

DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS NO LABORATÓRIO DE SOLOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO TOCANTINS



Estimation of Chemical Waste Volume Generated in the Soil Laboratory of the University Foundation of Tocantins

Determinación de Volumen de Residuos Químicos Genera em Laboratorio de Suelo de la Universidad de Estado de Tocantins

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Nayara Monteiro Rodrigues¹, Deny Cesar Moreira*²

1 Mestrado em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

2 Mestrado em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

*Correspondência: Quadra 106 Norte, Alameda 02, Lotes 09 e 11, Casa A-03, Palmas, Tocantins, Brasil.
CEP:77.006-054. e-mail denymoreira@yahoo.com

Artigo recebido em 04/05/2016. Aprovado em 19/09/2016. Publicado em 25/10/2016.

RESUMO

Este artigo apresenta a estimativa e caracterização, quantitativa e qualitativa, dos resíduos químicos ativos do laboratório de Solos da Universidade Estadual do Tocantins. É apresentado o levantamento de todos os reagentes utilizados no laboratório e seus respectivos quantitativos, bem como classificados os produtos químicos considerados perigosos. Determinou-se o volume total dos reagentes gastos nas análises de rotina e ainda a classificação quanto aos graus de Riscos e Periculosidade dos mesmos. Além das próprias amostras de solos, são gerados resíduos ácidos e básicos perigosos, de forma que as informações aqui levantadas podem vir a subsidiar ações voltadas ao correto gerenciamento desses resíduos.

Palavras-Chave: Laboratório, Resíduos Químicos, Gerenciamento de Resíduos.

ABSTRACT

This article presents the estimation and characterization, quantitative and qualitative, of chemical waste assets Soils Laboratory of Tocantins State University. The lifting of all reagents used in the laboratory and their quantitative and classified the chemicals considered hazardous appears. It was determined the total volume of reagents spent on routine analyzes and even the classification of the degree of Risk and Hazard of them. In addition to the soil samples, acidic and basic residues dangerous are generated so that the information collected here are likely to support actions aimed at proper management of such waste.

Key Words: Laboratory, Chemical Waste and Waste Management.

RESUMEN

En este artículo se presenta la estimación y caracterización, cuantitativa y cualitativa, de los activos de residuos químicos Laboratorio de Suelos de la Universidad del Estado de Tocantins. El levantamiento de todos los reactivos utilizados en el laboratorio y sus productos químicos cuantitativos y anuncios considerada aparece peligrosos. Se determinó el volumen total de los reactivos gastados en el análisis de rutina y también la clasificación de los grados de riesgo y de peligro de los mismos. Además de las muestras de suelo, se generan residuos peligrosos ácidos y básicos, por lo que la información reunida aquí puede venir a apoyar las acciones encaminadas a una gestión adecuada de estos residuos.

Descriptores: Laboratorio, Los Desechos Químicos, La Gestión de Residuos.

INTRODUÇÃO

Ameaças relacionadas a mudanças climáticas no planeta, sociedade autossustentável e fontes de energias renováveis estão ganhando cada vez mais espaço nos veículos de comunicação, mostrando que o homem está relacionado ao meio de uma maneira bem mais complexa do que simplesmente pela exposição a produtos tóxicos (BRILHANTE et al., 1999).

Problemas relativos aos contaminantes ambientais geralmente estão associados ao crescente processo de industrialização verificado desde o final do século passado (CARNEIRO, 2009). O controle efetivo da geração, do armazenamento, do tratamento, da reciclagem e reutilização, do transporte, da recuperação e do depósito dos resíduos perigosos é de extrema importância para a saúde do homem, a proteção do meio ambiente, o manejo dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável (AGENDA 21, capítulo 20, 1992).

Segundo Tauchen & Brandli (2006), faculdades e universidades podem ser comparadas com pequenos núcleos urbanos, uma vez que envolvem diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades referentes à sua operação, como restaurantes e locais de convivência. Como consequência destas atividades há geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Há também alguns resíduos que podem ser classificados como industriais e como resíduos de serviços de saúde.

A gestão desses resíduos é de grande relevância, uma vez que as universidades contribuem de forma significativa para o desenvolvimento da sociedade. Sua função consiste não só em educar através da transmissão de princípios, mas sim na aplicação destes (FONSECA et al., 2005).

No Brasil já vem ocorrendo encontros para discutir a gestão de resíduos perigosos, um exemplo são os Encontros Nacionais de Segurança em Química – ENSEQUI. O enfoque principal é a discussão de estratégias para a implementação de uma política de segurança em laboratórios e o tratamento destes resíduos químicos nas instituições de ensino (GERBASE et al., 2006).

No exterior, principalmente nos Estados Unidos, esses programas de gestão vêm sendo implantados, segundo Tavares (2004), desde a década de 70 e, particularmente as instituições de ensino, têm envidado consideráveis esforços para reduzir a geração de resíduos (GERBASE et al., 2006).

