgânica foram identificados e quantificados visando desenvolver procedimentos adequados para o seu armazenamento e descarte. Os resultados mostraram no aspecto qualitativo que nos treze (13) experimentos selecionados e realizados durante 12 meses de curso ocorre à utilização de quarenta e uma (41) substâncias perigosas de várias funções químicas como: Hidrocarbonetos, Haletos de alquila, alcoóis, cetonas, éteres, aminas, ácidos, bases, entre outros. No aspecto quantitativo encontrou-se que as substancias liquidas totalizaram aproximadamente 91 L e as substâncias sólidas 500 g, quantidades que comprovam a necessidade do gerenciamento mais cuidadoso, especialmente por que várias das substancias identificadas são classificadas como tóxicas ou muito perigosas.

*E-mail: alzineid@yahoo.com.br

PALAVRAS CHAVES: Identificação, Quantificação, Gerenciamento, Segregação, Rotulagem e descarte,

ABSTRACT

The paper addresses the problem of the identification and quantification of hazardous chemicals stored in universities due to the use of materials, substances and mixtures of hazardous substances in teaching, research and extension activities. It is known that it is necessary to properly identify and store all chemicals and wastes produced in their use. Safety regulations for proper use, treatment, storage and disposal are foreseen in the legislation and must be obeyed to avoid the risk of contamination and compromise of the environment and human health. At UERN there is already a conception by the teachers, technicians and students of the real need to manage their waste and the necessary evolution of the processes for their control. In view of this context, the hazardous chemicals that are part of the experimental classes of the organic chemistry disciplines the licentiate course in chemistry carried out in the organic chemistry laboratory were identified and quantified in order to develop adequate procedures for their storage and disposal. The results showed that in the thirteen (13) experiments selected and carried out during 12 months of the course the use of forty one (41) hazardous substances of various chemical functions as: Hydrocarbons, alkyl halides, alcohols, ketones, ethers, Amines, acids, bases, among others. In the quantitative aspect, it were found that the liquid substances totaled approximately 91 L and the solid substances 500 g, amounts that prove the need for more careful management, especially since several of the identified substances are classified as toxic or very dangerous.

KEYWORDS: Identification, Quantification, Management, Labeling, Segregation and Disposal.

INTRODUÇÃO

Produto químico perigoso – (PQP) é todo agente químico que apresenta características danosas ao meio ambiente e ao ser humano, como corrosividade, inflamabilidade, toxicidade, reatividade e patogenicidade (ABNT NBR N° 10.004, 2004 e ABNT NBR N° 14.725-1, 2009).

Nas instituições de ensino e pesquisa, as principais preocupações sobre a poluição causada pelos PQP's estão relacionadas ao descarte inadequado de seus resíduos, que acontece na maioria das vezes nas pias dos laboratórios, durante as atividades laboratoriais, como também através de seu armazenamento e destino final inseguro. Esses produtos quando manipulados e descartados sem o devido conhecimento sobre sua periculosidade, podem acarretar acidentes, aumentar a poluição ambiental e colocar em risco a saúde de todo tipo de vida que entre em contato com esse tipo de material (AMARAL et al., 2001; ALBERGUINI et. al., 2003; SILVA et. al., 2011).

De acordo com Jesus e Santos (2009), os resíduos e rejeitos provenientes de aulas experimentais podem ser caracterizados como líquidos gasosos, sólidos; e independentes do estado físico são classificados como perigosos por apresentarem características de inflamabilidade, patogenicidade, periculosidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade, não podendo ser descartados em lixo comum ou em redes de esgoto. Quando possível os resíduos devem ser recuperados para reutilização, enquanto que os rejeitos devem ser descartados de forma adequada.

Os resíduos são originados de várias fontes, tais como:

- Industrial: originado nas atividades dos diversos ramos da indústria;
- Radioativo: provenientes da atividade nuclear;
- Agrícola: a partir das atividades agrícolas e pecuárias;
- Entulho: decorrentes das atividades da construção civil;
- Domiciliar: oriundos da vida diária das residências;
- Comercial: originado dos diversos estabelecimentos comerciais;
- Hospitalar: descartado por hospitais, farmácias, clínicas veterinárias.
- Serviço Público: originados dos serviços de limpeza urbana; descartes de rejeitos e

lixos de universidades.

Neste trabalho foram enfatizados os resíduos químicos dos tipos sólidos e líquidos, que nas atividades desenvolvidas no laboratório de química da UERN, também se caracterizam como resíduos tóxicos, sendo dado maior enfoque aos resíduos químicos perigosos.

De acordo com a Norma Brasileira NBR- 10004/2004 da ABNT, os resíduos sólidos são classificados em dois grupos:

a) **Classe I – Perigosos:** São os resíduos ou misturas de resíduos que apresentam pelo menos uma das seguintes propriedades: inflamabilidade, reatividade, corrosividade, toxicidade ou patogenicidade, podendo assim, provocar sérios riscos à saúde pública, como também serem nocivos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

b) **Classe II - Não Perigosos:** são subdivididos em duas classes. A Classe II A – Não inertes, é constituída pelos resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos de “Classe I – Perigosos” ou de resíduos de “Classe II B – Inertes”, conforme a Norma NBR- 10004/2004. Os resíduos de Classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Na Classe II B – Inertes, estão classificados os resíduos que, quando amostrados de forma representativa, conforme a ABNT-NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, de acordo com a ABNT-NBR 10006, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor.

Os produtos químicos são obrigatoriamente vendidos com uma Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ), a qual está regulamentada pela Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) segundo o Decreto nº 2.657 de 03/07/1998, promulgado pela Convenção nº 170 da Organização Internacional do Trabalho - OIT. Em alguns países, essa ficha é chamada de Material Safety Data Sheet – MSDS, que significa Ficha de Dados de Segurança de Material ou simplesmente Safety Data Sheet – SDS, que quer dizer Fichas de Dados de Segurança as quais acompanham produtos químicos importados (ABNT NBR 14.725- 4, 2012).

