

III-265 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM UM LABORATÓRIO DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Cláudia Telles Benatti ⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Mestre e Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM/Maringá). Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá – Maringá (Pr), Brasil.

Isabela Pereira Rocha ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Endereço: Avenida Colombo, 5790 – Jd. Universitário, Maringá – Paraná, CEP: 87020-900 – Brasil. Tel: (44) 3011-4386, e-mail: ⁽¹⁾ctbenatti@uem.br, ⁽²⁾isabelarocha.empec@gmail.com.

RESUMO

Os resíduos comuns e químicos gerados em laboratórios de pesquisas das universidades constituem uma pequena parcela no montante de resíduos gerados no país – menos de 1%. Porém são particularmente importantes pelo risco potencial que apresentam à saúde e ao meio ambiente, podendo ser fonte de microrganismos patogênicos, componentes químicos e radioativos. Atualmente no Brasil temos em atuação duas normas: RDC nº 222/2018 da Anvisa e Resolução nº 358/2005 do CONAMA, essas dão direções para a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde – PGRSS. Entretanto, tratam os RSS de forma mais geral, não abordando especificamente a situação dos resíduos gerados em laboratórios de análises físico-químicas. Neste sentido, realizou-se um estudo com o objetivo de diagnosticar a situação atual de gerenciamento de resíduos do Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual de Maringá - PR e propor ações para a melhoria do mesmo, por meio de uma abordagem quali-quantitativa. A metodologia foi baseada em formulários, observações sistematizadas dos setores incluídos no estudo e caracterização das etapas do manejo dos resíduos. Com a metodologia apresentada constatou-se que o laboratório em estudo atualmente possui um sistema de gerenciamento de resíduos, no entanto algumas etapas necessitam de atenção e adequações, de acordo com as legislações brasileiras. As melhorias para o gerenciamento tiveram foco na redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, assim como adequação de materiais e ambientes relacionados ao manuseio dos mesmos. Sendo assim, concluiu-se a importância da implementação de um plano para segregação dos resíduos comuns recicláveis e de gerenciamento de resíduos químicos, de acordo com as normas científicas, normativas e legais, com a finalidade de diminuir a geração dos mesmos, além de minimizar os riscos causados pelo mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de laboratório de análise físico-químicas; Geração de resíduos; Plano de gerenciamento de resíduos químicos e comuns.

INTRODUÇÃO

No Brasil, de um modo geral, independente do grau de periculosidade, são gerados milhares de toneladas de resíduos diariamente. A sociedade de um modo geral não possui a percepção deste problema, sendo ignorado até o momento em que acarrete algumas ameaças e conflitos ambientais mais graves. Esses estão geralmente ligados às pessoas que vivem no entorno de áreas que foram degradadas pela disposição incorreta dos resíduos, apresentando altos níveis de contaminação e poluição.

Os resíduos químicos de laboratório gerados por atividades de pesquisa e/ou ensino nas universidades e centros de pesquisa passaram a ser uma preocupação no Brasil a partir da década de 1990 face a até então falta de um gerenciamento adequado para os mesmos (MARINHO, BOZELLI e ESTEVES, 2011). Para retratar o problema dos resíduos químicos gerados em laboratórios de pesquisa e/ou ensino, tem-se que fazer algumas considerações como a de que a química, nos últimos tempos, é uma das ciências que mais vem beneficiando a sociedade. Porém, os resíduos dessa natureza são diferentes de resíduos industriais, tendo assim alguns problemas mais severos relacionados a grande diversidade de composições trazendo assim danos e riscos ambientais causados pela geração de resíduos (GIL et al., 2007).

Apesar da crescente preocupação no cenário do país a respeito dos resíduos químicos gerados nesses processos, infelizmente até hoje não há ainda, em muitas instituições, um adequado gerenciamento para os mesmos. Sendo assim é necessária e urgente uma mobilização para que a questão ambiental se torne obrigatória dentro das instituições de ensino, não apenas como forma de minimizar os impactos causados ao ambiente, mas também para sensibilizar os estudantes sobre a importância e a necessidade da preservação e conservação dos recursos naturais.

O setor governamental, por sua vez, ao longo dos anos buscou, por meio de resoluções, normas e legislações, responsabilizar órgãos públicos e privados para com os resíduos gerados pelas atividades realizadas sob suas áreas de abrangência. Porém esses resíduos ainda não possuem respaldo legislativo quanto ao tratamento para se atingir um efluente final com características adequadas para uma disposição ambientalmente segura (JARDIM, A; 2014). Segundo Penatti e Guimarães (2011), com essas dificuldades para se estabelecer procedimentos para esta destinação, acaba sendo necessário algumas instituições recorrerem e se adaptarem a outras leis, como a de Resíduos de Serviço de Saúde (RDC 222/2018); Inventário de Resíduos Industriais (CONAMA 313/2002), ou às normas internacionais.

