



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**  
**CURSO DE TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO SUCROALCOOLEIRA**



**NARALEIDE SANTIAGO DE MELO**

**ATUAL POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA UFPB E UM  
ESTUDO DE CASO NO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA  
SUCROALCOOLEIRA, DTS - CTDR**

João Pessoa/PB

2018

NARALEIDE SANTIAGO DE MELO

**ATUAL POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA UFPB E UM  
ESTUDO DE CASO NO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA  
SUCROALCOOLEIRA, DTS - CTDR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de graduação em  
Tecnologia em Produção Sucroalcooleira da  
Universidade Federal da Paraíba, como requisito  
para obtenção do título de Tecnólogo em  
Produção Sucroalcooleira.

Professora Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Márcia Helena Pontieri

João Pessoa/PB

2018

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M528a Melo, Naraleide Santiago de.

Atual política de gerenciamento de resíduos na UFPB e um estudo de caso no Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira, DTS ? CTDR. / Naraleide Santiago de Melo. - João Pessoa, 2018.

33 f.

Orientação: Márcia Helena Pontieri.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Resíduos químicos. 2. tratamentos. 3. laboratório.  
4. disposição final. 5. gestão. I. Pontieri, Márcia Helena. II. Título.

UFPB/BC

NARALEIDE SANTIAGO DE MELO

ATUAL POLÍTICA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA UFPA E UM  
ESTUDO DE CASO NO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA  
SUCROALCOOLEIRA, OTS - CTDR

TCC apresentado em 14 de junho de 2018, como requisito para a conclusão do curso de  
Tecnologia em Produção Sucroalcooleira da Universidade Federal da Paraíba.

Banca Examinadora



Prof.ª Dra. Márcia Helena Pontieri

(Orientadora)



Prof.ª Dra. Ângela Luciana Uruga Vasconcelos

(Examinadora)



Prof. Dr. Kelson Carvalho Lopes

(Examinador)

João Pessoa/PB

2018

## DEDICATÓRIA

**Dedico,**

*A Deus, por ter me sustentado durante todo este tempo, dando forças para nunca desistir, mostrando que sempre há esperança e perseverança.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido esta oportunidade de realizar mais uma etapa da minha vida profissional.

À minha mãe Maria José e meu pai Paulo, meu irmão Lucas Daniel, por sempre confiarem em mim e acreditar em minha capacidade, por sempre lutarem me mostrando que é possível em meio a tantas dificuldades, onde nunca podemos desistir.

À minha vó Severina Santiago (FIU), pela pessoa mais alto astral, que sempre me deu seu apoio e incentivo para seguir na minha vida, como também por todo seu carinho.

A Luan Emmerson pela paciência e ausência, mas sempre me apoiando para não desistir.

Aos professores do DTS, que foram de extrema importância e que contribuíram com minha formação profissional e em especial a minha orientadora Dr.<sup>a</sup> Márcia Helena Pontieri por ter aceito o convite de me orientar nesse trabalho e também pela pessoa amiga e carinhosa, e também por não me deixar desistir dos meus sonhos.

A todos os amigos do curso, principalmente aos meus amigos Gleydson, Josenilma, Wellington e Caio, por sempre me apoiarem e estarem comigo em todos os momentos da minha vida a todas as pessoas que contribuíram de todas as formas possíveis para realização deste trabalho.

Muito obrigado a todos.

## RESUMO

Com a grande preocupação no mundo em que vivemos voltados a questão ambiental, inúmeros trabalhos são desenvolvidos com o intuito de colaborar para que haja uma maior preservação do meio ambiente, e dessa forma trazer mais saúde e bem-estar a todos os seres do nosso meio. Em favor desta causa foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos essa que tem uma grande importância, pois além de se preocupar com os resíduos que são gerados e a sua destinação correta, também se preocupa com a conservação dos recursos naturais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de informações tanto na parte qualitativa e quantitativa dos resíduos que são gerados em laboratório, e também a busca de informações sobre o atual plano de gerenciamento de resíduos na UFPB, propondo medidas como formas de tratamento e disposição final para alguns resíduos que são gerados no laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira (LTSA). A UFPB através da Comissão de Gestão Ambiental (CGA), iniciou o programa de gestão de resíduos químicos em 2016. Em 2017 contratou a empresa SIM Engenharia Ambiental para retirar e tratar os resíduos químicos gerados nos laboratórios da Universidade. A primeira coleta ocorreu no laboratório de anatomia e foram coletados 1.226,7 Kg de resíduos. Em maio de 2018 foram coletados resíduos dos laboratórios do CCEN, totalizando 900Kg. Em junho de 2018 foram coletados 184,1Kg de resíduos dos laboratórios do CTDR. O levantamento quantitativo e qualitativo dos reagentes gerados no LTSA mostrou que o volume de resíduos gerados é pequeno e que é separado de acordo com suas características químicas em bombonas para posterior retirada pela empresa SIM Engenharia Ambiental. Foram propostos alguns tratamentos para resíduos gerados no LTSA. O trabalho mostrou que é possível adotar formas de tratamento para grande parte dos resíduos gerados no LTSA, contribuindo para uma diminuição da quantidade de resíduos retirados pela empresa, diminuindo, conseqüentemente, o custo de tratamento de resíduos da UFPB.