A FISPQ é um meio de o fornecedor transferir informações básicas sobre os perigos de um produto químico aos trabalhadores da área e outras partes envolvidas. Ela contém informações sobre transporte, manuseio, armazenagem, ações de emergência, entre outros; os quais contemplam os aspectos de segurança, saúde e meio ambiente (ABNT NBR 14.725- 4, 2012).

A FISPQ deve ser consultada antes da manipulação de qualquer produto químico, e deve estar disponível em local de fácil acesso. Ela complementa as informações contidas no rótulo dos produtos químicos, que por sua vez devem ser verificados com bastante atenção. Infelizmente embora esteja na legislação à obrigatoriedade do fornecimento da FISPQ na compra de produtos químicos, ainda se compra e vende reagentes químicos sem a sua presença, o que resulta em laboratórios que abrigam grandes quantidades de produtos sem essas importantes ferramentas de trabalho.

A FISPQ do produto, quando não disponibilizada pelo fornecedor, pode ser obtida por meio da internet, através do site do fabricante, com o fornecedor, ou ainda na literatura especializada (BUSCHINELLI e KATO, 2011).

Segundo a (ABNT NBR 14.725- 4, 2012) uma FISPQ deve fornecer as informações sobre a substância ou mistura nas 16 seções, cujos títulos – padrão, numeração e sequência não podem ser alteradas. De forma geral, a FISPQ contém as seguintes informações do produto químico: identificação, identificação de perigos, composição e informações sobre os ingredientes, medidas de primeiros socorros, medidas de combate a incêndio, medidas de controle para derramamento ou vazamento, manuseio e armazenamento, controle de exposição e proteção individual, propriedades físico-químicas, estabilidade e reatividade, informações toxicológicas, informações ecológicas, considerações sobre destinação final, informações sobre transporte, informações sobre regulamentações e outras informações importantes.

Os vários problemas de estocagem de produtos químicos em laboratórios estão relacionados à diversidade de produtos químicos que devem ser armazenados, sendo a estocagem descuidada, não planejada e sem controle frequente, um convite para acidentes pessoais e danos materiais. No entanto, se a área de estocagem for cuidadosamente planejada, supervisionada e bem sinalizada é possível prevenir muitos acidentes (BAADER e CAPURRO, 2004; COSTALONGA, et al., 2010).

Para Isso os produtos são classificados em função do tipo de perigo que os mesmos podem oferecer ao homem e ao meio ambiente. Eles podem ser agrupados nas seguintes categorias gerais: Inflamáveis, Tóxicos; Explosivos, Comburentes, Corrosivos, Gases comprimidos, Produtos sensíveis à água e Produtos incompatíveis. Em virtude da periculosidade destas categorias, algumas medidas de segurança devem ser adotadas na estocagem e manuseio de produtos químicos, tais como: serem armazenados em locais especialmente destinados para este fim, permanecendo no laboratório uma quantidade mínima a ser utilizada; reagentes incompatíveis devem ser estocados em distâncias adequadas entre si; reagentes perigosos devem ser estocados de maneira particular, considerando suas características; todas as substâncias e misturas devem ser rotuladas, inclusive os resíduos segregados para descarte adequado; os produtos muito tóxicos devem ser guardados em armários fechados e em local de acesso restrito.

A respeito dos rótulos dos frascos contendo substâncias químicas, em função de sua comprovada fragilidade, se aconselha reforçá-los com fita adesiva transparente e ou fina camada de cola ou papel Contato® transparente, a fim de evitar a sua perda, sendo que os mesmos devem ser vistoriados periodicamente.

No caso de soluções preparadas no local é necessário colocar etiquetas (rótulos) adequadas nos seus frascos, contendo as seguintes informações básicas: nome e concentração das substâncias, data da preparação, prazo de validade e nome do responsável.

As atividades que envolvem a utilização de produtos químicos fazem uso de procedimentos que por sua vez são considerados de risco e geradores de poluição, pois em muitas situações essas substâncias são de caráter nocivo, e após o seu término geram resíduos que necessitam de gerenciamento de forma segura e correta.

Segundo dados da literatura (Demanan et al, 2004; Nolasco et al, 2006), o interesse direcionado ao gerenciamento de resíduos químicos surgiu apenas no final dos anos noventa do século XX, com o conceito de química limpa, que se baseia na necessidade de se evitar ou minimizar a produção de resíduos, reduzindo o impacto da atividade química. Significantes mudanças estão acontecendo no que diz respeito às indústrias que estão substituindo seus processos tradicionais por tecnologias ambientalmente corretas, enquanto que várias universidades do Brasil e do mundo estão implantando Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais.

Os laboratórios de ensino e pesquisa, bem como os laboratórios de análises bioquímicas e físico-químicas são pequenos geradores de resíduos, quando comparados com as indústrias que trabalham com grande quantidade de reagentes e assim geram grandes quantidades de resíduos. Com essa compreensão, as indústrias são frequentemente submetidas a fiscalizações severas, enquanto que os pequenos geradores de resíduos, como as instituições de ensino superior, raramente são fiscalizados. Isto se deve ao fato de considerarem suas atividades menos impactantes ao meio ambiente, essa visão errônea só vem reforçar a falta de compromisso por parte dos envolvidos (JARDIM, 1998; ALVES e MALI, 2006).

Neste sentido a universidade tem o papel de formar cidadãos críticos e conscientes de seus atos, além disso, deve também ser responsável e comprometida com o desenvolvimento sustentável de novas tecnologias. A soma de todos os pequenos geradores de resíduos, como a sua grande variedade, entre os quais estão incluídos, metais pesados, solventes halogenados, radioisótopos, materiais contaminados e ou infectados, retratam a necessidade urgente de um gerenciamento adequado desses resíduos.

Estas instituições não podem nem devem ignorar sua posição de geradora de resíduos, até porque em algumas situações, elas exercem papel fundamental quando avaliam os impactos ambientais provocados por outras unidades geradoras de resíduos, fora de seus limites físicos. Dessa forma, a falta de tratamento de seus próprios rejeitos, comprometeria a credibilidade das universidades perante a sociedade e os órgãos públicos competentes (JARDIM, 1998). Outro motivo, e talvez o principal, é que o maior benefício proporcionado por um programa de gerenciamento de resíduos nas universidades está relacionado ao treinamento de estudantes, capacitando-os a trabalharem dentro de normas apropriadas de gerenciamento de produtos químicos (SASSIOTTO, 2005). Esse treinamento deve contemplar todo o pessoal diretamente envolvido, inclusive professores e técnicos de laboratório.