A implementação de um programa de gerenciamento de resíduos passa por uma tomada de consciência acerca da necessidade de adotar novos hábitos no sentido de atender não só a legislação vigente, mas principalmente a uma nova mentalidade que se preocupe não apenas com a qualidade das análises, mas também com a gestão dos resíduos. Essa visão passa pela identificação, tratamento e encaminhamento dos mesmos, de forma a diminuir os possíveis impactos ao ambiente (MARINHO, BOZELLI, e ESTEVES, 2011).

Nesse sentido, o presente trabalho visa diagnosticar, identificar, quantificar e classificar os resíduos gerados no laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual de Maringá, para em seguida apresentar uma proposta de melhoria no gerenciamento dos resíduos do laboratório, que abrange desde a etapa de geração até a sua destinação final dos mesmos, com vistas a legislação aplicável.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Laboratório estudado desempenha atividades de ensino, pesquisa e prestação de serviços e, realiza análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras de água e físico-químicas de amostras de efluentes domésticos e industriais. Realiza aproximadamente 350 ensaios por mês, atendendo prioritariamente empresas e órgãos públicos. Conta com quatro funcionários e seis estagiários e funciona de segunda à sexta-feira em horário comercial. O recebimento das amostras possui um horário de atendimento diferenciado devido ao tempo de processamento das amostras, assim, o recebimento acontece de segunda à quinta-feira, das 07h40min às 11h e, de segunda à quarta-feira, das 13h30min às 16h.

No que diz respeito à geração de resíduos, o organograma do Laboratório pode ser compreendido como mostra a Figura 1.

Figura 1: Organograma Funcional do Laboratório



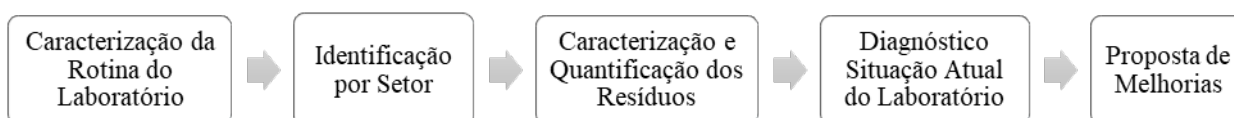
Dentre as análises realizadas pelo Laboratório, pode-se citar os parâmetros físico-químicos: aspecto, odor, sabor, condutividade, cor, pH, turbidez, sólidos sedimentáveis (SS), sólidos totais (ST), sólidos totais suspensos (STS), sólidos totais voláteis (STV), sólidos totais dissolvidos (STD), sólidos totais fixos (STF), alcalinidade total, cálcio, cloretos, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio

(DQO), dureza total, fenóis, ferro total, manganês, amônia, alumínio, sódio, potássio, fluoretos, fosfatos, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, óleos e graxas (OG), sílica dissolvida, sulfatos e surfactantes. As análises são realizadas conforme procedimentos recomendados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Os parâmetros microbiológicos são: presença ou ausência de coliformes totais e determinação de bactérias do tipo *E. coli*, pelo Método Colilert®.

O trabalho desenvolvido utilizou como amostra de estudo as pessoas, os processos e os procedimentos envolvidos e existentes no Laboratório e, que por meio da observação em campo, foram coletados os dados necessários para o desenvolvimento do mesmo. Formulários foram aplicados aos colaboradores do Laboratório para a identificação dos resíduos gerados, bem como a forma de destinação dos mesmos.

Para tornar o trabalho exequível, o mesmo foi decomposto em fases como mostra a Figura 2.

Figura 2: Etapas do Desenvolvimento do Trabalho



Os resíduos gerados em cada setor foram classificados de acordo com a Resolução RDC Nº 222, de 28 de março de 2018, a qual dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e a Norma Brasileira ABNT NBR 10.004, de 30 de novembro de 2004, que estabelece os critérios de classificação e os códigos para a identificação dos resíduos de acordo com suas características.

RESULTADOS

Considerando os objetivos delineados para esta pesquisa, no primeiro contato com o campo de investigação não foi utilizado nenhum instrumento para registro das observações feitas no local; apenas foi realizada uma visita a todos os setores do laboratório, buscando-se conhecer os setores e o fluxo de atividades de rotina e dos materiais, incluindo-se os resíduos gerados.

