



## GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UTFPR CAMPUS PONTA GROSSA

Júlio César Stiirmer (PQ)<sup>1</sup>,  
Heder Jobbins de Arruda (IC)<sup>2</sup>,

**Resumo:** Existe uma necessidade evidente de se ter um controle sobre resíduos químicos de qualquer natureza, tanto em grandes geradores, como indústrias, quanto em pequenos geradores, como as instituições de ensino. Pensando nisso, foi implantado o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos nos Laboratórios de Engenharia Química da UTFPR, programa este que está em constante atualização. Além da segregação dentro dos laboratórios, fazem parte do programa a conscientização de todos os alunos e professores, a coleta, a análise qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados semestralmente. Em 2013 foram implantadas algumas modificações na segregação dos resíduos com o objetivo de facilitar a reciclagem de alguns solventes. A propagação da metodologia e a troca de experiências com outras instituições também são objetivos deste artigo.

*Palavras Chave:* Gerenciamento de resíduos, reciclagem, resíduos químicos.

**Abstract:** There is a evident necessity to have a control over chemical residues of any nature, both large generators such as industries, as small generators, such as educational institutions. For this reason it was deployed on the campus of UTFPR in Ponta Grossa, a program of chemical waste management, this program is in constantly updated. Besides the segregation within the laboratories, are part of the awareness of all students and teachers, the collection, the qualitative and quantitative analysis of waste generated semiannually. In 2013 some changes were implemented in the segregation of waste in order to facilitate recycling of solvents. The propagation of the methodology and exchange of experiences with other institutions are also the focus of this article.

*Keywords:* Waste management, recycling, waste chemicals.

### INTRODUÇÃO

Estamos em um momento onde a postura global está voltada a questões ambientais. Um dos fatores que influenciam o agravamento da poluição ambiental é a falta de consciência da população e o descarte inadequado.

As indústrias são as grandes geradoras de resíduos e apenas elas estão sob os olhos da fiscalização e assim passíveis de penalizações, mas a atenção também deve ser voltada aos pequenos geradores de resíduos, pois eles embora eliminando uma pequena quantidade de resíduos se encontram em grande quantidade e assim contribuem de forma significativa com a poluição ambiental.

A lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. As instituições de ensino, precisam se adequar a esta lei, fazendo o seu trabalho de gerenciar os seus resíduos gerados e encaminhar a sua destinação final. As instituições de ensino são um exemplo de pequenas geradoras de resíduos. Estas instituições servem de exemplo para a sociedade, devem adotar uma postura condizente em relação aos seus resíduos [BRASIL, 2010].

<sup>1</sup> Professor Doutor, pesquisador do Departamento de Engenharia Química da UTFPR, Campus Ponta Grossa. Ponta Grossa– PR. juliocs@utfpr.edu.br.

<sup>2</sup> Acadêmico, bolsista modalidade PROREC, do curso de Engenharia Química da UTFPR Campus Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR. hederjobbins@hotmail.com.



Em 2008 foi implantado o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da UTFPR Ponta Grossa. Na época os resíduos gerados nas aulas práticas de química eram descartados de maneira inadequada sem nenhum tratamento. O programa logo foi regulamentado como projeto de extensão e inovação. Com a adesão da UTFPR ao programa “Reuni” do Governo Federal, o número de cursos de engenharias ofertados no campus cresceu muito, destacando-se o curso de Engenharia Química, implantado em 2010. Atualmente, cerca de 450 alunos têm aulas semanalmente nos laboratórios de química do curso engenharia química.

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 [AFONSO, 2003]. Segundo Ashbrook & Reinhardt (1985) os centros de formação de recursos humanos (universidades e escolas) geram cerca de 1% dos resíduos perigosos de um país desenvolvido como os Estados Unidos. Existem dois tipos de resíduos gerados em laboratórios: o ativo, que é fruto das atividades rotineiras e o passivo, que compreende o resíduo estocado, geralmente não caracterizado, aguardando a destinação final [NOLASCO, 2006].

