

ÁREA TEMÁTICA: Área 1: Gestão Ambiental

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM LABORATÓRIOS DE QUÍMICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DO PARANÁ

Olga Regina Gauza¹ (gauza@utfpr.edu.br), André Nagalli¹ (nagalli@utfpr.edu.br), Valma Martins Barbosa¹ (valma@utfpr.edu.br), Mariana Basilio¹ (marianabasilio@utfpr.edu.br), Gabriela Alcoforado Pereira¹ (gabriela.alcoforado@hotmail.com), Paulo Roberto Geraldo Filho¹ (engpauloroberto87@gmail.com)

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

O gerenciamento de resíduos é uma atividade que pode representar eliminação de desperdícios, além de outros ganhos para o gerador. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o gerenciamento de resíduos químicos oriundos de práticas de ensino e pesquisa em laboratórios didáticos de química em uma instituição de ensino superior. A estratégia de pesquisa envolveu a análise do histórico de dados no período de 2008 a 2016, além do levantamento e acompanhamento de informações nos anos de 2017 e 2018. Os resultados da pesquisa mostraram que a partir de 2013 houve aumento na geração de resíduos decorrente do incremento do número de laboratórios e práticas de ensino. Impactaram o processo de gerenciamento a instituição de uma Comissão para o Gerenciamento de Resíduos, a elaboração de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), a elaboração de Manual Gerenciamento de Resíduos para usuários e responsáveis, a instituição de nova etiqueta para a rotulagem online de produtos e resíduos, e as orientações técnicas quanto a produção responsável. Depreende-se que o sistema de gerenciamento de resíduos analisado se mostrava efetivo, mas possuía oportunidades de melhoria, em especial no que concerne ao consumo de reagentes e consequente geração de resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Químicos; Gerenciamento de Resíduos; Geração de Resíduos.

WASTE MANAGEMENT IN CHEMISTRY LABORATORIES OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION OF PARANÁ

ABSTRACT

Waste management is an activity that can represent waste elimination, as well as other gains for the generator. Therefore, the objective of this work was to evaluate the management of chemical residues from teaching and research practices in didactic chemistry laboratories in a higher education institution. The research strategy involved the analysis of data history from 2008 to 2016, as well as the collection and monitoring of information in the years 2017 and 2018. The results of the survey showed that from 2013 onwards there was an increase in the generation of residues resulting from increase in the number of laboratories and teaching practices. Impact of the management process was the establishment of a Commission for Waste Management, the elaboration of a Solid Waste Management Program (PGRS), the preparation of a Waste Management Manual for users and managers, the establishment of a new label for labeling products and waste, and technical guidelines on responsible production. It can be seen that the waste management system analyzed was effective, but it had opportunities for improvement, especially with regard to the consumption of reagents and consequent generation of waste and costs associated with the disposal of these wastes.

Keywords: Chemical Waste; Waste management; Waste generation.

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos é uma atividade que pode representar eliminação de desperdícios, além de outros ganhos para o gerador. Se os resíduos estão associados a impactos ambientais

significativos, as atividades a eles relacionadas precisam ser planejadas. Requer: inventário; classificação; tratamento; definição de procedimentos adequados para (coleta, manuseio, acondicionamento, transporte e/ ou transferência, armazenamento provisório, destinação final); minimização dos resíduos para explorar as possibilidades de (diminuir ou eliminar a geração, reutilizar, reciclar) (MOREIRA, 2013).

Cada pessoa tem um papel importante a desempenhar no ciclo de vida de um produto químico em uma instituição, e cada uma delas deve estar ciente de que o gerenciamento inteligente desse ciclo de vida não apenas minimiza os riscos para os seres humanos e o meio ambiente, mas também diminui os custos necessários para o descarte desses resíduos. Reconhecer esse papel e dar a devida consideração é um elemento da cultura de segurança dentro de um laboratório (NRC, 2011). Segundo Amaral et al. (2015), as universidades têm um papel primordial nas questões do desenvolvimento sustentável, e deve ir além das três dimensões da sustentabilidade – econômica, social, e ambiental – incluindo também as dimensões das suas atividades fundamentais de ensino, pesquisa e extensão. Diante da necessidade de reduzir custos e adaptar processos internos às necessidades ambientais, as universidades vêm ganhando cada vez mais força a modernizar seus sistemas de gestão para fornecer melhor qualidade de seus descartes, possibilitando inovações tecnológicas ambientais que contribuem para o desenvolvimento sustentável (ANTONIASSI et al., 2017).