Logo, dividiu-se o laboratório em setores e analisou-se os resíduos gerado em cada um. Os primeiros setores analisados foram a Administração e as Recepções de amostras de água e efluente. Os resíduos encontrados foram papeis e plásticos, em suas mais diversas formas e sem nenhum tipo de contaminação.

O segundo setor analisado foi o setor de Análises Microbiológicas de Amostras de Águas. O resíduos identificados foram embalagens plásticas contendo meios de culturas, instrumentais utilizados para transferência de meios de culturas, cartelas laminadas plásticas contaminadas, placas de Petri contaminadas e potes plásticos contaminados, resíduos plásticos, embalagens plásticas e frascos plásticos não contaminados, luvas de látex para procedimento não cirúrgico, algodão utilizado para limpeza geral, papel toalha utilizado para secagem de mãos, papeis e embalagens de papelão não contaminadas.

No último setor analisado, o setor de Análises Físico-Químicas de Água e Efluente, foram identificados os seguintes resíduos: embalagens plásticas e plásticos em geral; embalagens de papel, papelão e papeis em geral; embalagens plásticas das amostras de água e efluente; embalagens plásticas vazias de reagentes; embalagens de vidro vazias de reagentes; papel toalha e papel absorvente macio usados nas análises físico-químicas de água e de efluente; papel toalha para limpeza geral (bancadas, mesas, apoios, entre outros); copos plásticos usados em análises físico-químicas; luvas de látex para procedimento não cirúrgico sem pó utilizadas em análises físico-químicas; utensílios de vidro quebrados (pipetas, buretas, béqueres, balões, tubos); utensílios de porcelana quebrados (cadinhos e cubas); resíduos químicos provenientes de limpeza de vidrarias e equipamentos (desinfetantes, saneantes, detergentes); resíduos excedentes de amostras de água e de efluente; resíduos sólidos e semissólidos inertes; materiais filtrantes (filtros e membranas) e; resíduos químicos oriundos das análises físico-químicas de água e de efluente (inflamáveis, tóxicos, reativos, corrosivos). Há uma ressalva para os resíduos químicos das análises pois, no início das análises, quimicamente tem-se soluções e reagentes apresentando constituição conhecida; entretanto, após os procedimentos analíticos, estes são transformados em resíduos químicos, caracterizando-se como uma mistura dos reagentes, soluções e das amostras, formando compostos de mistura reacional desconhecida.

Todos os setores ainda são geradores de pilhas e baterias utilizadas em diversos equipamentos eletrônicos e lâmpadas de LED queimadas.

A classificação dos resíduos foi realizada de acordo com Resolução RDC nº 222/2018, uma vez que o Laboratório realiza análises em amostras de água, diretamente ligados à saúde pública. Assim, o Quadro 1 apresenta as classificações dos resíduos identificados em cada setor do Laboratório, classificados com Grupo A1, resíduos infectantes com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar riscos de infecção; Grupo B, resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade; Grupo D, resíduos comuns que não apresentem riscos biológicos, químicos ou radiológicos à saúde ou ao ambiente; e Grupo E, materiais perfurocortantes ou escarificantes.

Quadro 1: Classificação e Descrição dos Resíduos do Laboratório.

Setor	Código	Descrição
Administração Interna	D	Papel sulfite, rascunhos de papel, papelão e papeis em geral
	D	Resíduos plásticos em geral, copos plásticos descartáveis, embalagens plásticas
	B	Pilhas e baterias
	B	Lâmpadas de LED queimadas
Recepção Água	D	Papel sulfite, rascunhos de papel, papelão e papeis em geral
	D	Resíduos plásticos em geral, copos plásticos descartáveis, embalagens plásticas
	B	Lâmpadas de LED queimadas
Recepção Efluente	D	Papel sulfite, rascunhos de papel, papelão e papeis em geral
	D	Resíduos plásticos em geral, copos plásticos descartáveis, embalagens plásticas
	B	Lâmpadas de LED queimadas
Análises Físico-Químicas	B	Resíduos tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos de análises finalizadas
	B	Copos plásticos, papel toalha e papel absorvente macio usados em análises
	B	Resíduos de saneantes, desinfetantes, detergentes de limpeza de utensílios
	B	Resíduos sólidos
	B	Resíduos de amostras excedentes
	B	Filtros e membranas utilizados em análises
	B	Embalagens e frascos vazios de reagentes
	D	Resíduos de papeis em geral, embalagens de papeis,
	D	Resíduos plásticos em geral, copos plásticos descartáveis, embalagens plásticas
	D	Luvas de látex para procedimento não cirúrgico sem pó, papel toalha, papel absorvente macio
	E	Utensílios de vidro e de porcelana quebrados (pipetas, béqueres, balões, tubos, entre outros)
	B	Pilhas e baterias
	B	Lâmpadas de LED queimadas
Análises Microbiológicas de Amostras de Água	A1	Meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência de meios de cultura, inoculação ou mistura de culturas que resultaram positivo para coliformes totais E.Coli
	B	Meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência de meios de cultura, inoculação ou mistura de culturas que resultaram negativo para coliformes totais E.Coli
	A1	Embalagens plásticas com amostras de água e meio de cultura que resultaram positivo para coliformes totais E.Coli
	B	Embalagens plásticas com amostras de água e meio de cultura que resultaram negativo para coliformes totais E.Coli
	D	Resíduos plásticos e papeis, embalagens plásticas e de papeis e frascos plásticos
	D	Luvas de látex para procedimento não cirúrgico sem pó, algodão e papel toalha
	B	Pilhas e baterias
	B	Lâmpadas de LED queimadas
	B	Resíduos de amostras excedentes