Entretanto fica mais evidente que as Instituições de Ensino Superior (IES) devem combater os impactos ambientais gerados para servirem de exemplo no cumprimento da legislação, saindo do campo teórico para a prática (TAUCHEN & BRANDLI, 2006).

Este trabalho tem por objetivo identificar e quantificar o volume de reagentes químicos gerados no laboratório de análise de solos da Universidade Estadual do Tocantins, bem como identificar as formas de descarte utilizadas. A produção a seguir tem ainda por objetivo subsidiar futuros projetos que busquem promover o correto encaminhamento dos resíduos químicos gerados.

As indústrias são as principais geradoras de resíduos químicos, porém, não são as únicas. Laboratórios de saúde, universidades, escolas e institutos de pesquisa também geram elevadas diversidades desses resíduos, ainda que em menor volume, representando 1% do total de resíduos perigosos (Classe I) produzidos em um país em

desenvolvimento (TAVARES e BENDASSOLLI, 2005).

A geração de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil sempre foi um assunto muito pouco discutido. Na grande maioria das universidades a gestão dos resíduos gerados nas atividades rotineiras é inexistente e devido à falta de um órgão fiscalizador, o descarte inadequado continua a ser praticado (JARDIM, 1997).

No cenário atual, onde vários segmentos da sociedade se preocupam cada vez mais com a questão ambiental, as universidades não podem mais sustentar esta medida cômoda de simplesmente ignorar sua posição de geradora de resíduos, mesmo porque essa atitude fere frontalmente o papel que a própria universidade desempenha quando avalia, e geralmente aponta, o impacto causado por outras unidades geradoras de resíduos fora dos seus limites físicos (JARDIM, 1997).

Segundo Zancanaro Jr. (2002), se considerarmos a quantidade de geração de resíduos no setor industrial (100 ton/mês), os resíduos de instituições de pesquisas aparentam ser insignificantes. Gil et al. (2007), afirma que a grande diferença entre gerenciar resíduos industriais e resíduos de laboratórios está na forma de tratamento e disposição final. O grande problema destas formas de geração é a composição variada e inconstante que apresentam. As propriedades químicas dos resíduos mudam constantemente e dificilmente encontra-se um método padrão e eficaz para o seu tratamento (GERBASE et al., 2005).

Não há uma norma clara quanto à classificação, tratamento e descarte dos resíduos químicos de laboratórios de ensino e pesquisa. (LESSA, 2010). Além disso, a composição dos resíduos muda a cada projeto e experimento (IZZO,

2000; ASHBROOK e REINHARDT, 1985). Desta forma, as medidas de gestão necessárias para correto controle e destinação final de resíduos tornam-se mais complexas e específicas (NOLASCO, TAVARES e BENDASSOLLI, 2006; ASBROOK, 2001).

Os efeitos adversos de compostos químicos na saúde humana são causados pelo uso de fontes de água poluída e pela ingestão de alimentos contaminados por acúmulo de substâncias tóxicas (Davis et. al., 1989). Além disso, a contaminação humana não é exclusiva apenas para pessoas que estão envolvidas em atividades agroindustriais, mas também para todas aquelas envolvidas com trabalho em laboratório, onde geralmente são produzidas e acumuladas soluções contaminadas.

Diante desse panorama, este artigo visa estimar (caracterizar) quantitativa e qualitativamente os resíduos químicos ativos do laboratório de Solos da Universidade Estadual do Tocantins - UNITINS. De acordo com JARDIM (1997), resíduo ativo é todo àquele gerado continuamente, fruto das atividades rotineiras dentro da unidade geradora. Este estudo pode vir a ser utilizado, pela UNITINS, como base para elaboração de um programa de gerenciamento dos resíduos gerados pela instituição.

MATERIAIS E MÉTODOS

A estimativa de geração de resíduos químicos foi realizada no laboratório de solos do Centro de Ciências Agrárias - CCA da Universidade Estadual do Tocantins – UNITINS, localizada no município de Palmas/TO. No laboratório são realizadas análises químicas e físicas de solo, atendendo as demandas particulares e de instituições de pesquisas nas áreas de ciências agrárias, ambientais e atividades de ensino e extensão do Estado do Tocantins.

As análises químicas compreendem a determinação dos parâmetros de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), alumínio (Al), potencial hidrogeniônico (pH), acidez potencial (H+Al) e matéria orgânica (M.O.S.), já para as análises físicas foram realizadas as determinações de areia, silte e argila, todas seguindo a metodologia proposta pela Embrapa. Durante as análises, principalmente nas etapas de digestão, extração e pré-concentração, são produzidos resíduos químicos tais como solventes orgânicos, restos de solos, além de outras impurezas.