Essas ideias continuam a se reproduzir no Século XXI com movimentos como a Química Verde, e novas tecnologias para reduzir ou eliminar os resíduos perigosos gerados pelos procedimentos em laboratórios de ensino e pesquisa. É por esta razão que a aplicação dos conceitos de Química Verde tem se mostrado de grande importância nas práticas didáticas das universidades, principalmente nas atividades realizadas nos laboratórios de Química. Um de seus principais conceitos, a minimização, consiste na redução na quantidade e na toxicidade dos químicos utilizados através de técnicas de reaproveitamento, substituição, e diminuição de escalas (GONÇALVES et al., 2014).

Os laboratórios acadêmicos são locais onde as atividades práticas associadas ao ensino, pesquisa e extensão são executadas e constituem fonte de geração de resíduos sólidos, segundo a Lei N° 12.305 de 2010, a qual engloba tanto os resíduos sólidos quanto os líquidos análogos aos sólidos (em razão de sua forma de acondicionamento e impossibilidade de descarte em redes coletoras). As etapas de um sistema de gerenciamento de resíduos químicos sólidos e líquidos, segundo Di Vitta et al. (2012), devem estar registradas para se comprovar que o descarte dos resíduos químicos gerados em uma atividade foi efetuado de maneira correta: a realização de um inventário; a proposição de medidas de minimização; a segregação; o acondicionamento; a rotulagem; o tratamento; o armazenamento; o transporte; a disposição final; e registros dos resíduos químicos.

Quando se trabalha com tratamento de resíduos, percebe-se a importância, inicialmente da conscientização para a educação ambiental, rompendo com a concepção inadequada de que a química só traz malefícios e, também, é importante que ocorra a redução dos mesmos na fonte geradora, pois se isso ocorrer, conseqüentemente reduzirá o tempo e os reagentes utilizados para o tratamento, bem como a energia gasta no processo (SOTILES et al., 2015).

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é analisar o gerenciamento dos resíduos químicos oriundos de laboratórios didáticos de química em uma Instituição de Ensino Superior do Paraná para verificar o alinhamento dos procedimentos adotados em relação à perspectiva das normas, legislação e do Programa de Gerenciamento de Resíduos da UTFPR – Câmpus Curitiba o qual já existe e também alguns procedimentos referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos, como o manual de resíduos, e aos princípios da Química Verde, através da análise o inventário dos resíduos gerados nos laboratórios do Departamento de Química e Biologia.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com o objetivo de diagnosticar e descrever um cenário, contribuindo para a melhoria deste, onde teve como foco os laboratórios do Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) do Câmpus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Os dados deste trabalho foram obtidos junto ao almoxarifado do departamento acadêmico, que estão organizados em planilhas, inserindo as massas dos resíduos gerados de cada laboratório, e classificados de acordo com suas características conforme a ABNT NBR 10.004:2004.

Para atender o embasamento teórico do presente trabalho, primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico através de portais de periódicos científicos, principalmente na Base de Dados do Portal de Periódicos e Banco de Teses e Dissertações da Capes, nas Bases Nacionais do Scielo, Google Acadêmico, e plataforma Web of Science. Na sequência, atualizou-se o inventário dos resíduos gerados nos laboratórios no período de 2017 e 2018, e também foram analisados inventários de anos anteriores a partir de 2008 a 2018.

Descreve-se na Figura 1, o fluxograma dos procedimentos de minimização de resíduos definidos pela Comissão de Gerenciamento de Resíduos. Na Figura 1 estão apresentadas, sob a forma de tópicos, as principais diretrizes estabelecidas para o gerenciamento dos resíduos nos ambientes do departamento acadêmico, pré-intervenção desta pesquisa.

Figura 1: Fluxograma de Procedimentos de Minimização de Resíduos



Fonte: Os autores



- Identificar os Laboratórios: Foi feito um levantamento de todos os laboratórios do departamento com seus respectivos nomes;
- Resíduos dos Laboratórios: Locais onde são gerados os resíduos. O levantamento dos resíduos ou classes de resíduos gerados (tipo, estado físico, quantidade, classe, etc.), ao mesmo tempo em que envolve a caracterização e a classificação dos resíduos e também dos pontos geradores de resíduos, através de visitas aos laboratórios, acompanhamento de aulas práticas e dados fornecidos pelos usuários destes laboratórios;
- Segregação: Após a geração do resíduo, proveniente de aula prática ou pesquisa, este é separado em recipientes apropriados conforme a incompatibilidade de produtos químicos; A classificação dos resíduos químicos (líquidos e sólidos) geralmente é baseada na norma ABNT NBR 10.004: 2004 –