**Palavras-chave:** Resíduos químicos. Tratamentos. Laboratório. Disposição final. Gestão.

## ABSTRACT

With the great concern in the world in which we live focused on the environmental issue, countless works are developed with the intention of collaborating so that there is a greater preservation of the environment, and in this way bring more health and well-being to all the beings of our environment. In favor of this cause, the National Policy on Solid Waste was created, which is of great importance because, in addition to being concerned with the waste that is generated and its correct destination, it is also concerned with the conservation of natural resources. In this context, the present work had as objective to carry out a survey of information on both the qualitative and quantitative part of the waste that is generated in the laboratory, as well as the search for information about the current waste management plan at the UFPB, proposing measures such as treatment and final disposal for some residues that are generated in the Laboratory of Sugar and Alcohol Technology (LTSA). The UFPB through the Environmental Management Commission (CGA) initiated the chemical waste management program in 2016. In 2017 it hired the company SIM EngineeringEnvironmental to remove and treat the chemical waste generated in the University's laboratories. The first collection took place in the anatomy laboratory and 1,226.7 kg of residues were collected. In May 2018 were collected waste from the laboratories of the CCEN, totaling 900 kg. In June 2018 were collected 184.1 kg of waste CTDR laboratories. The quantitative and qualitative survey of the reagents generated in the LTSA showed that the volume of waste generated is small and that it is separated according to its chemical characteristics in cylinders for later withdrawal by the company SIM EngineeringEnvironmental. Some treatments were proposed for residues generated in the LTSA. The work showed that it is possible to adopt treatment methods for a large part of the waste generated in the LTSA, contributing to a decrease in the amount of waste collected by the company, thus reducing the waste treatment cost of the UFPB.

**Keywords:** Chemical waste. Treatments. Laboratory. Final provision. Management.

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1:** Bombonas para armazenamento dos resíduos gerados no LTSA

**24**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Análises realizadas com maior frequência, resíduos gerados, quantidades aproximadas e forma de descarte	<b>22</b>
<b>Tabela 2:</b> Tipos de Tratamento para os resíduos gerados nos procedimentos do LTSA	<b>25</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
CGA – Comissão de Gestão Ambiental  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
LTSA – Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso  
UFPB – Universidade Federal da Paraíba  
UNESP – Universidade Estadual Paulista

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>14</b>
1.1.1 Objetivo geral .....	14
1.1.2 Objetivos específicos .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 Gestão de resíduos.....	15
2.2 Incineração como forma de tratamento de resíduos químicos .....	16
2.3 Gestão de resíduos químicos nas instituições de ensino e pesquisa .....	17
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1 Levantamentos da atual gestão de resíduos da UFPB.....	18
3.2 Levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados e formas de descarte no LTSA.....	18
3.3 Levantamentos de possíveis formas de tratamento ou disposição final para resíduos gerados no LTSA .....	18
3.4 Elaboração de procedimentos para tratamento ou disposição final para alguns dos resíduos gerados nas aulas práticas realizadas no LTSA.....	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
4.1 Levantamento da atual gestão de resíduos da UFPB .....	20
4.2 Levantamento de quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados e formas de descarte no LTSA.....	21
4.3 Elaboração de procedimentos para tratamento ou disposição final de alguns dos resíduos gerados nas aulas práticas realizadas no LTSA.....	24
4.3.1.1 Tratamento de solução contendo cromato e nitrato de prata .....	26

4.3.1.2 Tratamento de solução contendo características básicas.....	26
4.3.1.3 Tratamento de solução contendo bário .....	27
4.3.1.4 Tratamento de solução contendo resíduo de Subacetato de Chumbo (Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> .Pb(OH) <sub>2</sub> ).....	27
4.3.1.5 Tratamento de solução contendo resíduo de Sulfato de Cobre.....	28
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>30</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o meio ambiente vem mobilizando vários segmentos do mercado. Inúmeros órgãos governamentais, não governamentais e indústrias estão se preparando para aplicar uma política ambiental que diminua os impactos negativos à natureza.

No Brasil, os órgãos fiscalizadores vêm se mobilizando devido à preocupação com a geração e descarte de substâncias perigosas, e constantes revisões têm ocorrido em resoluções ligadas a resíduos tais como a RDC 306/04 resolução da ANVISA (BRASIL, 2004) e a Resolução 358/05 do CONAMA (BRASIL, 2005), que classificam e propõem tratamentos, forma de manipulação e descarte dos resíduos de serviço da saúde e a Res. 357/2005 (BRASIL, 2005) que trata da classificação das águas e descarte de efluentes líquidos.