O método de extração do fósforo disponível e do potássio foi o de Mehlich. A determinação do fósforo disponível foi por Espectrofotometria na faixa do visível e do potássio foi através da fotometria de chama.

O cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, foram extraídos por cloreto de potássio sendo o cálcio e o magnésio por complexometria e o alumínio por titulometria ou ambos por Espectrofotometria de Absorção Atômica.

O nitrogênio foi determinado por destilação e titulação através do método de Kjeldahl e por estimativa baseada em modelos matemáticos ajustados.

A determinação do pH foi realizada em água e CaCl₂, através de potenciometria.

O método de extração da matéria orgânica e carbono orgânico foi o de Walkley-Black pelo método de volumetria.

As análises de textura foram realizadas através de dois métodos: o método de pipeta (indicado para a determinação da argila, podendo ser determinado também pela fração silte) e o método do densímetro (baseado no princípio de que a matéria em suspensão confere determinada densidade ao líquido).

Foram registradas ainda as principais características disponíveis nos rótulos dos recipientes, como também o levantamento do quantitativo de produtos utilizados nas análises para que se pudesse determinar um volume real de cada substância (reagente) utilizada.

Na realização desse inventário foram classificadas e caracterizadas as substâncias quanto à composição química, classe de risco e periculosidade. A caracterização foi relacionada de acordo com a presença de carbono na cadeia química do composto, sendo classificados em orgânicos (apresentam cadeias carbonadas) e inorgânicos (não apresentam cadeias carbonadas).

Para identificação das composições químicas de todas as substâncias, foram consultadas as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ's) relacionadas a cada componente. Com relação ao grau de periculosidade das composições químicas foi utilizada a classificação proposta na Norma Brasileira NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) que trata da Classificação de Resíduos Sólidos. Com relação ao risco e manuseio para transporte e armazenamento de produtos perigosos seguiu-se a classificação segundo a Organização das Nações Unidas – ONU que segue a Norma Brasileira NBR 7.500.

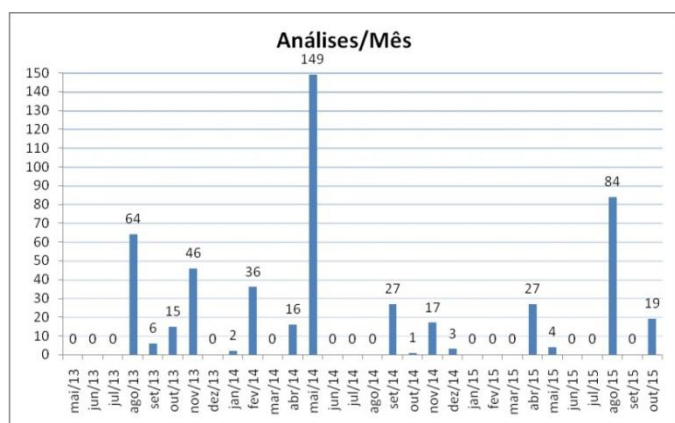
Quanto ao descarte e armazenamento, os resíduos químicos gerados no laboratório são descartados na pia, com exceção dos resíduos obtidos na análise de matéria orgânica, os quais são estocados em recipientes plásticos completamente fechados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do volume dos reagentes descartados no laboratório deu-se a partir dos

registros das análises realizadas no período de maio de 2013 a outubro de 2015. Foram realizadas nesse período 516 análises químicas e físicas de solo, sendo 131 em 2013, 251 em 2014 e 134 em 2015, distribuídas mensalmente conforme figura 1 a seguir:

Figura 1. Quantitativo mensal das análises realizadas. Fonte: próprio autor.



Destas amostras foram totalizadas 4.698 determinações, identificadas no quadro 1 a seguir:

Quadro 1. Quantidade total de determinações de cada elemento. Fonte: próprio autor.

Elementos	Determinações
Acidez potencial (H+Al)	516
Alumínio (Al)	516
Cálcio e Magnésio (Ca/Mg)	516
Fósforo (P)	516
pH em água	516
Potássio (K)	516
Areia, silte e argila	506
Matéria orgânica do solo (M.O.S.)	503
pH em CaCl ₂	399
Nitrogênio Total (N)	84
Cálcio	55
Magnésio	55

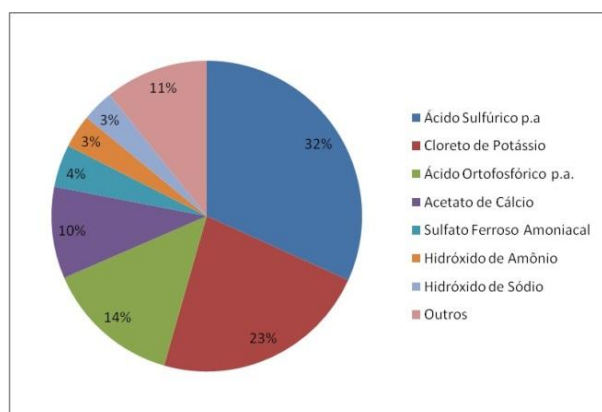
A partir da metodologia proposta para a realização das análises apresentadas foi realizado o

levantamento de todos os reagentes utilizados no laboratório e os respectivos quantitativos, os quais são apresentados, em suas totalidades, no quadro 2 e figura 2 a seguir:

Quadro 2. Volume total dos reagentes utilizados nas determinações das análises de rotina. Fonte: próprio autor.