Resíduos Sólidos – que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

- Rotulagem: os recipientes com resíduos são rotulados com as etiquetas online seguindo o diagrama de Hommel (Figura 5), o qual não informa qual é a substância química, mas indica todos os riscos envolvendo o produto químico em questão;
- Armazenamento no Laboratório: Os resíduos corretamente segregados e rotulados, ficam armazenados nos laboratórios onde foram gerados até o dia da coleta;
- Diagnóstico: 20 dias antes da coleta de resíduos, os responsáveis pelos laboratórios são informados de que devem mandar para o almoxarifado as informações contidas nas etiquetas online de seus resíduos preenchidas;
- Análise: É feita a análise pelos autores juntamente com a comissão de resíduos, das etiquetas online enviadas pelos geradores; essa análise se baseia na incompatibilidade e grau de periculosidades dos resíduos, por exemplo ácidos e bases são passíveis de tratamento, pois podem ser neutralizados e descartados sem causar danos ao meio ambiente, e soluções contendo metais pesados não são passíveis de tratamento, pois podem causar danos ao meio ambiente, como a contaminação dos lençóis freáticos.
- Se passível: É enviado para o gerador um e-mail avisando qual o resíduo poderá ser tratado e orientado de como proceder, o tratamento realizado pelos laboratórios é a neutralização desses resíduos e na sequência o descarte.
- Se não passível: Depois de analisado o resíduo e visto que este não é passivo de tratamento, o gerador aguarda para descartar somente no dia da coleta;
- A destinação dos resíduos químicos que não foram tratados nos laboratórios, é realizada a cada semestre, sendo os resíduos recolhidos por uma empresa especializada contratada, que destina os mesmos ao tratamento, o qual pode ser a neutralização, a incineração ou ainda podem ser colocados em aterro sanitário, dependendo das características de cada resíduo. A coleta externa dos resíduos é feita através de uma empresa contratada pela universidade.

Abaixo mostra-se as figuras 2 e 3 as quais são as evoluções dos formulários de controle dos resíduos gerados no decorrer dos anos de 2008 a 2017.

Figura 2: Formulário (em vigor de 2008 a 2016)

		Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba Departamento de Serviços Gerais			
Departamento/setor		DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA E BIOLOGIA (DAQBI)			
Laboratório		Responsável			
Correio Eletrônico E Telefone					
1. Relacione os resíduos gerados em seu departamento/setor. No item quantidade especifique a periodicidade, isto é, Kg/semana ou por mês ou como convir.					
Nº do frasco	Origem do resíduo (nome da aula prática)	Resíduo gerado (data)	Quantidade (kg)	Estado Físico	Característica Química
1.					
2.					
3.					

Foi reformulada a planilha do recolhimento dos resíduos químicos, com o objetivo de melhorar a qualidade das informações e facilitar seu preenchimento (Figura 3), que passou a vigorar em 2017.

Figura 3: Formulário (2017)

		Ministério da Educação					
		Universidade Tecnológica Federal do Paraná					
		Câmpus Curitiba					
Departamento / setor :							
Laboratório :				Responsável :			
e-mail :				Telefone :			
		Procedência do Resíduo			Característica do Resíduo		
<i>Experimento de origem e/ou Reação de origem</i> Ex: Determinação de DQO		<i>Passível de Recuperação?</i> Sim/ Não ou Não sei	<i>Aula Prática ou Pesquisa?</i> Nome do experimento	<i>Composição Química esperada do resíduo gerado</i> Ex: $K_2CrO_4 + AgNO_3 + Ag_2SO_4 + H_2SO_4$	<i>Ácido, Básico, Orgânico Polar ou Apolar, Metais, Organoclorados e outros.</i>	<i>Quantidade e (kg)</i>	<i>Quando o resíduo foi gerado?</i>

Para sanar os problemas ocasionados com os formulários anteriores (tais como informações aplicáveis a resíduos biológicos, ausência sobre informações de manuseio e segurança, etc.), um novo formulário foi elaborado, o qual passou a vigorar em 2018. Este novo formulário é uma etiqueta, apresentada na Figura 5, a qual os responsáveis pelos laboratórios preenchem online e a fixam nos frascos para descarte. Essa nova ficha teve como principal mudança a ampliação da quantidade de características, tendo sido incluídas características para resíduos biológicos, e também o diagrama de Hommel e o pH do resíduo.