Podem-se citar vários exemplos de institutos, universidades e centros de pesquisa que se encontram neste patamar, tais como: IQ/UFRGS - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; IQSC/USP - Instituto de Química do Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo; DQ/UFPR – Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná; URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões; UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro; UFSCar - Universidade Federal de São Carlos; CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, entre

outros (AMARAL et al, 2001; ALBERGUINI et al, 2003; CUNHA, 2001; DEMANAN et al, 2004; TAVARES e BENDASSOLLI, 2005; SASSIOTTO, 2005; NOLASCO et al. 2006).

As etapas do gerenciamento de resíduos feitas nestes locais se realizam com o responsável pelo laboratório fazendo um inventário dos resíduos existentes (composição e quantidade) naquele local. Uma lista contendo uma estimativa da geração de resíduos (quantidade/mês ou ano), também é muito importante. Sempre que possível deve-se minimizar ao máximo a geração desses resíduos, alterando-se reagentes, composição e práticas realizadas. Esse inventário deve envolver dois tipos de resíduos: o *Ativo* que é proveniente de atividades rotineiras da unidade geradora, sendo o principal alvo de um programa de gerenciamento, e o *Passivo*, que compreende àquele resíduo estocado, não caracterizado, aguardando a destinação final. Os passivos químicos podem ser divididos em três classes: Identificados; Não identificados e misturados/contaminados. A seguir estes resíduos inventariados devem ser segregados, rotulados, tratados e armazenados adequadamente até a hora do descarte ambientalmente correto.

Os resíduos gerados devem ser classificados em grupos de resíduos, seguem alguns deles:

- Solventes não halogenados ou misturas desses solventes;
- Solventes halogenados;
- Fenol;
- Soluções aquosas sem metais pesados;
- Soluções aquosas com metais pesados;
- Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos
- Soluções contendo mercúrio;
- Soluções contendo prata;
- Sólidos: com metais pesados (tálio e cádmio);
- Sólidos: com os demais metais pesados;
- Peróxidos orgânicos;
- Outros sais;
- Aminas;
- Ácidos;

- Bases;
- Oxidantes;
- Redutores;
- 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 separadamente e identificadas para tratamento e/ou disposição final;
- Materiais contaminados durante ou após a utilização de procedimentos experimentais (vidrarias quebradas, luvas, papéis de filtro entre outros) devem ser separados para não serem descartados junto ao lixo comum, e depois submetidos a tratamento e ou disposição final adequada.
- Outros (MACHADO e SALVADOR).

De acordo com a quantidade os produtos podem ser reunidos primeiro em frascos pequenos e depois transferidos para frascos maiores que devem ser retirados do laboratório. Em todas essas etapas se deve seguir práticas adequadas e usar rótulos e símbolos adequados para informar sobre a periculosidade do resíduo gerado.

Observa-se no Brasil que a maioria das universidades geradoras de resíduos não dispõe do passivo, o que facilita em parte a implantação de um programa de gerenciamento, mas, em contra partida, mostra o descaso com que o assunto vem sendo tratado atualmente (JARDIM, 1998; ALBERGUINI et al., 2003; NOLASCO et al., 2006).

Segundo Jardim (1998) existe um protocolo para a caracterização preliminar de resíduos químicos desconhecidos sobre sua composição e características de periculosidade, os quais são normalmente encontrados nos laboratórios. Os procedimentos sugeridos no protocolo são mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Protocolo de caracterização de resíduos químicos desconhecidos.

Protocolo para Caracterização de Resíduos Químicos não Identificados	
Reatividade com água	Adicionar uma gota e observar se há formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta.
Presença de cianetos	Adicionar uma gota de Cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em três gotas do resíduo. A cor vermelha é indicativa do teste para resultado positivo.
Presença de sulfetos	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo ficará enegrecido quando na presença de sulfetos.
pH	Usar papel indicador ou pH- metro.
Resíduo oxidante	A oxidação de um sal de Mn (II), de cor rosa claro para uma coloração escura indicará a existência de resíduo oxidante.
Resíduo redutor	A possível descoloração de um papel umedecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno poderá ser observada, caracterizando o resíduo como redutor.
Inflamabilidade	Introduzir um palito de cerâmica no resíduo deixar escorrer o excesso e colocar o resíduo na chama.
Presença de halogênios	Colocar um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro no resíduo. Levar o fio de cobre contendo o resíduo à chama e observar a coloração: o verde indicará a presença de halogênios.
Solubilidade em água	Após ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente, através de testes com vários solventes.

Fonte: Jardim (1998).

Segundo Jardim (1998), os resíduos podem ser novamente caracterizados sendo geradas as seguintes correntes segregadas: ácidos, bases, orgânicos, inorgânicos, sólidos, líquidos, gasosos, oxidantes, redutores.

Esse procedimento de desagregação dos resíduos em diferentes correntes pode ser sucessivamente melhorado, o que dependerá da disponibilidade de recursos da instituição, da legislação vigente, do modo selecionado para a disposição final, incluindo-se ainda vários fatores, sempre se considerando as relações custo/benefício e risco/benefício (UNICAMP-IQ, 2012).

A Lei 6.938 de 31/08/1981, instituída pela Política Nacional de Meio Ambiente foi um marco histórico no que diz respeito ao desenvolvimento do Direito Ambiental: abordou definições importantes sobre meio ambiente, degradação da qualidade ambiental, poluição, poluidor e recursos ambientais, como também instituiu um valioso mecanismo de proteção ambiental chamado de Estudo Prévio de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto de Meio Ambiente (RIMA), considerada ferramentas eficazes e modernas em termos ambientais mundiais (BATISTA, apud OLIVEIRA e COSTA, 2007). O gerenciamento dos resíduos apresenta uma regra principal que deve ser adotada, que é a da responsabilidade objetiva (Lei 6938/81 – Política Nacional do Meio Ambiente). Esta estabelece que quem produz o resíduo se torna responsável por ele.