Reagente	Volume Total	Un
Acetato de Cálcio	3.409,5	g
Ácido Acético Glacial	258,0	ml
Ácido Ascórbico	154,8	g
Acido Bórico	33,6	g
Ácido Clorídrico p.a	691,3	ml
Ácido Ortofosfórico p.a.	5.030,0	ml
Ácido Sulfúrico p.a	11.349,6	ml
Álcool Etilico	173,7	ml
Álcool Metílico	154,8	ml
Azul de Bromotimol	0,2	g
Bórax	2,5	g
Cianeto de Potássio	206,4	g
Cloreto de Amônio	139,3	g
Cloreto de Cálcio	553,6	g
Cloreto de Potássio	8.103,6	g
Dicromato de Potássio	123,3	g
Difenilamina	1,5	g
EDTA	151,2	g
Fenolftaleína	1,5	g
Fosfato de Potássio Monobásico	0,3	g
Hidróxido de Amônio	1.238,4	ml
Hidróxido de Sódio	1.189,0	g
Molibdato de Amônio p.a.	103,2	g
Negro de Eriocromo-T	0,6	g
Óxido de Lantânio	57,9	g
Subcarbonato de Bismuto	10,3	g
Sulfato de Cobre	13,6	g
Sulfato de Magnésio	1,3	g
Sulfato de Potássio	87,2	g
Sulfato Ferroso Amoniacal	1.578,2	g
Trietanolamina	619,2	ml
Verde de Bromocresol	2,5	g
Vermelho de Metila	1,0	g

Figura 2. Percentual dos principais reagentes utilizados nas determinações das análises de rotina.
Fonte: próprio autor.



De acordo com os levantamentos realizados no laboratório de solos da UNITINS, obteve-se os dados expostos no quadro 3 a seguir:

Quadro 3. Classificação dos agentes químicos segundo o número da ONU, Classe de Riscos e Periculosidade.
Fonte: próprio autor.

Nº da ONU	Reagente	Classe de risco	Periculosidade	Orgânico ou inorgânico
	Ácido ascórbico		Substância não perigosa	Orgânico
1789	Ácido clorídrico p.a	8	Corrosivo	Inorgânico
1830	Ácido sulfúrico p.a	8	Corrosivo	Inorgânico
1805	Ácido ortofosfórico p.a.	8	Corrosivo	Inorgânico
2789	Ácido acético glacial	8	Inflamável	Orgânico
	Acetato de cálcio		Substância não perigosa	Orgânico
1230	Álcool metílico	3	Inflamável	Orgânico
	Azul de bromotimol		Substância não perigosa	Orgânico
	Acido bórico		Substância não perigosa	Inorgânico
1170	Álcool etílico	3	Inflamável	Orgânico
	Bórax		Substância não perigosa	Inorgânico
	Cloreto de cálcio		Substância não perigosa	Inorgânico
1680	Cianeto de potássio	6.1	Tóxico	Inorgânico
	Cloreto de amônio		Tóxico	Inorgânico
	Cloreto de potássio		Substância não perigosa	Inorgânico
3086	Dicromato de potássio	6.1	Tóxico	Inorgânico
	Difenilamina		Tóxico	Orgânico
	Edta		Tóxico	Orgânico
	Fenolftaleína		Substância não perigosa	Orgânico
	Fosfato de potássio monobásico		Substância não perigosa	Inorgânico
2672	Hidróxido de amônio	8	Nocivo/corrosivo	Inorgânico
1823	Hidróxido de sódio	8	Nocivo/corrosivo	Inorgânico
	Molibdato de amônio p.a.		Nocivo	Inorgânico
	Negro de eriocromo -t		Nocivo	Orgânico
	Oxido de lantânio		Substância não perigosa	Inorgânico
	Sulfato ferroso amoniacal		Substância não perigosa	Inorgânico
	Subcarbonato de bismuto		Substância não perigosa	Inorgânico
	Sulfato de cobre		Substância não perigosa	Inorgânico
	Sulfato de magnésio		Substância não perigosa	Inorgânico
	Sulfato de potássio		Substância não perigosa	Inorgânico
	Trietanolamina		Substância não perigosa	Orgânico
	Vermelho de metila		Substância não perigosa	Orgânico
	Verde de bromocresol		Substância não perigosa	Orgânico

De acordo com o Guia de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE e da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, o resíduo que não for classificado como perigoso pode ser descartado como resíduo comum. Entretanto, no caso de resíduos químicos, toda atenção e cuidado devem ser tomados

e em caso de dúvidas a melhor opção é nunca descartar em lixo comum ou na rede de esgoto.