O inventário é a base de um diagnóstico para o gerenciamento de resíduos. Para verificar a evolução da geração dos resíduos com o passar dos anos, foram levantados e analisados os inventários disponíveis, que abrangeram o período de 2008 a 2016. Em seguida, elaborou-se e atualizou-se o inventário dos resíduos gerados no período de 2017 a 2018. Para tal, foram distribuídos formulários aos responsáveis por cada laboratório. Elaboraram-se dois tipos de formulários, uma versão preliminar no ano de 2017 e uma versão revisada/aprimorada no ano de 2018, onde acrescentaram-se características específicas para cada resíduo.

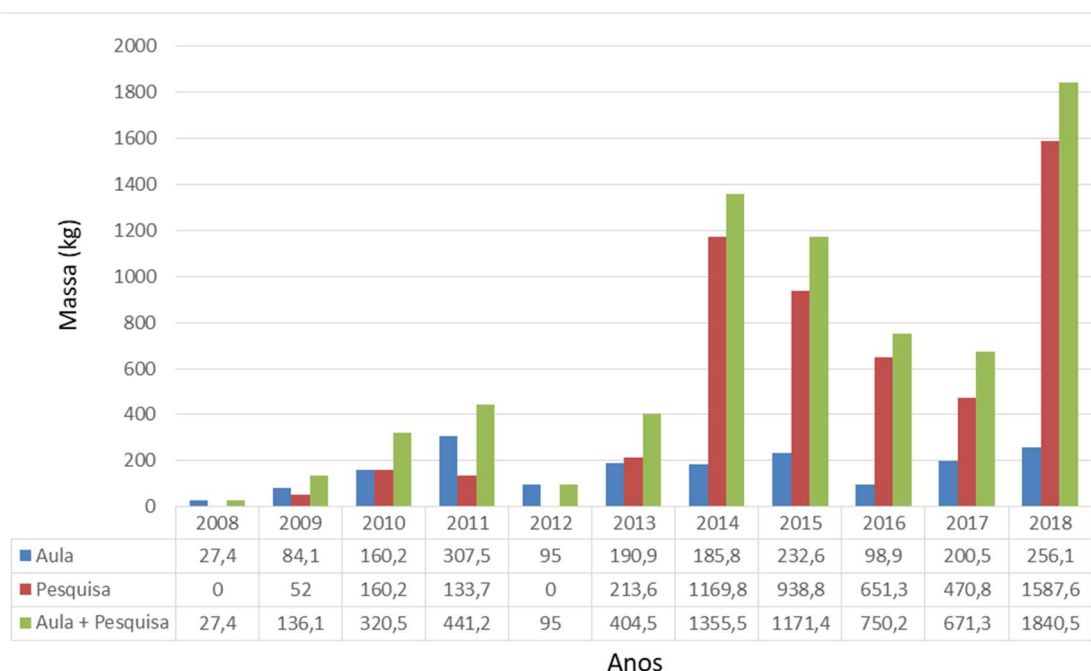
Como estratégia de conscientização e educação ambiental, e repercussão sobre o processo de gestão de resíduos, nesta pesquisa promoveu palestras, orientações e reuniões com alunos e responsáveis pelos laboratórios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do Inventário dos Resíduos

A Figura 4 apresenta os quantitativos de resíduos gerados sólidos e líquidos em um período de dez anos nos laboratórios de ensino e pesquisa do departamento acadêmico.

Figura 4: Gráfico dos totais de resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa do departamento acadêmico



Em 2012, em relação ao ano anterior, não houve quantitativo de pesquisa e pouca geração de resíduos oriundos de aulas práticas, devido ser o ano de mudança de endereço pelo departamento, entre as sedes Centro e Ecoville. A baixa geração, também em 2013 pode ser explicada, por ocorrência de período de greve de três meses.

Após esse período, observa-se também neste gráfico (Figura 4), aumento significativo da quantidade de resíduos, pois houve em um espaço de tempo reduzido, aumento considerável do número de laboratórios, onde existiam 10 laboratórios e passou para 41 laboratórios atualmente, permitindo a realização de um número maior de aulas práticas, assim como a ampliação das atividades de pesquisas.