Nos dois primeiros anos o programa foi ganhando força e aumentando sua abrangência. Foi necessário mudar a mentalidade de técnicos, professores e estudantes, que até então estavam acostumados com uma rotina no laboratório, sem preocupações com descarte de resíduos, e deveriam acrescentar esta nova atividade logo após terminar seus trabalhos. Os resultados iniciais foram satisfatórios, e a cada semestre letivo concluído, o volume de resíduo coletado foi aumentando gradativamente.

Durante os quatro anos iniciais, o projeto cresceu quantitativamente, mas estabilizando-se em sua abrangência. A partir de agora, verifica-se a necessidade de ampliar o projeto no sentido de recuperação, reutilização e destinação dos resíduos, minimizando assim os impactos gerados ao meio ambiente e também podendo proporcionar uma redução de custos, utilizando técnicas e métodos de sucesso empregados nos grandes campos de pesquisa do país, tanto do ramo acadêmico quanto do ramo industrial.

A segregação de resíduos químicos dos laboratórios de química da UTFPR consiste em seis tipos de resíduos diferentes: solvente orgânico halogenado, solvente orgânico não halogenado, compostos orgânicos, compostos inorgânicos, soluções contendo metais pesados e outros compostos. Esta divisão foi realizada levando em consideração as formas de tratamento realizadas por terceiros. A universidade manterá contrato com empresas credenciadas pelos órgãos ambientais e federais para descartar e eliminar os resíduos químicos de forma adequada. O tratamento será realizado pela empresa responsável por seu descarte final. O tratamento utilizado será o co-processamento, que consiste na destruição térmica dos resíduos químicos, posteriormente sendo reutilizados como potencial energético ou substituto de matéria prima na indústria cimenteira [FREIRE, 2000].

A redução na fonte geradora de resíduos também é uma alternativa para diminuir o volume de resíduo descartado. Para isso, pode-se escolher trabalhar dentro do laboratório com soluções mais concentradas, e também evitar o desperdício de reagente utilizado, gerando economia para a instituição.

Tanto o reaproveitamento do resíduo, quer seja dentro ou fora da Unidade, bem como a destinação final do mesmo são atividades que requerem uma pesquisa criteriosa, pois as opções são muitas e os custos podem ser elevados, principalmente quando se trata da disposição final de resíduos considerados Classe I (resíduos perigosos) e Classe II (não-inertes). [JARDIM, 2001]

Além da segregação dentro dos laboratórios, fazem parte do programa a conscientização de todos os alunos e professores, a coleta, a análise qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados semestralmente. Em 2013 foram implantadas algumas modificações na segregação dos resíduos com o objetivo de facilitar a reciclagem de alguns solventes.

## OBJETIVOS

O principal objetivo do programa é criar uma alternativa para que resíduos químicos gerados em laboratórios não sejam descartados de forma inadequada, reduzindo os impactos ao meio ambiente. Para que seja alcançado, trabalha-se na conscientização de toda a comunidade acadêmica, e na criação de metodologias e técnicas que possibilitem a reciclagem e reutilização de resíduos. São objetivos deste artigo, a análise dos dados e resultados coletados e a propagação da ideia para outras instituições para que se possa agregar conhecimentos.

## METODOLOGIA

O método implantado em 2008 começa com a segregação de todos os resíduos possíveis em seis classes: Solventes Orgânicos Halogenados (SOH); Solventes Orgânicos não Halogenados (SOñH); Compostos Orgânicos (CO); Compostos Inorgânicos (CI); Soluções contendo Metais Pesados (Sc/MP); e Outros Compostos (OC). Para cada um dos laboratórios do curso de engenharia química, foi colocado um conjunto de seis bombonas com capacidade para armazenar 20 litros cada uma [FORNAZZARI, 2008].