O quadro 4 a seguir apresenta a situação atual de descarte de cada tipo de resíduo químico gerado no laboratório, bem como propõe a melhor destinação.

Quadro 4. Situação atual e proposta de descarte dos resíduos químicos. Fonte: próprio autor.

Reagente	Situação Atual	Tratamento	Disposição Final
Acetato de Cálcio	Descarte em esgoto comum	* Ácidos carboxílicos e seus sais podem ser descartados na pia. É recomendado diluir 100x, quantidade máxima recomendável: 100 g ou 100ml, por ponto, por dia.	Realizar o tratamento proposto e descartar em pia ou enviar à empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Ácido Acético Glacial	Descarte em esgoto comum	** Neutralizar com uma base (é sugerido o emprego de uma mistura de bicarbonato de sódio + carbonato de cálcio), acertar o pH entre 6,0 e 8,0 (verificar com papel indicador ou gotas de fenolftaleína), descartar o sobrenadante na pia sob água corrente.	Se realizado o tratamento pode ser descartado em pia ou enviar à empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Ácido Ascórbico	Descarte em esgoto comum	Neutralizar com bicarbonato ou hidróxido de sódio. Formação de precipitação. Faz-se necessário a filtração. Reciclar ou incinerar o sólido.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Acido Bórico	Descarte em esgoto comum	Opção 1: Adicionar lentamente em uma grande quantidade de solução de carbonato de sódio e hidróxido de cálcio, sob agitação. Derramar a solução, com grande quantidade de água, em um ralo com invólucro protetor cheio com mármore lascado. Opção 2: Em um recipiente grande que contenha um excesso de solução aquosa NaOH 10% em massa verter lentamente e com agitação o resíduo ácido. Quando se trata de um ácido concentrado, deve-se diluí-lo previamente com 5 volumes de água fria (1:5). Controlar a temperatura, uma vez que a reação é fortemente exotérmica. Ajustar o pH para 7.	Realizar um dos tratamentos propostos ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Ácido Clorídrico p.a	Descarte em esgoto comum	Opção 1: Para pequenas quantidades: adicionar cuidadosamente excesso de água, sob agitação. Ajustar o pH para neutro. Separar quaisquer sólidos insolúveis ou líquidos e enviá-los para o entreposto. Drenar a solução aquosa para o esgoto com muita água. Opção 2: Em um recipiente grande que contenha um excesso de solução aquosa NaOH 10% em massa verter lentamente e com agitação o resíduo ácido. Quando se trata de um ácido concentrado, deve-se diluí-lo previamente com 5 volumes de água fria (1:5). Controlar a temperatura, uma vez que a reação é fortemente exotérmica. Ajustar o pH para 7. Opção 3: Neutralizar com uma base (é sugerido o emprego de uma mistura de bicarbonato de sódio + carbonato de cálcio), acertar o pH entre 6,0 e 8,0 (verificar com papel indicador ou gotas de fenolftaleína), descartar o sobrenadante na pia sob água corrente.	Realizar um dos tratamentos propostos ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Ácido Ortofosfórico p.a	Descarte em esgoto comum	Diluir com água, neutralizar com cal, soda caustica, bicarbonato de sódio e então, descartar na rede de esgoto.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Ácido Sulfúrico p.a	Descarte em esgoto comum	Opção 1: Para pequenas quantidades: adicionar o produto cautelosamente, excesso água, sob vigorosa agitação. Ajustar o	Realizar um dos tratamentos propostos