É interessante notar também, que a partir de 2014, a geração de resíduos advindos de atividades de pesquisa, aumentou significativamente em relação aos originados de aulas práticas (em média, os resíduos associados à pesquisa representaram 81,9% no período de 2014-2018 contra 34,2% no período de 2009-2013). Pois, com a transformação do antigo CEFET-PR em universidade tecnológica (UTFPR), houve o fomento às atividades de pesquisa. Cita-se ainda, que o consumo geral de reagentes químicos, e conseqüentemente dos resíduos associados, é bastante influenciada pelas verbas aportadas pelo governo federal, que variam em função de conjuntas político-econômicas.

Até o ano de 2017 esse quantitativo foi reduzindo devido a palestras ministradas aos responsáveis dos laboratórios sobre a importância da redução na geração de resíduos. No ano de 2018 novamente houve um aumento nessa geração de resíduos, pois muito laboratórios novos de pesquisa começaram a funcionar, e os professores pesquisadores ampliaram o número de alunos de IC e de Pós-Graduação, aumentando dessa forma a geração de resíduos, além de alguns grupos de pesquisa terem resíduos acumulados de vários semestres os quais não haviam sido descartados.

4.2 Ações visando à melhoria do gerenciamento dos resíduos

O inventário permite conhecer à dinâmica da geração de resíduos e identificar as fragilidades e as potencialidades, no intuito de atingir o desenvolvimento sustentável e verificar possibilidades de se aplicar os Princípios da Química Verde.

Algumas das ações nesse sentido vêm sendo discutidas em conjunto com os membros da Comissão de Resíduos instituída. Além do aprimoramento da identificação, rotulagem e coleta de resíduos laboratoriais, outras ações de modo contínuo se fazem necessárias como a atualização do manual de resíduos, o qual desse estar contido em cada laboratório da Universidade e também a implementação de palestras periódicas sobre as melhores formas de minimizar a geração de resíduos químicos, sejam eles sólidos ou líquidos.

Nesse sentido foi elaborado um ciclo de palestras sobre gerenciamento de resíduos de laboratórios, para os docentes do Departamento, alunos da pós-graduação, graduação e estagiários, conforme descrito no capítulo de Metodologia.

Vem-se adotando como estratégia de gerenciamento a seguinte lógica: quem gera o resíduo torna-se responsável pelo mesmo.

O enfoque das palestras era justamente relatar os Princípios da Química Verde, a relação poluidor-pagador, a hierarquia de gerenciamento de resíduos citando exemplos de cada etapa, a importância da rotulagem adequada, escolha de frascos adequados para armazenamento de resíduos, falhas do sistema de gerenciamento, a reavaliação das aulas práticas: prevenir ou eliminar; substituindo substâncias perigosas por não perigosas; minimizar; utilização de micro e semi-microescalas; redução do uso dos reagentes; reutilização; reavaliar de novos procedimentos e; qual é a importância da participação e colaboração de todos.

As ações promovidas vêm buscando evitar e mitigar os impactos ambientais decorrentes de atividades laboratoriais:

- Treinamentos para gerenciamento de resíduos;
- Contribuição deste trabalho para os demais laboratórios da Instituição;
- Buscar a elaboração de um termo de referência para elaboração de um Plano de gerenciamento de resíduos químicos para os laboratórios do departamento.




Neste trabalho, a ênfase foi de promover a conscientização para implementação de estratégias de não geração, redução, segregação, reutilização e destinação final adequada dos resíduos gerados em atividades nos laboratórios de ensino de química, sendo relevante a preocupação com o gerenciamento dos resíduos, apontando formas adequadas para redução do consumo, principalmente de reagentes, evitando desperdícios e custos desnecessários.

4.3 Avaliação do processo de coleta de resíduos

Em 2018 ocorreu a retirada de resíduos do departamento, onde já foram implementadas as mudanças sugeridas pelos autores, sendo as etiquetas online e o checklist das etiquetas realizadas 20 dias antes da coleta.

Devido a falhas apresentadas em coletas anteriores foi preciso reformular novamente, para atender melhor às necessidades onde foi elaborada uma nova etiqueta para os frascos de resíduos químicos, que está disponível online no site deste Departamento. O modelo para a rotulagem dos resíduos é mostrado na Figura 5. Assim as etiquetas são colocadas nos frascos para rotular e também, os registros das informações dos rótulos ficam arquivados, dispensando o preenchimento de formulários.