Para a identificação de cada bombona de acordo com a classe de resíduo a qual ela é destinada foram feitas “fichas de identificação”, contendo a categoria do resíduo sua definição e também exemplos do mesmo, para que não haja dúvidas no momento do descarte.

A seleção dos resíduos na categoria correta deverá ser feita ainda dentro do laboratório, pelos alunos que os geraram, eles deveram depositar o resíduo na bombona correta e anotar na ficha de controle qual o resíduo descartado, sua quantidade e sua concentração.

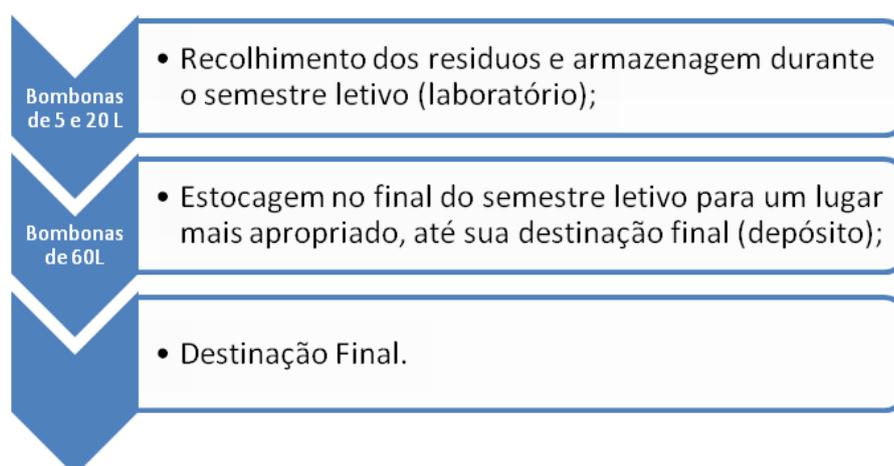


Figura 1 – Processo do programa de gerenciamento de resíduos químicos na UTFPR

Após o término do semestre letivo, as fichas de controle serão recolhidas, analisadas, arquivadas e seus dados tabulados, enquanto os resíduos serão transferidos a um depósito provisório, sendo organizados de acordo com a Figura 1.

A organização deste depósito será similar a existente dentro dos laboratórios, a principal diferença é que eles serão mantidos em um lugar afastado, sem trânsito de pessoas e também serão estocados em recipientes maiores. Os resíduos ficarão armazenados neste depósito até que se tenha acumulado uma quantidade necessária para a contratação de uma empresa terceirizada, a qual irá dar destinação final adequada para os mesmos.

A segregação como estava sendo feita na UTFPR não impede, mas dificulta a reutilização e principalmente a reciclagem dos resíduos dos solventes orgânicos. Com base nisso, buscou-se na literatura técnicas utilizadas em grandes centros de pesquisa do país [OLIVEIRA, 2012].

Desta maneira devemos fazer uma segregação ainda maior para resíduos passíveis de purificação. Solventes orgânicos podem ser reutilizados após técnicas de destilação, precedida de uma limpeza e sucedidos por uma análise de pureza. Após isso, decidiu-se começar a nova etapa do projeto com a segregação de solventes orgânicos halogenados e não halogenados, passíveis de purificação, coletados individualmente em frascos colocados nos laboratórios. Os solventes escolhidos foram os gerados em maior quantidade nos últimos anos: cloreto de etila, clorofórmio, tetracloreto de carbono, diclorometano, iodofórmio, éter etílico, acetona, metanol, etanol, hexano e acetato de etila. É necessária uma inspeção periódica em cada laboratório para análise da quantidade de solvente em cada frasco, a substituição do frasco e o acondicionamento do resíduo no caso de o frasco estar cheio [DI VITTA, 2011]. A análise físico-química dos solventes recuperados pode ser realizada por espectrofotometria UV-Visível, cromatografia gasosa, densitometria, etc [JARDIM, 2001].