As resoluções N° 357/2005 e N° 430/2011 tratam sobre a classificação dos corpos de água e fornece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as concentrações máximas de poluentes permitidos nos efluentes, antes dos mesmos serem lançados na rede pública de esgoto ou corpos de água, dependendo da classe na qual o corpo receptor for enquadrado.

Os corpos aquáticos são divididos em 9 classes, sendo que 5 são de águas doces, 2 de águas salinas e 2 de águas salobras. Os corpos de água doce podem ser classificados em Classe Especial e Classes 1 a 4. Um corpo receptor de Classe 3 destina-se ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; a pesca amadora; a recreação de contato secundário e a dessedentação de animais. Quanto menor o número da classe, mais restritivo se torna o lançamento de efluentes no mesmo. Supondo que determinado efluente contenha, por exemplo, tetracloreto de carbono e este seja lançado em um corpo receptor de Classe 3, esse descarte só poderá acontecer se a sua concentração estiver abaixo ou corresponder exatamente ao valor máximo permitido que é de 0,003 mg/L (BRASIL, 2005; BRASIL 2011).

Outra ferramenta legal que pode nortear as instituições de ensino quanto aos seus resíduos, é contemplado pela Resolução N°. 358/2005 do CONAMA, que trata da classificação, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, provenientes dos serviços de saúde. Segundo essa mesma resolução os resíduos são agrupados em:

Grupo A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção;

Grupo B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;

Grupo C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista;

Grupo D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares;

Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares (BRASIL, 2005).

Ao longo dos anos, novas leis, decretos, normas e resoluções foram promulgadas, dando origem à formação de um sistema bastante amplo de proteção ambiental, tanto em esfera nacional como também estadual e municipal. As Leis Ambientais Brasileiras são consideradas bastantes avançadas e bem elaboradas, no que se refere ao objeto proposto, o maior problema está na sua aplicação, que por diversos fatores, inviabiliza e torna falha a sua execução (OLIVEIRA e COSTA, 2007).

Um dos fatores e talvez o mais grave seja a corrupção, que impede na maioria das vezes a atuação de uma fiscalização mais séria, capaz de garantir os direitos e deveres estabelecidos pela legislação.

Com relação aos resíduos gerados em universidades, não existe atualmente uma legislação voltada especificamente para este fim. No entanto, não se justifica a ausência de responsabilidade em relação ao descarte inadequado desse material, já que existem critérios de lançamento de efluentes industriais líquidos regulados nacionalmente pelas resoluções N° 357/2005 e N° 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que por sua vez estão também fundamentadas na norma NBR 10004 da ABNT. No entanto, para que a NBR 10.004 possa ser aplicada é necessário consultar as normas complementares que são NBR 10.005 (lixiviação), NBR 10.006 (solubilização) e NBR 10.007 (amostragem de resíduos), as quais também são adotadas pelo setor industrial, e que por sua vez, podem servir de referência para as instituições de ensino e pesquisa (ALVES e MALI, 2006; BRASIL, 2011, OLIVEIRA e COSTA, 2007).

A utilização de produtos químicos considerados perigosos é considerada significativa em aulas práticas das disciplinas experimentais de Química Orgânica, realizadas nos Laboratórios de Graduação do Curso de Química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, no entanto nenhum trabalho foi feito até o momento para identificar, quantificar, tratar, armazenar e descartar adequadamente seus resíduos. A percepção da necessidade do gerenciamento adequado de produtos químicos por parte dos alunos, técnicos de laboratório e professores, diretamente envolvidos com essas atividades, desde o recebimento, armazenamento, manipulação, tratamento dos resíduos, armazenamento dos resíduos e o descarte adequado é de suma importância. Devendo-se salientar que o correto tratamento e descarte desses resíduos são essenciais à saúde de todos e a qualidade do meio ambiente, o que impõe a necessidade de usar formas de armazenamento e descarte adequados.

Assim, neste trabalho foram inventariados os resíduos químicos dos tipos sólidos e líquidos gerados nas aulas práticas de química orgânica, realizadas no laboratório de química orgânica da UERN, que se caracterizam como resíduos tóxicos, sendo dado maior enfoque aos resíduos químicos perigosos, visando seu armazenamento e descarte adequado.

METODOLOGIA

Para a execução do trabalho foram selecionadas as práticas experimentais mais realizadas anualmente das disciplinas de química orgânica da UERN, tendo em vista a significativa variedade de resíduos gerados. O principal critério utilizado para a seleção dos

experimentos foi à presença de produtos químicos perigosos. Fez-se a identificação e quantificação os produtos químicos perigosos (reagentes) nelas utilizados e também a identificação qualitativa dos possíveis resíduos perigosos gerados. Sabe-se que a correta identificação do resíduo no momento em que o mesmo é produzido na unidade geradora (laboratório) é indispensável para que o processo de armazenagem seguro seja promovido e conseqüentemente o seu descarte possa ser realizado com sucesso, atendendo assim as recomendações das normas e leis vigentes.

Foram selecionadas treze (13) aulas práticas de roteiros de aulas práticas usados em disciplinas da área de Orgânica do curso de Licenciatura em Química da UERN. Os roteiros experimentais utilizados correspondem a três (3) matérias de química orgânica, como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Disciplinas usadas na realização do trabalho e sua respectiva área.

Área	Nº da Disciplina	Disciplinas
Química Orgânica	01	Química Orgânica Fundamental
	02	Mecanismos de Reações Orgânicas
	03	Análise Orgânica

Fonte: Lima (2013).

O critério usado para a escolha dos experimentos foi à presença de produtos considerados perigosos na legislação pertinente, de acordo com a revisão bibliográfica apresentada no capítulo anterior. Neste sentido as disciplinas selecionadas são as mais representativas do referido curso em termos de quantidade e periculosidade dos produtos químicos usados. Para cada disciplina foram identificados todos os produtos (substâncias) usados de acordo com os roteiros das respectivas práticas experimentais e verificada a periculosidade de tais produtos químicos usados com base nas informações dos rótulos, nas FISPQs atualizadas e ou na literatura.