Em 2010, foi sancionada a Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pelo decreto 7404/10 (BRASIL, 2010). A PNRS tem o objetivo de estabelecer práticas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, bem como o tratamento e disposição final adequados, principalmente para aqueles resíduos que possam causar algum dano à saúde ao meio ambiente, incentivando um consumo sustentável.

Segundo esta lei, todos os geradores de resíduos de serviço da saúde devem elaborar um plano de gerenciamento de resíduos, contendo informações sobre o gerador, levantamento dos resíduos gerados, indicação dos responsáveis pelas etapas do gerenciamento, formas de reutilização e reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos.

A PNRS ainda prevê que responsabilidade do resíduo gerado continua sendo do gerador, mesmo depois de ter sido retirado de suas dependências. Ou seja, existe uma corresponsabilidade entre a empresa geradora e aquela que trata e descarta o resíduo, quando existe a necessidade de descarte.

Instituições de ensino e pesquisa representam um dos setores que mais geram resíduos, principalmente químicos e biológicos, oriundos dos seus laboratórios. Porém, nem sempre, estes possuem uma destinação adequada tornando-se um grande problema para a Instituição (JARDIM, 1998; CUNHA, 2001; AFONSO *et al.*, 2003; ALBERGUINI *et al.*, 2003). O motivo da falta de tratamento e destinação adequada, em grande parte se dá pelo fato de que, diferentemente das indústrias, a universidade produz resíduos em quantidades pequenas, mas com uma diversidade muito grande de qualidade. Além disso, não há um único lugar onde estes resíduos são gerados. Os geradores se espalham nas várias atividades

desenvolvidas dentro do campus da universidade, dificultando em muito o serviço dos profissionais na busca de soluções adequadas.

As universidades e centros de pesquisas nos países desenvolvidos têm se preocupado com os resíduos gerados em laboratórios e buscam alternativas de ensino e pesquisa de forma que o impacto gerado seja cada vez menor. Algumas universidades implantaram seus Programas de Gerenciamento de Resíduos já na década de 70, entre elas a Universidade da Califórnia, a Universidade de Wisconsin, a Universidade de Illinois, a Universidade de Minnesota e a Universidade do Estado do Novo México (ASHBROOH, RENHARDT, 1985).

Nos últimos anos, várias das universidades públicas e privadas do Brasil vêm propondo e implementando programas de gerenciamento de resíduos em suas unidades, entre elas encontram-se a IQSC/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo do Campus São Carlos (), a UNICAMP - Universidade de Campinas; o Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná, entre outras. Estas universidades criaram modelos de gerenciamento de resíduos levando em consideração as particularidades das condições existentes dentro de sua própria universidade (JARDIM, 1998; CUNHA, 2001; ALBERGINI, SILVA, REZENDE, 2003).

Para a implantação de um programa de gestão de resíduos, são necessárias algumas mudanças de hábitos e atitudes, sendo uma atividade que traz resultados em longo prazo (JARDIM, 1998). Dentro de uma Universidade, que possui muitos laboratórios e gera resíduos de várias composições diferentes, estas mudanças são ainda mais complexas. Por este motivo, muitas Universidades Públicas e Particulares ainda não possuem um plano de gestão de resíduos estabelecido ou estão em fase de elaboração.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo levantar a atual situação da UFPB em relação à Gestão de resíduos Sólidos em seus laboratórios químicos.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo geral***

Este trabalho tem como objetivo fazer um levantamento da atual situação da Gestão de resíduos da UFPB e fazer um estudo de caso utilizando o Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira (LTSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

- Buscar informações sobre o Plano de Gestão de Resíduos da UFPB;
- Levantar informações quantitativas e qualitativas dos resíduos gerados no Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira (LTSA) e de como é feito o descarte atualmente;
- Propor formas de tratamento e disposição final para alguns destes resíduos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Gestão de resíduos

A disposição inadequada de resíduos ocasiona a contaminação de solo, corpos d'água, atmosfera, causando um impacto socioambiental de grandes proporções.

Em 2010 o Brasil deu um grande passo em direção à diminuição deste problema, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionando a Lei n 12.305, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 2010.

O objetivo da PNRS é estabelecer práticas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, bem como o tratamento e disposição final adequados, principalmente para aqueles resíduos que possam causar algum dano à saúde ao meio ambiente, incentivando um consumo sustentável.

De acordo com Bensen e Jacobi (2011, p. 137), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece o fortalecimento e os princípios de uma gestão integrada dos resíduos de forma sustentável. Segundo os autores,

A PNSR propõe medidas de incentivo à formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada com vistas a ampliar a capacidade de gestão das administrações municipais, por meio de ganhos de escala e redução de custos no caso de compartilhamento de sistemas de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos. Inova no país ao propor a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa de retorno de produtos, a prevenção, precaução, redução, reutilização e reciclagem, metas de redução de disposição final de resíduos em aterros sanitários e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos em aterros sanitários.