		pH para neutro. Separar quaisquer sólidos ou líquidos insolúveis e acondicioná-los para disposição como resíduo perigoso. Drenar a solução aquosa para o esgoto, com muita água. Opção 2: Neutralizar com uma base (é sugerido o emprego de uma mistura de bicarbonato de sódio + carbonato de cálcio), acertar o pH entre 6,0 e 8,0 (verificar com papel indicador ou gotas de fenolftaleína), descartar o sobrenadante na pia sob água corrente.	
Álcool Etilico	Descarte em esgoto comum	----	Enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Álcool Metílico	Descarte em esgoto comum	----	Enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Azul de Bromotimol	Descarte em esgoto comum	----	Encaminhar para incineração ou aterro sanitário/industrial.
Bórax	Descarte em esgoto comum	Adicionar o produto cautelosamente, excesso água, sob vigorosa agitação. Ajustar o pH para neutro. Separar quaisquer sólidos ou líquidos insolúveis e acondicioná-los para disposição como resíduo perigoso. Drenar a solução aquosa para o esgoto, com muita água.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Cianeto de Potássio	Descarte em esgoto comum	Oxidação com solução de hipoclorito de sódio por, pelo menos, uma noite. Destruir o excesso de oxidante com tiosulfato de sódio. Descartar em pia.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Cloreto de Amônio	Descarte em esgoto comum	Usar grande volume de solução concentrada de agente redutor (bissulfitos ou sais de ferro II com ácido sulfúrico III M ou HIPO). Neutralizar com carbonato de sódio ou ácido clorídrico diluído. Drenar para o esgoto com muita água.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Cloreto de Cálcio	Descarte em esgoto comum	Para pequenas quantidades: Adicionar cautelosamente, bastante água sob agitação. Ajustar o pH para neutro. Separar quaisquer sólidos ou líquidos insolúveis e acondicioná-las para disposição como resíduos perigosos. Drenar a solução aquosa para o esgoto com muita água. As reações de hidrólise e neutralização devem produzir calor e fumos, que podem ser controlados pela velocidade de adição.	Pode ser eliminado no lixo normal desde que esteja na forma sólida, ou pode ser descartado em pia, desde que feito o tratamento proposto.
Cloreto de Potássio	Descarte em esgoto comum	Introduzir este composto, com a máxima precaução, em butanol (tert-butanol) seco, em capela. Em caso de aquecimento da solução alcoólica, interromper o processo de destruição. Neutralizar, filtrar e incinerar o líquido.	Pode ser descartado diretamente no lixo, desde que esteja na forma sólida. Incinerar o líquido após o tratamento proposto.
Dicromato de Potássio	Armazenado	Opção 1: Acidificar cuidadosamente uma solução 3% ou uma suspensão do material até pH igual a 2 com ácido sulfúrico. Adicionar, gradualmente, mais de 50% de bissulfito de sódio aquoso, sob agitação a temperatura ambiente. Um aumento na temperatura indica que a reação está ocorrendo. Se nenhuma reação for observada na adição de aproximadamente 10% de solução bissulfito de sódio, iniciá-la adicionando cuidadosamente mais ácido. Certificar-se da completa redução do Cr (VI) para Cr (III), testando com Difenilcarbazida, continuando a adição de bissulfito de sódio caso ainda haja Cr (VI) [Ref. teste]. Se o manganês, cromo, ou molibidênio estiverem presentes, ajustar o pH da solução para 7 e tratar com sulfeto até a precipitação, para enterrar em um aterro químico. Destruir o excesso de sulfeto, neutralizar e drenar a solução para o esgoto com muita água ou tratar por redução com hipossulfito de sódio. O excesso de hipossulfito deve ser destruído com H ₂ O ₂ . Depois disso, diluir e descartar na pia. Opção 2: Acidifique esta solução com 3M de ácido sulfúrico (preparado cuidadosamente pela adição de 9 ml de ácido concentrado para 46 ml de água fria) até que o pH 1 (no papel de pH). Agitando lentamente, adicione tiosulfato de sódio (unifal) sólido até que a solução torne-se turva e azulada. Neutralize a solução usando carbonato de sódio. Após alguns minutos, vai se formar um precipitado cinza-azulado. Deixe a mistura em repouso durante uma semana ou filtre imediatamente pelo Celite. Após o descanso, a maior parte do sobrenadante pode ser decantada. O líquido restante pode ser evaporado ou o sólido ser filtrado. O líquido em ambos os	Realizar um dos tratamentos propostos ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.