Figura 5: Nova Etiqueta para os rótulos

 	DEPARTAMENTO E LABORATÓRIO GERADOR / PROF RESPONSÁVEL	
		
pH:	Reação/Experimento de origem (Ex: Digestão de DQO)	
	Principais Constituintes do Resíduo	
	Data de início de armazenamento:	Quantidade (1kg ≈ 1L):
Características: <input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Organoclorado <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Metais <input type="checkbox"/> Orgânico Polar <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Orgânico Apolar <input type="checkbox"/> Outros		Procedência: <input type="checkbox"/> Aula Prática <input type="checkbox"/> Pesquisa <input type="checkbox"/> Extensão
		Passível de recuperação: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei
NÃO ultrapassar 70% do volume do frasco.		

Fonte: site da UTFPR - Campus Curitiba

5. CONCLUSÃO

O objetivo principal desta pesquisa de se analisar o processo de gerenciamento de resíduos de laboratórios de química em uma Instituição de Ensino Superior do Paraná foi atingido. Realizou-se a análise dos dados disponíveis, evidenciou-se o processo de gerenciamento disponível.

A análise do inventário no período de 2008 a 2018, demonstrou que a geração de resíduos sólidos em laboratórios de química é diretamente proporcional às suas atividades e às verbas aportadas à instituição pública. As características dos resíduos gerados são função dos tipos de práticas de laboratório realizadas.

No que concerne ao alinhamento dos procedimentos adotados atualmente pelos laboratórios analisados em relação às normas, legislação e programa institucional de gerenciamento de resíduos e princípios da Química Verde, verificou-se que, embora os procedimentos estivessem alinhados, havia espaço para racionalização do processo. Aplicados ciclos de palestras e orientações aos responsáveis pelos laboratórios, evidenciou-se que houve redução nas quantidades de resíduos geradas nas práticas laboratoriais, e o descarte e a rotulagem dos resíduos passaram a ser realizados de forma eficiente.

A pesquisa demonstrou que a Comissão de Gerenciamento dos Resíduos tem atuação importante no gerenciamento dos resíduos químicos, pois periodicamente avaliar o atendimento a normas e procedimentos, de modo a garantir a conformidade do processo. Por outro lado, tal gestão precisa estar munida de indicadores de gestão, providos a partir de inventários de resíduos e rotulagem e, só assim, é possível visualizar oportunidades de melhoria e racionalização de processos de gerenciamento de resíduos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 10.004 **Classificação de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

AMARAL, Luís Pedro; MARTINS, Nelson; GOUVEIA, Joaquim Borges. Quest for a Sustainable University: a review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, v. 16, n. 2, 2015.

ANTONIASSI, B; ARAÚJO V; CHAVES, M; TELASCREA, M, KEMPA, M; BERSANETTI, B. Analysis of the Economic Viability in the Implementation of the Chemical Waste Management System in

Teaching and Research Laboratories. Published by Canadian Center of Science and Education. **Journal of Sustainable Development**, vol. 10, nº 1; 2017.

BRASIL. LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos. 2ª Ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p.

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. P4.262: **Gerenciamento de resíduos químicos provenientes de estabelecimentos de serviços de saúde**: procedimento, 2004.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 2005**. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 março 2005.

DI VITTA, P.B. et al. **Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos**. In: HIRATA, M.H., HIRATA, R.D.C., FILHO, J.M., (Ed(s)). Manual de Biossegurança. Barueri: Manole, 2012. p.67-106.

GONÇALVES, Letícia.B. F.; GAVETTI, Suzana, Sandra Mara V. C.; LESSA, Suzan S.; FRACETO, Leonardo F. **Aplicação do conceito de minimização da Química Verde em práticas didáticas laboratoriais**. III Workshop do PGR em Gestão de Resíduos da UNESP: o uso de ferramentas de gestão na Universidade. 03 a 04 de junho de 2014, Câmpus de Araçatuba, SP- Brasil.

HIRATA, M.H; MACINI FILHO, J. **Manual de Biossegurança**. Barueri - SP: Manole Ltda, 2002, p.121-184.

MOREIRA. Maria S. **Estratégia e implementação do sistema de gestão ambiental (Modelo ISO 14001: 2004)**. Nova Lima: Editora FALCONI, 2013.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2011. **Prudent Practices in the Laboratory**: Handling and Management of Chemical Hazards, Updated Version. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12654>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK55885/table/ch8.t3/?report=objectonlys>. Acesso 08 de julho de 2018.

SOTILES, A. R.; SILVA, L. D.; LOSS, E. M. S.; FERRI, E. A V.; SARI, R. **Determinação da pureza de sulfato de cobre recuperado das aulas práticas de química**. Synergismusscientifica, v. 1 0, n. 1, 2015. (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.