De acordo com Júnior (2002, p.123 *apud* Francisco, 2013, p. 35) para que seja feito o tratamento dos resíduos químicos adequadamente: “Inicialmente devem ser elaboradas estratégias que busquem reduzir a geração destes materiais, e, sempre que possível, utilizar agentes químicos com a menor periculosidade possível”.

Portanto, seguindo a filosofia da Gestão de Resíduos, proposta pela PNRS, o primeiro passo é diminuir a geração de resíduos, substituir procedimentos que gerem resíduos mais tóxicos por outros que gerem resíduos menos agressivos, tanto à saúde como ao meio ambiente.

Os procedimentos utilizados para este tratamento devem ser o mais simples possível, para que sejam facilmente neutralizados, recuperados ou então reaproveitados (FRANCISCO, 2013). Quando não é possível a diminuição ou substituição, é necessário que estes resíduos tenham um tratamento e disposição final adequados.

## 2.2 Incineração como forma de tratamento de resíduos químicos

A incineração constitui um dos procedimentos mais clássicos para a degradação de resíduos, sendo utilizada para decompor resíduos orgânicos líquidos e sólidos, em que se transformam principalmente em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O em temperaturas elevadas (DI VITTA, 2012).

O processo de incineração ocorre em dois estágios diferentes, primeiramente todo o resíduo é queimado na câmara primária, com temperatura elevada entre 500°C e 900°C, com duração de 30 minutos. Nesta etapa, as substâncias se transformam em gases e outra parte assume a forma de pequenas partículas (FERREIRA; MORGADO, 2006).

Em seguida a mistura de gases e partículas gerada na câmara primária é enviada para a câmara secundária, onde é queimada novamente. Nesta etapa a temperatura aplicada é mais elevada, variando entre 750°C a 1250°C, e o tempo de duração é de 2 a 3 segundos para a combustão da fumaça (FERREIRA; MORGADO, 2006).

Segundo Ferreira e Morgado (2006, p. 6) após a segunda fase do processo de incineração os gases resultantes desta etapa não são enviados diretamente à atmosfera. Eles explicam:

Os gases provenientes desta segunda etapa passam por um sistema de abatimento de poluição, que consiste em muitos estágios (por exemplo, scrubber para a remoção de ácido no gás, precipitador eletrostático para a remoção de poeira e/ou filtros para a remoção de partículas finas), antes de serem enviadas para a atmosfera via uma chaminé. As restritas regulamentações de emissões algumas vezes requerem o uso de carvão ativo no sistema de abatimento, para que haja redução da emissão de mercúrio e dioxinas.

Já o resíduo sólido proveniente da incineração representa cerca de 12% a 30% do total incinerado (em massa ou volume) é enviado ao aterro sanitário.

Dos resíduos gerados em laboratórios químicos, podem ser encaminhados para incineração, solventes halogenados, peróxidos orgânicos, pesticidas e outros de alta toxicidade aguda ou crônica (UNESP, 2002).

### 2.3 Gestão de resíduos químicos nas instituições de ensino e pesquisa

Há muito tempo, vem se discutindo o problema relacionado ao tratamento e à disposição final dos resíduos gerados em laboratórios de Instituições de ensino e pesquisa. Estes resíduos, diferentemente daqueles gerados por indústrias, apresentam características quantitativas e qualitativas bem diferentes. Enquanto a indústria gera uma grande quantidade de um resíduo específico, os laboratórios das Universidades geram resíduos com enorme diversidade de composição. Isto ocasiona uma dificuldade muito grande em se propor formas de tratamento e disposição final (GERBASE *et al.*, 2005).

Nos últimos anos, várias Universidade têm implantado seus Planos de Gerenciamento de Resíduos e publicado vários trabalhos a respeito do assunto.

A Universidade de São Paulo, em seu Campus em São Carlos, possui um Laboratório de Resíduos Químicos funcionando desde 1998, sendo pioneiros neste tipo de trabalho (ALBERGUINI; REZENDE, 2003).

O Instituto de Química de Araraquara – UNESP, também tem um Plano de Gerenciamento de Resíduos aprovado pela sua Congregação, desde 2002.

Mais recentemente, Silva e Coelho (2012) apresentaram um trabalho cujo objetivo foi elaborar um PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em uma Instituição de Ensino Superior do Estado de Goiás.

Revistas científicas também tem dado especial atenção às experiências no gerenciamento de resíduos das universidades. A revista Química Nova tem contribuído muito neste sentido.

Desta forma, as Universidades vêm formando uma postura mais crítica a respeito dos resíduos gerados em seus laboratórios (GERBASE *et al.*, 2005).

A Universidade Federal da Paraíba – UFPB também tem dado especial atenção a este assunto, contando atualmente com uma Comissão de Gestão Ambiental que vem implantando a Gestão de Resíduos do Campus de João Pessoa.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Levantamentos da atual gestão de resíduos da UFPB**

O levantamento da atual Gestão dos resíduos químicos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), foi realizado através de pesquisas no site da Comissão de Gestão Ambiental (CGA), informações dos integrantes desta comissão e também informações da empresa SIM Engenharia Ambiental, responsável pela destinação final dos resíduos químicos da UFPB.