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O volume de resíduos químicos vem crescendo consideravelmente a cada semestre letivo na UTFPR. Este resultado é de se esperar, devido ao aumento do número de disciplinas de química ofertadas aos cursos de engenharia, que foram abertos após o incentivo do Governo Federal pelas instituições que aderiram ao Reuni.

A evolução do projeto ao longo dos anos é apresentada na Figura 2.

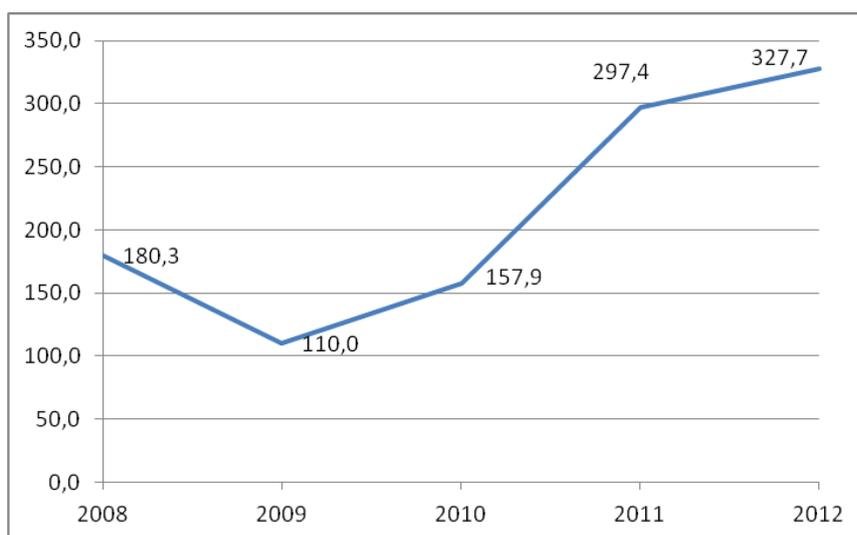


Figura 2 – Evolução do projeto ao longo dos anos em litros de resíduo coletados

O volume tende a crescer até que haja estabilidade no número de alunos do campus. O volume coletado no semestre 2012/2 (de novembro de 2012 a maio de 2013) foi de aproximadamente 180 litros. Um volume grande mostra o sucesso do projeto em termos de conscientização. A estabilidade vista no semestre 2012/1 ocorreu devido ao movimento grevista dos docentes do campus durante o semestre. O único semestre letivo que não teve aumento no volume coletado e o valor baixo no ano de 2009 deve-se ao fato que neste ano o projeto não foi contemplado como um projeto de extensão pela UTFPR, sendo assim não houve acadêmicos diretamente ligados ao projeto.

Podemos analisar também os volumes coletados por tipo de resíduo. Historicamente, o maior volume coletado sempre foi de resíduos inorgânicos: ácidos e bases em baixas concentrações e alto volume de água e utilizados em larga escala em todos os laboratórios, em todas as disciplinas de química. O segundo resíduo mais gerado foi o de compostos contendo metais pesados, com 90% do volume deste resíduo coletado nos laboratórios de química analítica. É um volume considerável devido a alta periculosidade deste tipo de resíduo. O volume de solventes orgânicos foi de 7,5 litros, sendo metade deste volume acondicionada nos frascos específicos já no ano de 2013. Os dados estão ilustrados na Figura 3.