Na tabela 2, são descritas as aulas práticas experimentais das disciplinas selecionadas para a realização deste trabalho. A partir desta seleção foi possível realizar o gerenciamento dos reagentes e resíduos químicos do Laboratório de Química II da UERN.

Para quantificar esses reagentes, a quantidade usada de cada um deles numa prática foi somada as quantidades usadas em todas as outras práticas, sendo este total multiplicado por 2 (número de semestre no ano) e em seguida por 4 (número médio de grupos de alunos por disciplina), já que em função da restrição de tempo e disponibilidade de reagentes as práticas são realizadas por grupos de alunos e não individualmente. Assim foram determinadas as quantidades de reagentes utilizados durante um ano de aulas práticas, sendo as líquidas quantificadas em unidades de litros e os sólidos em gramas.

Baseado nas reações que ocorrem nas aulas práticas e no conhecimento sobre as possíveis reações entre os reagentes usados presumiram-se quais seriam os possíveis resíduos perigosos gerados e com base nestes foram propostos rótulos, fichas de identificação de resíduo e formulários para registro dos mesmos, visando uma forma correta de armazenagem (temporária), para futuro tratamento e ou disposição final mais segura.

Neste trabalho foi realizado o levantamento das substâncias químicas perigosas e dos possíveis resíduos gerados (ambos provenientes das aulas experimentais). Seguida da quantificação das substâncias líquidas e sólidas utilizadas no período acadêmico de um ano de aulas experimentais.

Tabela 2 – Aulas práticas experimentais selecionadas das disciplinas da área de química orgânica.

Número de disciplinas	Disciplinas	Quantidade de Experimentos	Aulas Práticas Experimentais
01	Química Orgânica Fundamental	01	Propriedades físicas e químicas dos alcanos e alcenos
		02	Síntese e identificação do acetileno
		03	Propriedades químicas e físicas dos alcoóis
		04	Reações de identificação de aldeídos e cetonas
02	Mecanismos de Reações Orgânicas	05	Extração por solventes quimicamente ativos
		06	Caracterização de grupos funcionais
		07	Separação do eugenol e do ácido oleanólico a partir do cravo da índia
		08	Extração da cafeína a partir do chá preto
		09	Condensação aldólica cruzada
03	Análise Orgânica	10	Cromatografia líquida clássica em coluna
		11	Preparação do ciclo-hexeno
		12	Preparação do cloreto de T-butila
		13	Preparação da acetanilida

Fonte: Lima (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento realizado dos produtos químicos perigosos (reagentes e possíveis resíduos gerados) nesse trabalho foi esquematizado para um melhor entendimento, através dos Quadros 2, 3 e 4, respectivamente. Os 13 (treze) experimentos de aulas práticas de química orgânica analisados tiveram como principal critério de seleção a presença de substâncias químicas perigosas nestes roteiros, e, conseqüentemente, dos resíduos gerados pelas mesmas, que por sua vez, apresentam semelhanças em relação ao grau de periculosidade. As descrições das substâncias, concentração e possíveis resíduos foram feitos com base em literaturas da área (BESSLER e NEDER, 2004; DIAS et. al. 2004; MANO e SEABRA, 1987; MARQUES e BORGES, 2007; PEÑA, 2002) e Manual de aulas práticas de química orgânica, do próprio Curso de Licenciatura em Química da UERN.

Nas informações contidas nos quadros 2, 3 e 4 foram identificados 41 (quarenta e uma) substâncias químicas perigosas, sendo que algumas delas se apresentam de forma repetitiva em alguns experimentos. Conforme o roteiro de cada experimento e as reações envolvidas, foram também identificados os possíveis resíduos gerados. Vale salientar que de acordo com a classificação das substâncias químicas e dos resíduos gerados, essas substâncias ou resíduos foram classificados como perigosos, considerando as informações dos próprios rótulos dos frascos das substâncias, das FISPQ's e ou MSDS e da norma NBR 10004 - 2004.

Esse levantamento é importante porque identifica o tipo de resíduo ativo proveniente das atividades rotineiras (práticas experimentais). Assim, com base nos quadros 2, 3 e 4, foram somadas e quantificadas as substâncias gastas durante as aulas, tanto no estado líquido (Tabela 3) quanto no estado sólido (Tabela 4).

Analisando a tabela 3, foi possível constatar o consumo de aproximadamente 91 L das 28 substâncias da Tabela 3. Três destas substâncias foram classificadas em grupos de solventes orgânicos clorados (clorofórmio, diclorometano e tetracloreto de carbono) suas quantidades são bastante significativas, considerando, a periculosidade das mesmas. A baixa solubilidade em água e alta toxicidade fazem com que até mesmos traços dessas substâncias não possam ser lançados no sistema de esgoto (SILVA e CARREIRA, 2003). Os hidrocarbonetos (hexano, ciclohexano, ciclohexeno, xileno, gasolina e querosene) são compostos perigosos devido à alta inflamabilidade. O ciclohexeno forma peróxidos explosivos, quando armazenado por período longo de tempo. Os alcoóis (1-butanol, 2- propanol. t- butanol, ciclohexanol, etanol

e metanol) são utilizados extensamente como solventes. A maioria é solúvel em água, tem baixa toxicidade e são biodegradados (SILVA e CARREIRA, 2003).

Quadro 2 – Reagentes utilizados nos experimentos e seus respectivos resíduos nas aulas práticas da disciplina de Química Orgânica fundamental.