		métodos pode ser escoado no ralo. O resíduo sólido deve ser lavado com água quente para que o sulfato de sódio seja removido, secado, embalado, rotulado e enviado ao entreposto	
Difenilamina	Descarte em esgoto comum	Poderá ser realizado através da oxidação por KMnO_4 em meio ácido. Adicionar 0,2 mol de KMnO_4 para 0,01 mol de amina, em H_2SO_4 2,0 mol L^{-1} ; deixar em temperatura ambiente por 8-15 horas (capela). Adicionar NaHSO_4 para destruir o excesso de MnO_4 . Neutralizar com NaOH , diluir e descartar na pia sob água corrente.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
EDTA	Descarte em esgoto comum	Incineração ou aterro industrial de acordo com a legislação local.	----
Fenolftaleína	Descarte em esgoto comum	Diluir com água na proporção mínima de 1:20 ou de outras relações necessárias e, em seguida, utilizar carvão ativado para posterior descarte em pia.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Fosfato de Potássio Monobásico	Descarte em esgoto comum	Em um recipiente grande que contenha um excesso de solução aquosa NaOH 10% em massa verter lentamente e com agitação o resíduo ácido. Quando se trata de um ácido concentrado, deve-se diluí-lo previamente com 5 volumes de água fria (1:5). Controlar a temperatura, uma vez que a reação é fortemente exotérmica. Ajustar o pH para 7.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Hidróxido de Amônio	Descarte em esgoto comum	Opção 1: Para pequenas quantidades: Adicionar, cautelosamente, bastante água, sob agitação. Ajustar o pH para neutro. Separar quaisquer sólidos ou líquidos insolúveis e acondicioná-los, para disposição como resíduo perigoso. Drenar a solução para esgoto com muita água. As reações de hidrólise e neutralização podem gerar calor e fumos, que podem ser controladas pela velocidade de adição. Opção 2: São neutralizadas com uma solução de ácido sulfúrico ou ácido clorídrico. Diluir com água, na proporção de 1:5. Neutralizar até pH 7+2, adicionando lentamente, uma solução 50% do ácido.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Hidróxido de Sódio	Descarte em esgoto comum	*** Se estiver diluído, em baixas concentrações, neutralizar com um ácido fraco ou diluído (ácido acético, por ex.). Acertar o pH entre 6,0 e 8,0 e descartar em pia.	Realizar o reaproveitamento ou tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Molibdato de Amônio p.a.	Descarte em esgoto comum	Opção 1: Acidificar, cuidadosamente uma solução 3% ou uma suspensão do material até pH 2 com ácido sulfúrico. Adicionar, gradualmente um excesso de bissulfito de sódio aquoso (50%), sob agitação à temperatura ambiente. Um aumento na temperatura indica que a reação está ocorrendo. Se nenhuma reação for observada na adição de aproximadamente 10% da solução de bissulfito de sódio, iniciá-la adicionando cuidadosamente mais ácido. Se o Mn, Cr ou Mo estiverem presentes ajustar o pH da solução para 7 e tratar com sulfeto até precipitação, para enterrar em aterro para produtos químicos. Destruir o excesso de sulfeto, neutralizar e drenar a solução para o esgoto com muita água. Opção 2: Reduzir com hipossulfito de sódio. O excesso de hipossulfito deve ser destruído com H_2O_2 . Depois disso, diluir e descartar na pia.	Realizar um dos tratamentos propostos ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Negro de Eriocromo -T	Descarte em esgoto comum	O resíduo deve ser levado para a caixa de decantação e permanecer em decantação por um tempo até ser levado pelo cano até a estação de tratamento.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queimar em um incinerador químico equipado com pós-combustor e purificador de gases.
Óxido de Lantânio	Descarte em esgoto comum	----	Enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Subcarbonato de Bismuto	Descarte em esgoto comum	----	Enviar a empresa apropriada para queimar em um incinerador químico equipado com pós-combustor e purificador de gases.
Sulfato de Cobre	Descarte em esgoto comum	O material deve ser dissolvido em: 1) água; 2) solução ácida; ou 3) oxidado a um estado solúvel em água. Precipitar o material como sulfeto, ajustando o pH da solução para 7, até a completa precipitação. Filtrar os insolúveis e enterrar em um	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada.

		aterro para produtos químicos. Destruir qualquer excesso de sulfeto com hipoclorito de sódio. Neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água.	
Sulfato de Magnésio	Descarte em esgoto comum	Neutralizar com carbonato de sódio 5% para posterior descarte em pia.	Descartar em pia após tratamento. Pode ser descartado diretamente no lixo, desde que esteja na forma sólida, ou enviar a empresa apropriada.
Sulfato de Potássio	Descarte em esgoto comum	Diluir com água na proporção mínima de 1:20 em seguida, utilizar carvão ativado para posterior descarte em pia.	Diluir e descartar em esgoto comum ou enviar a empresa apropriada para queimar em um incinerador químico equipado com pós-combustor e purificador de gases.
Sulfato Ferroso Amoniacal	Descarte em esgoto comum	Material deve ser dissolvido em água, solução ácida ou oxidado a um estado solúvel em água; Precipitar o material como sulfeto, ajustando o pH da solução para 7 até completa precipitação. Filtrar os insolúveis e enterrá-los em um aterro para produtos químicos. Destruir qualquer excesso de sulfeto com hipoclorito de sódio. Neutralizar a solução e drenar para o esgoto com muita água.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada.
Trietanolamina	Descarte em esgoto comum	Por se tratar de uma amina com menos de 7 Carbonos na estrutura, a substância pode ser descartada diretamente na pia, após a correção do pH.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Verde de Bromocresol	Descarte em esgoto comum	Diluir com água na proporção mínima de 1:20 ou de outras relações necessárias e, em seguida, utilizar carvão ativado para posterior descarte em pia.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.
Vermelho de Metila	Descarte em esgoto comum	Diluir com água na proporção mínima de 1:20 ou de outras relações necessárias e, em seguida, utilizar carvão ativado para posterior descarte em pia.	Realizar o tratamento proposto ou enviar a empresa apropriada para queima em incinerador químico com pós queimador e lavador de gases.