#### **3.2 Levantamento quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados e formas de descarte no LTSA**

O levantamento qualitativo refere-se à composição do resíduo e o levantamento quantitativo à quantidade de resíduo gerado, seja em peso ou volume. Estes resíduos estão associados às atividades práticas de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas no LTSA e que constituem a fonte de geração de resíduos. Portanto, este levantamento foi feito junto aos funcionários do LTSA e a professores que utilizam o laboratório para suas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

As informações sobre a atual forma de descarte dos resíduos foram obtidas por meio de questionamentos aos funcionários do laboratório e do funcionário responsável pela gestão dos resíduos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR).

#### **3.3 Levantamentos de possíveis formas de tratamento ou disposição final para resíduos gerados no LTSA**

Para o Levantamento de possíveis formas de tratamento foram utilizados artigos científicos, apostilas, revistas e outros materiais que tratam do assunto.

### **3.4 Elaboração de procedimentos para tratamento ou disposição final para alguns dos resíduos gerados nas aulas práticas realizadas no LTSA**

Após o levantamento qualitativo dos resíduos gerados no LTSA, alguns resíduos mais tóxicos foram escolhidos para um estudo sobre possíveis formas de tratamento antes da disposição final. Em seguida procedimentos de tratamento de resíduos que podem ser aplicados no próprio laboratório, antes do descarte.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Levantamento da atual gestão de resíduos da UFPB**

Em fevereiro de 2013, a Universidade Federal da Paraíba, criou a Comissão de Gestão de Ambiental (CGA-UFPB), com o objetivo de auxiliar a Reitoria no diagnóstico e formulação de estratégias de enfrentamento do passivo ambiental da Instituição, mediante a elaboração de programas de gestão ambiental (UFPB, 2018).

A comissão é subordinada ao Gabinete da Vice-reitoria e é composta por professores da Universidade, alunos bolsistas e voluntários, além de um servidor técnico administrativo da Instituição. A CGA-UFPB desenvolve vários trabalhos, entre eles a coleta seletiva e compostagem, resíduos da construção civil e demolição, resíduos especiais, resíduos de serviço de saúde e resíduos de efluentes químicos (UFPB, 2018).

O descarte inapropriado de resíduos químicos pode levar a contaminação do solo, do ar e de recursos hídricos, comprometendo o meio ambiente e a saúde pública. Com o intuito de buscar soluções para o grande impacto causado pelo descarte indevido dos resíduos gerados nos diversos laboratórios de ensino e pesquisa da UFPB, a CGA, implantou em 2016, o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos. Este Programa tem o objetivo de promover a consciência preventiva, especificamente no que se refere à nocividade de produtos perigosos em ambientes de trabalho, levando-se em consideração as instalações operacionais e os possíveis riscos ocupacionais (UFPB, 2018).

Em 2017 a UFPB fez uma parceria com a empresa Sim Engenharia Ambiental que vem realizando a coleta e tratamento de resíduos dos laboratórios químicos da Universidade.

A Sim Engenharia Ambiental é uma empresa especializada na coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos industriais, resíduos de serviço de saúde dos grupos A (exemplo: Tijolos), B(exemplo: Plásticos) e E (exemplo: pipetas quebradas), resíduos de classe IIA (exemplo: restos de madeira),e IIB (exemplo: entulho da construção civil), e classe I (exemplo: borra de chumbo).A empresa faz parte como membro da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), atuando nos comitês de resíduos de serviço de saúde e gestão ambiental, trabalhando dentro das normas estabelecidas por esta associação (SIM, 2018).

A empresa possui três incineradores que fazem a destruição térmica de resíduos em temperaturas elevadas, reduzindo o peso, volume e diminuindo as características de periculosidade dos resíduos (SIM, 2018).

Dos resíduos retirados na UFPB, aqueles que não podem, ou que não são incinerados, são encaminhados para o aterro industrial de outra empresa, situado no município de Campina Grande/PB(informação verbal)<sup>1</sup>.

A primeira coleta de resíduo químico foi realizada no ano de 2017, com um total de 1.226,7 Kg. O laboratório contemplado para esta coleta foi o de Anatomia do Departamento de Fisiologia e Patologia do Centro de Ciências da Saúde.

No dia 22 de maio de 2018, foi realizada a coleta de 900Kg de resíduos em 34 laboratórios do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN), nos Departamentos de Química (4 laboratórios), Departamento de Sistemática e Ecologia(9 laboratórios) e Departamento de Biologia Molecular(21 laboratórios) (UFPB,2018).

Os resíduos dos laboratórios estão sendo armazenados em bombonas de polietileno estanques de 20 L de capacidade. Quando as bombonas atingem o volume de sua capacidade a empresa é avisada para retirada dos resíduos. Esta retirada acontece de acordo com a solicitação dos laboratórios (informação verbal)<sup>1</sup>.