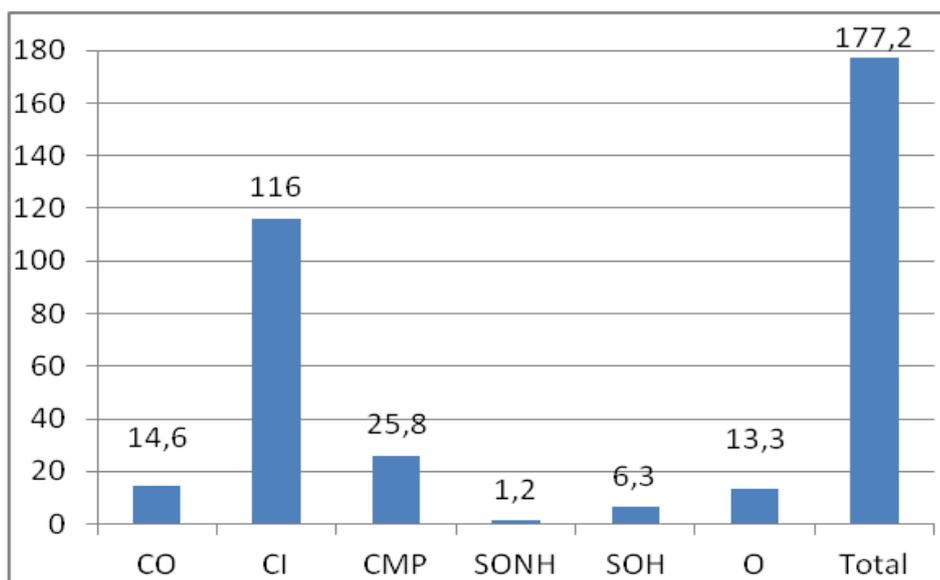


Figura 3 – Volume coletado por tipo de resíduo no semestre 2012/2 em litros

Analisamos também quais são os laboratórios que geram uma maior quantidade de resíduos. O laboratório que sempre gerou maior quantidade de resíduo é o de Química Analítica, pois nele são realizadas as aulas de química inorgânica e química analítica qualitativa e quantitativa, além do fato de que as soluções utilizadas nestas aulas são todas aquosas e de baixa concentração. Em um futuro próximo, poderemos realizar práticas específicas neste laboratório com o objetivo de minimizar o volume de resíduo gerado, através de neutralização dos ácidos e bases gerados, facilitando o descarte final.

A Figura 4 apresenta a quantidade de resíduos gerado em cada um dos principais laboratórios do campus:

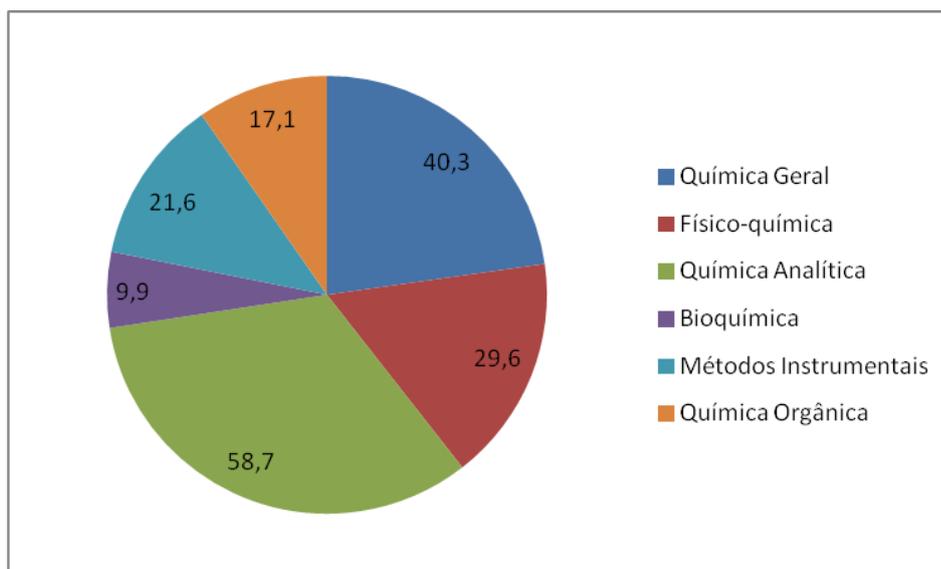


Figura 4 – Volume coletado por laboratório no semestre 2012/2 em litros

A anotação do que é descartado bem como o volume utilizado em fichas presentes nos laboratórios sempre é pequeno em comparação ao volume total, mas já é possível obter alguns dados mesmo com esta situação. Optou-se por começar a reciclagem de resíduos pelos solventes orgânicos pela facilidade que há em tratá-los, e com base nas fichas presentes nos laboratórios, descobriram-se quais reagentes geram mais resíduos e em maior volume.