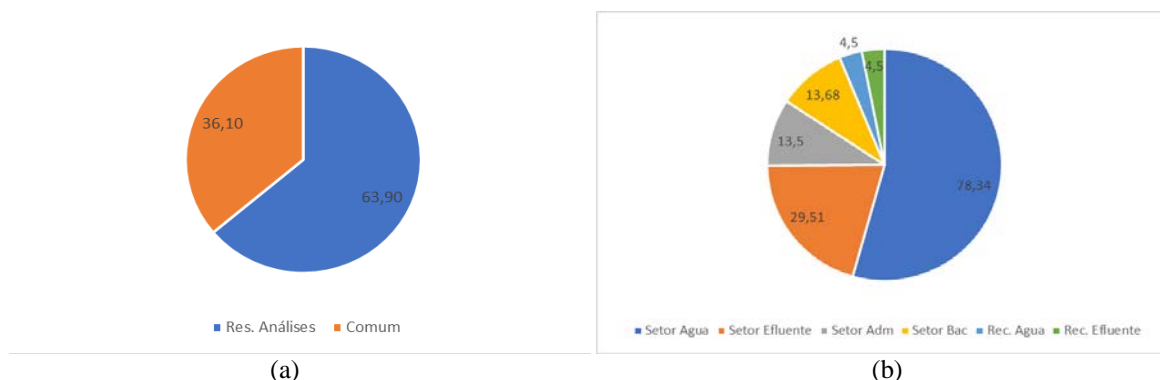
Após a identificação dos resíduos gerados em cada setor, foi realizado um diagnóstico das outras etapas do manejo. Dentre as falhas encontradas estão o acondicionamento dos resíduos comuns no setor de análises físico-químicas, os quais não possuíam uma cor padrão para os sacos das lixeiras. Além disso, o armazenamento temporário externo dos resíduos químicos não possuía uma separação adequada para os resíduos líquidos dos sólidos.

Com relação ao gerenciamento dos resíduos químicos, observou-se que todo e qualquer resíduo resultante de análise físico química era segregado em galões individuais, identificados, ficando em um armazenamento temporário interno até que estes atingissem sua capacidade máxima. Então, estes eram transportados para um abrigo temporário externo onde aguardavam coleta, transporte externo e destinação final. As etapas de coleta e transporte externo dos resíduos químicos eram realizadas por uma empresa contratada pela própria universidade, não tendo sido objeto de estudo a destinação final dos mesmos.

Com relação aos resíduos das análises microbiológicas, os materiais utilizados nas análises que resultavam em contaminados assim como os materiais utilizados nos controles de qualidade eram separados e descontaminados em autoclave, sendo então descartados como resíduo comum. Os resíduos de meios de cultura contaminados eram descontaminados com solução de hipoclorito de sódio, e então descartados na pia. A realização das análises, assim como o transporte interno dos resíduos contaminados e a descontaminação no setor de lavagem/descontaminação era realizado internamente por um funcionário específico do laboratório. Observou-se que, nesse processo, não era realizada a identificação do material que aguarda descontaminação como infectante.

Com relação a quantificação dos resíduos sólidos, a Figura 1 (a) apresenta a porcentagem dos resíduos de análise X resíduos comuns gerados nos diferentes setores do laboratório, enquanto a Figura 1 (b) apresenta a porcentagem de resíduos gerados por setor, dados compilados a partir de uma produção total semanal média de resíduos de 142,9 L. Pelos resultados apresentados, o setor de análises físico-químicas de água foi o que mais gerou resíduos no período. Pelo levantamento das análises realizadas no período de estudo, entretanto, este foi o setor com maior volume de serviço.