A primeira coleta de resíduos nos laboratórios do CTDR, ocorreu em 07 de junho de 2018, perfazendo um total de 184,1 Kg de resíduos retirados pela empresa Sim Engenharia.

O transporte e a coleta deste tipo de material é realizado pela própria empresa SIM Engenharia Ambiental, em conformidade com as normas específicas, com caminhões fechados apropriados para manipulação e trânsito deste tipo de resíduo e são encaminhados aos incineradores localizados no Município de Campina Grande/PB (informação verbal)<sup>1</sup>.

#### **4.2 Levantamento de quantitativo e qualitativo dos resíduos gerados e formas de descarte no LTSA.**

O Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira (LTSA) atende aos três cursos do CTDR, sendo eles: Tecnologia em Produção Sucroalcooleira, Tecnologia de Alimentos e Gastronomia.

São realizadas aulas práticas além do desenvolvimento de TCCs e Iniciação Científica.

---

<sup>1</sup>Informação fornecida pela Responsável da empresa Sim Engenharia Ambiental, Jaqueline P. Salgado, em João Pessoa, em junho de 2018.

O laboratório atende principalmente a demanda de análises físico-químicas. As análises realizadas com maior frequência estão relacionadas na Tabela 1. Esta tabela contém os resíduos gerados em cada aula, quantidades e a forma de descarte atual

Tabela 1 - Análises realizadas com maior frequência, resíduos gerados, quantidades aproximadas e forma de descarte.

<b>Procedimento</b>	<b>Resíduos gerados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Descarte atual</b>
1) Determinação de pH	- Solução de Biftalato de Potássio Anidro - Solução de Dihidrogeno Fosfato de Potássio (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) e Fosfato Hidrogênio Dissódico (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ) -Solução de Borato de Sódio Decahidratado (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O)	- Menos de 50mL por semana - Menos de 50mL por semana - Menos de 50mL por semana	1
2) Sólidos totais dissolvidos	-Solução contendo Cloreto de Potássio (KCl) - Solução de Fenolftaleína Ácido Cítrico	- Menos de 50mL por semana - Quantidades mínimas de fenolftaleína e ácido cítrico	1
3) Determinação de cloretos	- Solução contendo Cloreto de prata, Cromato de potássio, Nitrato de sódio e Nitrato de potássio.	Em torno de 100 mL por grupo em aula prática Aulas acontecem 2 ou 3 vezes a cada 6 meses	1
4) Determinação de dureza total em águas	- Solução contendo complexo EDTA-Metal,Cloreto de Amônio, Hidróxido de Amônio e quantidades mínimas de Negro de Eriocromo T, Etileno-glicol e Dietanolamina	Em torno de 100 mL por grupo em aula prática Aulas acontecem 2 ou 3 vezes a cada 6 meses	1
5) Determinação de dureza de cálcio em águas	- Solução contendo complexo de EDTA-Ca, Sulfato de sódio, e Hidróxido de Sódio, além de quantidades mínimas de Calcon, Etileno-glicol, trietanolamina	Em torno de 100 mL por grupo em aula prática Aulas acontecem 2 ou 3 vezes a cada 6 meses	1
6) Determinação de sulfito em águas de caldeira	-Solução contendo sulfato, iodo e amido em quantidades mínimas.	Em torno de 100 mL por grupo em aula prática Aulas acontecem 2 ou 3 vezes a cada 6 meses	1
7) Determinação de Alcalinidade Total e Hidróxida	- Solução contendo Cloreto de Bário, BaCO <sub>3</sub> , Cloreto de sódio e Sulfato de sódio além de quantidades mínimas de Fenolftaleína e Alaranjado de metila	Em torno de 100 mL por grupo em aula prática Aulas acontecem 2 ou 3 vezes a cada 6 meses	1

8) Condutimetria nas análises sucroenergéticas	- Solução de cloreto de potássio - Solução açucarada e etílica	- Em torno de 100 mL por grupo em aula prática	2
9) Densimetria areométrica nas análises sucroenergéticas	- Solução aquosa açucarada e etílica	- Em torno de 1000 mL em aula prática	2
10) Espectrofotometria de absorção nas análises sucroenergéticas	- Solução aquosa açucarada contendo trietanolamina, ácido clorídrico	- Em torno de 1000 mL em aula prática	2
11) Gravimetria nas análises sucroenergéticas	- Solução aquosa açucarada e etílica	- Em torno de 1000 mL em aula prática	2
12) Polarimetria nas análises sucroenergéticas	- Solução aquosa açucarada contendo, éter etílico, subacetato de chumbo.	- Menos de 50 mL por semana por grupo em aula prática	1
13) Refratometria nas análises sucroenergéticas	- Solução aquosa açucarada	- Menos de 50 mL por semana por grupo em aula prática	2
14) Titrimetria redox nas análises sucroenergéticas	- Solução açucarada contendo (CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O), (KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> .4H <sub>2</sub> O + NaOH), azul de metileno	- Menos de 100 mL por semana em aula prática	1
15) Turbidimetria nas análises sucroenergéticas	- Solução aquosa açucarada	- Em torno de 50 mL por grupo em aula prática por semana	2