Aulas Práticas Experimentais	Reagentes utilizados	Possíveis resíduos gerados
Propriedades Físicas e Químicas dos Alcanos e Alcenos	Gasolina, Querosene, Hexano P.A, Ciclohexano P.A., Ciclohexeno P.A, Bromo P.A., Tetracloreto de carbono P.A., Permanganato de potássio P.A., Ácido sulfúrico P.A.	Ciclohexano e água; ciclohexano e tetracloreto de carbono; gasolina e água; gasolina e tetracloreto de carbono; Hexano e bromo em tetracloreto de carbono; Trans- 1,2 dibromociclohexano; ciclohexanol; ácido sulfúrico(aq); Cis- 1,2 ciclohexanodiol; óxido de manganês.
Síntese e Identificação do Acetileno	Carbeto de cálcio comercial, Permanganato de potássio P.A., Ácido sulfúrico P.A., Bromo P.A., Tetracloreto de carbono P.A., Nitrato de prata P.A., Hidróxido de amônio P.A, Hidróxido de sódio P.A.	Hidróxido de cálcio (aq); Acetileno (g); Ácido metanóico (aq); (1,2 – Dibromoetano/ tetracloreto de carbono ou 1,1,2,2 –Tetrabromoetano/ tetracloreto de carbono); Acetileno de prata (s) e Ácido nítrico(aq); Hidróxido de sódio (aq).
Propriedades químicas e físicas dos alcoóis	Sódio metálico P.A., Dicromato de potássio P.A., Ácido sulfúrico P.A., Ácido clorídrico P.A., Cloreto de zinco P.A., Etanol P.A., 1-Butanol P.A., 2-Propanol P.A.	Etóxido de sódio; Butóxido de sódio; Isopropóxido de sódio; Ácido acético; Ácido butanóico; Acetona; Óxido de cromo; Etanol e Cloreto de Zinco/ Acido Clorídrico; 1-butanol e Cloreto de zinco/ Acido clorídrico; Cloreto de isopropila.
Reações de Identificação de Aldeídos e Cetonas	Acetona, Benzaldeído, Bissulfito de sódio P.A, Iodo P.A (I ₂ /KI), Hipoclorídrico de sódio P.A, Etanol P.A., Nitrato de prata P.A., Hidróxido de sódio P.A., Hidróxido de amônio P.A.	α -Hidroxi- metil-Benzeno- Sulfonato de Sódio; α -Hidroxi- propil- Sulfonato de Sódio Acetona; Etanol; Iodoformio(s); Prata elementar (s); Ácido benzóico e Hidróxido de amônio; Acetona e Reagente de Tollens (Hidróxido de prata amoniacal).

Fonte: UERN-DQ (2013).

Quadro 3 – Reagentes utilizados nos experimentos das aulas práticas da disciplina de Mecanismos de Reações Orgânicas e seus respectivos resíduos.

Aulas Práticas Experimentais	Reagentes utilizados	Possíveis resíduos gerados
Exp.1- Extração por solventes quimicamente ativos	Xileno P.A, Anilina P.A, 1- Naftol, Ácido benzóico, Éter etílico P.A, Diclorometano P.A, Iodo elementar P.A, Hidróxido de sódio P.A, Ácido clorídrico P.A	1- Naftol; Ácido benzóico; Xileno, Anilina; Éter etílico; Diclorometano; Iodo elementar.
Exp.2- Caracterização de grupos funcionais	Ciclohexano P.A, Ciclohexeno P.A, Bromo P.A, Tetracloreto de carbono P.A, Ácido clorídrico P.A, Cloreto de zinco P.A, t-butanol P.A, Acetona P.A, Formaldeído P.A, Etanol P.A, Metanol P.A, P.A, Iodo elementar P.A, Permanganato de potássio P.A, Nitrato de prata P.A, Hidróxido de sódio P.A, Hidróxido de amônio P.A	Ciclohexano e Bromo/ Tetracloreto de carbono; 1,2-Dibromociclohexano; Cloreto de t-butila; Ácido hexanodióico ou Diol, Metanoato de sódio; Prata elementar; Acetona; Metanol; Etanol; Óxido de manganês; Iodofórmio; Ácido acético.
Exp.3 - Separação do eugenol e do ácido oleanólico a partir do cravo da índia	Hexano P.A., Éter etílico P.A., Hidróxido de sódio P.A. Ácido clorídrico P.A.	Eugenol; Ácido oleanólico; Hexano, Éter etílico; Cloreto de sódio (aq).
Exp.4 - Extração da cafeína a partir do chá preto	Diclorometano P.A, Hidróxido de sódio P.A, Hexano P.A.	Cafeína; Diclorometano; 2-propanol; Hexano e Hidróxido de sódio (aq).
Exp.5 - Condensação aldólica cruzada	Benzaldeído P.A, Acetona P.A, Etanol P.A, Hidróxido de sódio P.A	Dibenzalacetona (s); hidróxido de sódio (aq); etanol (aq)

Fonte: UERN-DQ (2013); MARQUES e BORGES (2007).

Quadro 4 – Reagentes utilizados nos experimentos das aulas práticas da disciplina de Análise Orgânica e seus respectivos resíduos.

Aulas práticas Experimentais	Reagentes/concentração	Possíveis resíduos
Exp.1 - Cromatografia líquida clássica em coluna	Hexano P.A, Metanol P.A, Clorofórmio P.A, Acetato de etila P.A, Iodo elementar P.A, 1- Naftol P.A, Dibenzalacetona P.A, Acetanilida P.A.	Mistura de solventes (hexano, clorofórmio, acetato de etila e metanol); Iodo elementar; 1- Naftol; Acetanilida; Dibenzalacetona;
Exp.2 - Preparação do ciclo-hexeno	Ciclo-hexanol P.A, Ácido sulfúrico P.A Bromo P.A, Tetracloreto de carbono P.A	Ciclo-hexeno (l); Ácido sulfúrico (aq); 1,2- dibromo ciclohexano (l)
Exp.3 - Preparação do cloreto de T- butila	T- butanol P.A, Ácido clorídrico P.A, Nitrato de prata P.A, Etanol P.A	Cloreto de t-butila (l); Cloreto de prata (s)
Exp.4 - Preparação da acetanilida	Anilina P.A, Anidrido acético P.A, Ácido acético P.A, Ácido clorídrico P.A, Carvão ativo.	Acetanilida (s); Ácido acético (aq); Papel de filtro contaminado com carvão ativo e impurezas.

Fonte: UERN-DQ (2013).