Figura 1: Geração global de resíduos no laboratório, em porcentagem (a) Resíduos de análises X resíduos comuns (b) Representatividade dos resíduos coletados semanalmente por setor



Por fim a partir da análise dos dados obtidos realizou-se uma proposta para ações voltadas a possíveis pontos de melhorias no gerenciamento dos resíduos do laboratório, conforme apresentado no Quadro 2, de acordo com as etapas de manejo de resíduos propostas na Resolução RDC nº 222/2018.

Quadro 2: Propostas de melhorias para o manejo dos resíduos químicos e resíduos comuns.

Etapas	Resíduos Químicos	Resíduos Comuns
Segregação	-Inserção de tabela para controle das amostras realizadas, acondicionadas nos galões de PVC. -Descarte orientado dos resíduos químicos a partir da elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ) mais detalhado, tendo como base as características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade de todo resíduo de análise gerado conforme NBR 10.004/2004 da ABNT, seguido de treinamentos aos funcionários e colaboradores.	-Instituir a segregação de recicláveis como plásticos, papeis e papelões.
Acondicionamento/ Destinação	Seguindo as orientações do PGRQ: -Resíduos líquidos químicos considerados não perigosos devem ser descartados em água corrente. -Resíduos líquidos químicos considerados perigosos devem ser descartados nos galões de PVC.	-Lixeiras com saco preto são determinadas para o uso de resíduos comuns não recicláveis. -Lixeiras com saco verde são determinadas para o uso de resíduos comuns recicláveis.
Identificação	-Adesivos padronizados para os galões de PVC, contendo nº do frasco, tipo de resíduos, data início, data fim, capacidade do recipiente. -Identificação do resíduo infectante que aguarda descontaminação, atendendo aos parâmetros referenciados na norma NBR 7.500/2018 da ABNT.	-Etiquetas nas lixeiras indicando resíduo reciclável ou não-reciclável.
Transporte interno	-	-Orientação para recolher os sacos de lixo de cada setor somente quando estiverem a caminho do abrigo externo. -Adequação dos horários de coleta interna para períodos de menor fluxo de pessoas.
Armazenamento temporário	-Identificação na parte externa da porta como Resíduos Químicos, atendendo aos parâmetros referenciados na norma NBR 7.500/2018 da ABNT.	-
Armazenamento externo	-Separação dos resíduos sólidos químicos dos resíduos líquidos químicos. -Maior periodicidade na coleta dos resíduos químicos do abrigo externo para minimizar passivo.	-

CONCLUSÕES

É de extrema importância um gerenciamento adequado dos resíduos, sendo assim foi realizada, a partir dos dados levantados no presente estudo, uma proposta para melhoria do plano de gerenciamento de resíduos do laboratório.

Constatou-se que existem importantes lacunas para chegar a um gerenciamento de resíduos comuns e químicos adequado. Há a necessidade da implantação de um plano de treinamento e educação continuada para todos geradores, com ênfase nas exigências técnicas e legais para o manejo interno dos resíduos. É necessário um maior monitoramento dos resíduos gerados que permitam a avaliação do PGRS e obtenção indicadores. Sobre tudo observou-se a necessidade da elaboração de um plano gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ) mais detalhado que oriente a segregação e descarte dos resíduos químicos perigosos e não perigosos gerados nas atividades do laboratório.

De uma maneira geral, pode-se dizer que os objetivos do trabalho foram atingidos, uma vez que foi possível não somente identificar e caracterizar os resíduos gerados em cada setor do laboratório, mas também realizar a quantificação dos resíduos e propor melhorias para o manejo adequado dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC nº 222 de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2018.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7.500: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2018.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
4. APHA – American Public Health Association. Standard methods for Examination of water and Wastewater. Ed. 21ª, Washington D C, 2015.
5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
6. GIL, E. S. (et. al.). Aspectos técnicos e legais do gerenciamento de resíduos químicos farmacêuticos. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Vol. 43. N.1. São Paulo. Jan/Mar. 2007.
7. JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, José V. M. Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. 1ª ed. – Ed. Manole, 2014.
8. MARINHO, C; BOZELLI, R; ESTEVES, F. Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: a experiência do laboratório de limnologia da UFRJ. V 11 n. 2, 2011.
9. PENATTI, F. E.; GUIMARÃES, S. T. L. Avaliação dos riscos e problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos de laboratórios. Geografia Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v. 15, n. 1, p.43-52, 09 mar. 2011.