1: Bombona de descarte de resíduos inorgânicos

2: Descartado na rede de esgoto por não apresentar problemas ao meio ambiente nas concentrações e quantidades descartadas

Fonte: O autor (2018)

O total de resíduos gerados no final de cada mês é variável, devido às atividades que são desenvolvidas no LTSA. Porém a cada semestre este resíduo é em torno de 5 Litros (informação verbal)<sup>2</sup>.

Os resíduos gerados no LTSA primeiramente são identificados como orgânicos ou inorgânicos e em seguida são descartados nas bombonas de 20 Litros identificadas como “Inorgânicos” e “Orgânicos”, conforme mostra a Figura 1. O descarte pode ser feito pelos alunos, direcionados pelo professor responsável pela aula, ou pelo técnico responsável.

<sup>2</sup> Informação fornecida pelo Responsável Técnico do LTSA, Diego A. Batista, em João Pessoa, em junho de 2018.

Figura 1 – Bombonas para armazenamento dos resíduos gerados no LTSA



Fonte: Fotos do autor (2018)

#### **4.3 Elaboração de procedimentos para tratamento ou disposição final de alguns dos resíduos gerados nas aulas práticas realizadas no LTSA.**

A maioria dos resíduos gerados no LTSA não apresenta perfil de soluções que podem ser incineradas, pois são soluções aquosas, não contendo solventes orgânicos. Estas soluções, quando retiradas pela Sim Engenharia Ambiental, são enviadas para aterro sanitário. Como a retirada dos resíduos é cobrada por peso de resíduo retirado, uma maneira de diminuir o custo, seria tratar os resíduos no próprio laboratório tornando-os menos nocivos ao meio ambiente. Após este tratamento, se este resíduo tornar-se inócuo, é possível descartá-lo diretamente na rede de esgoto.

Muitos resíduos gerados contém característica ácida ou básica e poderiam ser neutralizadas, acertando o pH na faixa de 6 a 8. Pode-se utilizar, por exemplo uma solução de NaOH, para neutralizar um resíduo com característica ácida ou uma solução de HCl, para

neutralizar um resíduo com característica básica e descartadas diretamente na pia, sem nenhum prejuízo ao meio ambiente.

Para este tipo de tratamento e descarte, o resíduo não deve conter metais pesados, compostos orgânicos de cadeia longa e compostos inorgânicos tóxico em concentrações acima dos limites estabelecidos pela legislação (OLIVEIRA JÚNIOR, 2012).

Segundo Oliveira Júnior (2012), “os resíduos que contêm até quatro metais pesados em sua composição, podem ser tratados por meio de precipitação seletiva”. A precipitação seletiva é feita utilizando um reagente que forme sal insolúvel com apenas um dos metais, propiciando, desta maneira, a separação deste metal dos demais.

Quando não for possível fazer a precipitação dos metais presentes no resíduo, então deve ser armazenado em bombonas, respeitando sua composição, para ser retirado pela empresa contratada para o tratamento e destinação final.

Primeiramente os procedimentos descritos na Tabela 1 foram separados de acordo com a qualidade dos resíduos gerados, em seguida foram propostos tratamentos para cada grupo.

Os grupos de procedimentos de acordo com o tipo de resíduo gerado e possível tratamento estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Tipos de tratamento para os resíduos gerados nos procedimentos do LTSA

<b>Procedimento</b>	<b>Característica do Resíduo/Tratamento e ou descarte</b>
Procedimentos 1, 2 e 6	Por não apresentarem nenhum reagente tóxico, nas quantidades geradas, poderá ser descartado diretamente na rede de esgoto, com água corrente.
Procedimento 3	Contém reagentes tóxicos (cromato e prata). Proceder conforme tratamento 4.3.1.1
Procedimentos 4 e 5	São resíduos alcalinos, podem ser neutralizados com ácido e, em seguida, descartados na rede de esgoto. Veja tratamento 4.3.2.1
Procedimento 7	Contém resíduo de bário, que é bastante tóxico. Pode ser precipitado e separado do sobrenadante. Ver tratamento 4.3.3.1
Procedimentos 8,9,10,11, 13 e 15	Por não apresentar nenhum risco à saúde ou ao meio ambiente já são descartados na rede de esgoto
Procedimento 12	Resíduo contendo subacetato, que é muito tóxico. Ver tratamento 4.3.4.1
Procedimento 14	Procedimento contendo pequenas quantidades de sulfato de cobre. Ver tratamento 4.3.5.1

Fonte: O autor

### 4.3.1 *Tratamentos:*

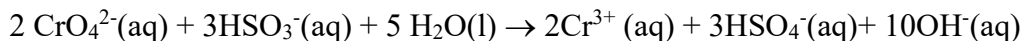
#### 4.3.1.1 Tratamento de solução contendo cromato e nitrato de prata

Este tratamento foi adaptado de Silva et al. (2015).