Com o volume coletado e medido até maio de 2013, o projeto ultrapassou a barreira dos 1000 litros de resíduos químicos que foram descartados corretamente em cinco anos. É inadmissível pensar que todo este volume seria descartado na natureza, causando uma série de consequências desde o próprio sistema de esgoto da universidade até os rios da cidade. O tratamento de resíduo pode evitar gastos da instituição na destinação final e até na compra de reagentes, no caso de reciclagem. Analisando estes resultados percebemos a importância de um projeto deste tipo em uma instituição de ensino e a propagação desta ideia para que cada vez menos resíduos sejam descartados de forma incorreta, preservando assim o meio ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos cinco anos, o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da UTFPR Ponta Grossa formou um passivo com mais de mil litros de resíduos, que deixaram de ser descartados de forma inadequada na natureza. O gerenciamento e tratamento de resíduos objetiva adquirir conhecimento, minimizar a geração, redução de gastos e despertar a educação ambiental. Sendo considerado como uma prática extensionista, torna-se importante a realização de divulgação para outros Campus da UTFPR bem como outras instituições de ensino.

A expansão do projeto pode conquistar novos recursos que facilitarão a realização deste, como um abrigo permanente para armazenamento dos resíduos, treinamento, incentivo a iniciação científica e a pesquisa nesta área.



A divulgação de resultados e troca de experiências com outras instituições são importantes para a busca de novas técnicas e metodologias, e para incentivar outros centros de pesquisa a adotar as práticas bem sucedidas.

Percebemos também a importância de um projeto de extensão e inovação voltado ao meio ambiente e as oportunidades que ele trás. Atividades simples de serem desenvolvidas pelo aluno, fornecem grandes oportunidades de enriquecimento de currículos, agregação de conhecimentos e preservação ambiental, características que podem ser levadas ao mercado de trabalho como um diferencial para os alunos que participam do projeto.

## 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.602-611, 2003.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P.A. **Hazardous wastes in academia**. Environmental Science & Technology, v.19, n.2, p.1150-1155, 1985.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLI, J. A. **Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações**. Engenharia Sanitária Ambiental. v. 11, n. 2, p. 118-124, 2006.

BRASIL, Lei nº12305 de 2 de agosto de 2010.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. **Gerenciamento de resíduos químicos**. Instituto de Química da UNICAMP. Campinas, 2001. Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/LivroCap11.pdf>> Acesso em 20/06/2013.

OLIVEIRA, V. G. **Gestão de resíduos de laboratórios CGTRG UFRGS**. Porto Alegre, 2012. Disponível em <[www.iq.ufrgs.br](http://www.iq.ufrgs.br)>. Acesso em 20/06/2013.

DI VITTA, Patrícia Busko. **Resíduos químicos: recuperação, reutilização e tratamentos**. STRES USP. São Paulo, 2011. Disponível em: <[www.iq.usp.br](http://www.iq.usp.br)>. Acesso em 20/06/2013.

JARDIM Wilson F., **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa**, Química Nova, 21(5), 671-673, 1998.

FREIRE, R. S.; PELEGRINI, R.; KUBOTA, L. T.; DURÁN, N.; PERALTA-ZAMORA, P. **Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas**. Química Nova, v. 23 n.4, p.504-511, 2000.

FORNAZZARI, I.M.; STIIRMER, J.C.; **Implantação do programa de gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de química da UTFPR-PG**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 02, n. 02: p. 82-86, 2008.