As substâncias que apresentam maiores quantidades (ordem decrescentes) são respectivamente hexano, metanol, acetato de etila e clorofórmio, isso se deve porque o experimento de Cromatografia líquida clássica em coluna requer um consumo significativo desses solventes. No entanto outras substâncias como éter etílico, ácido clorídrico, etanol, 2-propanol, também apresentam uma quantidade relevante, um dos motivos é a repetição das mesmas substâncias em experimentos distintos. No entanto é importante ressaltar que as substâncias que se apresentam em menor quantidade não podem ser consideradas menos perigosas, pois as mesmas oferecem os mesmos riscos de periculosidade ao homem e ao meio ambiente quando descartados inadequadamente ou expostos acima do limite de tolerância.

Tabela 3 – Quantidades de substâncias líquidas usadas num ano acadêmico de aulas experimentais.

Quantidade	Substâncias Químicas	Função Química	Quantidade (mL)
01	1-butanol P.A.	Álcool	64,0
02	2-propanol P.A.	Álcool	464,0
03	Metanol P.A.	Álcool	24.000,0
04	Acetona P.A.	Cetona	42,0
05	Ácido acético P.A.	Ácido	38,4
06	Ácido clorídrico P.A.	Ácido	1.104,6
07	Ácido sulfúrico P.A.	Ácido	18,4
08	Anidrido acético P.A.	Anidrido	40,8
09	Anilina P.A.	Amina	44,6
10	Benzaldeído P.A.	Aldeído	24,0
11	Bromo P.A.	-	10,0
12	Ciclohexano P.A.	Hidrocarboneto	24,0
13	Ciclohexeno P.A.	Hidrocarboneto	24,0
14	Ciclohexanol P.A.	Álcool	174,0
15	Clorofórmio P.A.	Halogeneto de alquila	16.000,0
16	Diclorometano P.A.	Halogeneto de alquila	640,0
17	Etanol P.A.	Álcool	650,0
18	Éter etílico P.A.	Éter	2.000,0
19	Formaldeído P.A.	Aldeído	16,0
20	Gasolina comercial	Hidrocarboneto	24,0
21	Hexano P.A.	Hidrocarboneto	29.000,0
22	Hidróxido de amônio P.A.	Base	36,0
23	Hipoclorito de sódio P.A.	Sal	212,5
24	Acetato de etila P.A.	Ester	16.000,0
25	Querosene comercial	Hidrocarboneto	8,0
26	T- butanol P.A.	Álcool	264,0
27	Tetracloro de carbono P.A.	Halogeneto de alquila	108,0
28	Xileno P.A.	Hidrocarboneto	93,0
		TOTAL:	91.124,3

Fonte: Lima (2013).

Tabela 4 – Quantidades de substâncias sólidas usadas num ano de aula experimental.

Quantidade	Substâncias Químicas	Função Química ou Função Orgânica	Quantidade (g)
01	Ácido benzóico P.A	Ácido	8,0
02	Acetanilida P.A	Amida	1,0
03	Bissulfito de sódio P.A	Sal	16,0
04	Carbeto de cálcio comercial	Sal	32,0
05	Cloreto de zinco P.A	Sal	45,4
06	Dibenzilacetona P.A	Cetona	1,0
07	Dicromato de potássio P.A	Sal	13,0
08	Hidróxido de sódio P.A	Base	264,0
09	Iodo elementar P.A	-	90,0
10	Nitrato de prata P.A	Sal	5,0
11	Permanganato de potássio P.A	Sal	4,0
12	Sódio metálico P.A	-	4,5
13	1- Naftol	Fenóis	9,0
		TOTAL	492,9

Fonte: Lima (2013).

Observando a Tabela 4, constatou-se que semelhantemente a tabela 3, existe uma variedade de substâncias, que por sua vez, apresentam quantidades significativas (totalizando aproximadamente 492,9 g). No entanto, as quantidades de cada substância aparecem em ordem decrescente, começando pela substância de hidróxido de sódio (utilizado em experimentos distintos, é um produto corrosivo, em contato com as vias respiratórias, pode causar queimaduras e se prolongado ocasionar pneumonia química, é tóxico para peixes e organismos vivos, etc.); iodo elementar (quantidade significativa usada como revelador no experimento de Cromatografia líquida clássica em coluna, sendo também seu uso comum em outros experimentos, esse produto é nocivo em contato com a pele ou se inalado. Provocam irritações à pele, as vias respiratórias e oculares grave. Danos aos órgãos da tireóide por exposição repetida ou prolongada, se ingerido. Muito tóxico para os

organismos aquáticos); cloreto de zinco (quantidade significativa usada na preparação do reagente de Lucas, esse reagente é corrosivo e danoso ao meio ambiente); carbeto de cálcio (usado na preparação do acetileno); bissulfito de sódio (usado nas reações de identificação de aldeídos e cetonas) e o dicromato de potássio, substância que contém o elemento crômio, que quando está na forma hexavalente é tóxico, cancerígeno, pode afetar a fertilidade, pode ser mortal se inalado, muito tóxico para os organismos aquáticos com efeitos duradouros (SIGMA ALDRICH e MERCK MILLIPORE).

No entanto as demais substâncias mesmo em pequenas quantidades não podem ser consideradas menos perigosas, pois quando descartadas indevidamente são também prejudiciais ao homem e ao meio ambiente.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

Nos treze (13) experimentos selecionados da área de orgânica durante 12 meses, contou com a utilização de quarenta e uma (41) substâncias perigosas que totalizaram aproximadamente 91 L (substâncias líquidas) e 493 g (substâncias sólidas) as quais geraram uma quantidade significativa de resíduos perigosos que foram qualitativamente identificados. Assim a UERN não pode mais ignorar a sua geração de resíduos perigosos e a inexistência de um programa de gestão dos mesmos.

BIBLIOGRAFIA

ALBERGUINI, L. B. A. et al. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 291-295, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n2/15005.pdf>.

ALVES, Mirian Ribeiro; MALI, Suzana. **Terra e Cultura**, nº 42, ano. 22, p.142- 150. Disponível em: http://web.unifil.br/docs/revista_eletronica/terra_cultura/42/Terra%20e%20Cultura_42-12.pdf.