* Propostas de métodos de reaproveitamento do resíduo químico. Opção 1: Adiciona-se ácido crômico anidro em ácido acético, deixa-se ferver em fluxo durante 10h e destila-se fracionadamente evitando a umidade. Opção 2: Deixam-se congelar parcialmente 600mL de ácido acético e elimina-se a parte que não foi congelada (cerca de 300mL), por filtração. Adiciona-se 6g de permanganato de potássio na parte cristalizada e destila-se. recolhe-se a fração de 116,5 a 117,5°C, deixa-se congelar parcialmente e trata-se da mesma forma.

** Propostas de métodos de reaproveitamento do resíduo químico. Opção 1: Adiciona-se ácido crômico anidro em ácido acético, deixa-se ferver em fluxo durante 10h e destila-se fracionadamente evitando a umidade. Opção 2: Deixam-se congelar parcialmente 600mL de ácido acético e elimina-se a parte que não foi congelada (cerca de 300mL), por filtração. Adiciona-se 6g de permanganato de potássio na parte cristalizada e destila-se. recolhe-se a fração de 116,5 a 117,5°C, deixa-se congelar parcialmente e trata-se da mesma forma.

*** Proposta de método de reaproveitamento do resíduo químico. Filtração, seguido de secagem a vácuo, e dissolução em água.

Os resíduos químicos que podem ser descartados na pia são:

Compostos orgânicos:

- Açúcares, Amido, Aminoácidos e Sais de ocorrência natural;
- Ácido Cítrico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH₄);
- Ácido Lático e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH₄).

Compostos inorgânicos:

- Sulfatos, Carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH₄
- Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn
- Cloretos: Na, K, Mg
- Boratos: Na, K, Mg, Ca

CONCLUSÃO

Nos laboratórios são gerados principalmente resíduos ácidos e básicos além da própria amostra. Ainda que em pequenas quantidades, esses resíduos gerados são considerados perigosos.

Desta forma, conclui-se que a caracterização desses resíduos é imprescindível para o conhecimento da composição dos materiais gerados e suas respectivas quantidades, fornecendo, ao gerenciador, o conhecimento necessário para que o mesmo defina quais as medidas a serem adotadas para um correto gerenciamento dos resíduos.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- ASHBROOK, P. C. Elements of a role model hazardous waste management program for academic institutions. **Chemical Health & Safety**, v. 8, n. 2, pp. 27-29, set./out.2001.
- ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. Hazardous wastes in academia. **Environmental Science & Technology**, v. 19, n. 12, 1985.
- BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1999.
- CARNEIRO, D. A. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino. **Revista Tecer** - Belo Horizonte – vol. 2, nº 2, maio 2009.
- DAVIS, A.P., HUANG, C.P. **Removal of phenols from water by a photocatalytic oxidation process**. *WaterSci. Technol.*, v.21, p.455-464, 1989.
- FONSECA, A. et al. Gestão do ambiente e da segurança em laboratórios de ensino - **Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia**. UFP, 2005.
- GERBASE, A. E. **Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa**. Química Nova, São Paulo, V. 28, N. 1, Jan/Fev, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>> Acessado em: 05/ jan/2006
- 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322007000100003&tlng=en&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 10/Jun/2008.
- IZZO, B. M. Waste minimization and pollution prevention in university laboratories. **Chemical Health & Safety**, v. 7, n. 3, pp. 29-33, mai./jun. 2000.
- JARDIM, F. W. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa Instituto de Química – UNICAMP**, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421998000500024&lng=es&nrm=iso> Acesso em: 18 nov.2006.
- LESSA, M. M. **Destinação de resíduos gerados em laboratório**. Conselho Regional de Química - IV Região (SP) 2010. Disponível em: <www.crq4.org.br>
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21 Nacional**. Capítulo 20. Brasília – DF, 1992.
- NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 2, p.118-124, 2006.
- TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515, 2006.
- TAVARES, G. A. **Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa do CENA/USP**. Tese (Doutorado em Ciências) Piracicaba, São Paulo – Brasil. Mai. 2004.
- TAVARES, G.A.; BENDASSOLI, J.A. **Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP**.

Química Nova, São Paulo, v.28, n4, p.732-738, jul./ago. 2005. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qnol/2005/vol28n4/30-AG04251.pdf>> Acesso em: 22 set. 2006.

Tratamento dos resíduos no laboratório/setor gerador. Disponível em:<<http://www.ufscar.br/~ugr/docus/tratamento.php>> Acessado em 22/04/2014

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ de acordo com a NBR 14725-4:2012. Data da revisão: 26/11/2013

ZANCANARO Jr., O. Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos. In: HIRATA, M.H; MACINI FILHO, J. **Manual de Biossegurança**. Barueri/SP: Manole Ltda, 2002, p.121-184.