AMARAL, Suzana. T. et al. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 419-423, 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n3/a22v24n3.pdf>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. **NBR 10004**. Resíduos sólidos - Classificação. 2004, 71 p. Disponível em: <http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. **NBR 14725-1**. Parte 1: Terminologia. 2009, 9 p. Disponível em: http://www2.iq.usp.br/pos-graduacao/images/documentos/seg_2_2013/nbr147251.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. **NBR-14725-4**. Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). 2012, 25 p. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/102176193/NBR-14725-4-2012-pdf>.

BAADER, W.; CAPURRO, M. L. (org.). **Manual de segurança**. São Paulo: Instituto de Química [da] Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www2.iq.usp.br/cipa/manual/manualinteiro.pdf>.

BESSLER, E. Karl; NEDER, Amarílis de V. Finageiv. Química em tubos de ensaios. Uma abordagem para principiantes. São Paulo, ed. Edgar Blucher, 195 p. 2004.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357** de 17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de efluentes, e dá outras providências.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 358** de 29/04/2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>

BRASIL, Ministério de Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430** de 29/04/2011. Dispõe sobre condições e padrão de lançamento de efluentes complementa e altera a Resolução no 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>

BUSCHINELLI, J. T e KATO, M. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas**. Fundacentro. SP, 2012, 65 p. Disponível em: http://www.univap.br/graduacao/feau/eng_amb/docs/manual_interpretacao_info.pdf.

COSTALONGA, Ademir Geraldo Cavallari; FINAZZI, Guilherme Antonio; GONÇALVES, Marco Antonio. **Normas de Armazenamento de Produtos Químicos**. 41

- p. 2010. Monografia (Curso de Higiene e Segurança) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010. Disponível em: <http://www.academia.edu/1382174/Normas_de_Armazenamento_de_Produtos_Quimicos>
- CUNHA, Carlos Jorge, **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 424-427, mar. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n3/a23v24n3.pdf>>.
- DIAS, Ayres Guimarães; COSTA, Marcos Antonio da; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso. **Guia prático de química orgânica. Técnicas e procedimentos: Aprendendo a fazer**. Rio de Janeiro, Vol. I, Interciência, 127 p. 2004.
- DEMANAN, Anelise Schwengber; et al. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 674-677, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n4/20813.pdf>>.
- JARDIM, Wilson de Figueiredo. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 671-673, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2943.pdf>>.
- JESUS, Mônica Macedo de; SANTOS, Sidnei Cerqueira dos. **Resíduos e Rejeitos**. Universidade Federal da Bahia – Instituto de Ciências da Saúde. Salvador, 2009, 21 p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/leandrotome3/seminario-residuos-rejeitos-apresentao-power-point>>.
- LIMA, Alzineide Maria Pereira de e Souza, Luiz Di. **Gerenciamento dos reagentes e resíduos químicos perigosos gerados nas aulas experimentais da área de química orgânica, Monografia de especialização em gestão ambiental, curso de gestão ambiental, UERN**. 110 p. 2013.
- MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N.N. B., NR– 01/URG: **Normas de Procedimentos Para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos**. Coordenadoria Especial para o Meio ambiente (CEMA): Unidade de Gestão de Resíduos (UGR), UFSCar, São Carlos. 36p. Disponível em: <<http://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2013/10/UFSCar.pdf>>.
- MANO, Eloisa Biasotto; SEABRA, Affonso do Prado. **Práticas de química orgânica**. São Paulo – SP, 3ª ed. Edgar Blucher, 245 p. 1987.
- MARQUES, Jacqueline A; BORGES, Christiane P. F. **Práticas de Química Orgânica**. Campinas, SP: Átomo, 225 p. 2007.
- MERCK MILLIPORE. MSDS. 2017. Disponível em: <HTTP://www.merckmillipore.com.br/>

NOLASCO, Felipe Rufino; TAVARES, Glauco Arnold; BENDASSOLLI, José Albertino. **Eng. sanit. ambient.** Vol.11 - Nº 2 - abr/jun 2006, 118-124 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v11n2/30471.pdf>>.

OLIVEIRA, Sergio. Botelho e COSTA, Orlene. Silva. Curso Gerenciamento de Resíduos de Laboratório. Organização: Sistema FIEG, Goiânia, Goiás, dez, 2007. 108 p.

PEÑA, M. Lourdes García. Manual de laboratório de Química Orgânica II Q.F.B e Q.A (1445). Faculdade de Química – Departamento de Química Orgânica da Universidade Nacional Autônoma do México, 180 p. 2002.

TAVARES, Glauco Arnold; BENDASSOLLI, José Albertino. Química Nova, v. 28, n. 4, p.732-738, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n4/25126.pdf>

SASSIOTTO, Maria Lúcia Passarelli. **Manejo de Resíduos de Laboratórios Químicos em Universidades - Estudo de Caso do Departamento de Química da UFscar.** 2005. 151 p. Dissertação (Programa de Graduação em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp131501.pdf>>.

SIGMA ALDRICH. MSDS. 2017. Disponível em: <http://www.sigmaaldrich.com/brazil.html>

SILVA. Paulo Cesar da; CARREIRA Wanderley. **Curso Gerenciamento de Resíduos de Laboratório.** 2003. 120 p.

SILVA, Renata Nataly Santos da Silva¹; MENDONÇA, Silvana Correia; MIRANDA, Josineide Braz. **Cientec, Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidade do IFPE**, v.3, n.1, p. 97-108, 2011. Disponível em: <http://revistas.ifpe.edu.br/revistas/index.php/cientec/issue/viewFile/12/16>

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS-INSTITUTO DE QUÍMICA [UNICAMP-IQ]. **Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) do Instituto de Química.** Campinas, 45 p. março, 2012. Disponível em:<<http://www.iqm.unicamp.br/sites/default/files/Plano%20de%20Gerenciamento%20de%20res%20C3%ADduos.pdf>>.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE-DEPARTAMENTO DE QUÍMICA [UERN-DQ]. **Manual de aulas práticas de química orgânica.** Mossoró, 52 p. 2013.