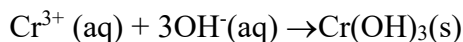
Resíduo do método de Mohr contém AgCl, Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> no estado sólido (precipitado) e uma fase líquida, chamada de sobrenadante contendo cromo no estado de oxidação IV, o íon cromato. Filtrar a solução usando papel de filtro qualitativo. Descartar o papel com o resíduo em frasco de boca larga para posterior descarte

Tratamento do sobrenadante com bissulfito: Concentrar em chapa aquecedora até que atinja a metade de seu volume inicial, adicionar NaHSO<sub>3</sub>, sob agitação, até que a coloração mude de amarelo para verde permanente.

Acrescentar um pequeno excesso de NaHSO<sub>3</sub>



Em seguida adicionar NaOH 6M, sob agitação, até pH ≥ 10 para formação de um precipitado de Cr(OH)<sub>3</sub>:



Deixar o sistema em repouso por 24 horas, filtrar usando papel de filtro qualitativo. Descartar em frasco de boca larga para posterior descarte.

Testar o sobrenadante, repetindo o procedimento. Se houver formação de precipitado, repetir o procedimento até que esteja totalmente isento de cromo, neste caso, descartar no sistema de esgoto.

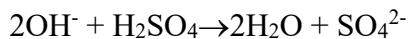
De acordo com a resolução CONAMA nº357/2005, para descartar o sobrenadante no sistema de esgoto, a concentração de Cromo total deve ser ≤ a 0,5mg/L.

#### 4.3.1.2 Tratamento de solução contendo características básicas

O procedimento foi baseado em informações obtidas em Vogel(1981).

Adicionar ao recipiente contendo a solução, 3 gotas de fenolftaleína. A solução se tornará rosa.

Adicionar, gota a gota, uma solução de Ácido Sulfúrico 1M, até desaparecimento da coloração rosa. Esta solução encontra-se neutralizada e pode ser descartada na rede de esgoto.



#### **4.3.1.3 Tratamento de solução contendo bário**

Este tratamento foi adaptado de Saqueto (2010) e UNESP (2002).

Adicionar solução de sulfato de sódio 10% (para cada grama de sal de bário, serão necessários 15 mL da solução de sulfato de sódio)

Deixar descansar por uma semana.

Fazer um teste para verificar se a precipitação está completa, adicionando algumas gotas de solução de sulfato de sódio 10%. Se necessário, adicionar mais solução de sulfato de sódio até não haver mais precipitação.

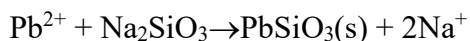
Filtrar a solução usando papel de filtro qualitativo. Armazenar o papel de filtro em um frasco de boca larga para posterior retirada da empresa de tratamento de resíduos.

O filtrado pode ser descartado na rede de esgotos.

#### **4.3.1.4 Tratamento de solução contendo resíduo de Subacetato de Chumbo (Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.Pb(OH)<sub>2</sub>**

Para propor o tratamento de subacetato foram utilizados como referência Saqueto (2010) e UNESP (2002).

Adicionar uma solução de metassilicato de sódio e agitar para homogeneizar. Haverá a formação de um precipitado.



Deixar a solução em repouso por uma noite.

Filtrar a solução usando papel de filtro qualitativo. Armazenar o papel de filtro em um frasco de boca larga para posterior retirada da empresa de tratamento de resíduos.

Verificar se sobraram íons chumbo no sobrenadante. Repetir o procedimento até não apresentar mais precipitação.

Tratamento da solução filtrada:

Ajustar o pH para 7,0 com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2M. Utilizar papel indicador de pH para acompanhar o ajuste do pH,

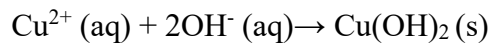
Descartar na rede de esgoto.

#### **4.3.1.5 Tratamento de solução contendo resíduo de Sulfato de Cobre**

O procedimento descrito, segue recomendações de Silva et al. (2013) e UNESP (2002).

Descartar a solução em um frasco identificado como “Resíduo de Cobre”.

A cada 100mL de solução gerada, adicionar solução de NaOH 2M, até pH 9. Utilizar papel indicador de pH para acompanhar o ajuste do pH. Haverá formação de precipitado de Hidróxido de cobre.



Filtrar a solução usando papel de filtro qualitativo. Armazenar o papel de filtro em um frasco de boca larga para posterior retirada da empresa de tratamento de resíduos.

Tratamento da solução filtrada:

Verificar se sobraram íons cobre no sobrenadante. Repetir o procedimento até não apresentar mais precipitação.

Após total remoção do cobre, adicionar duas gotas de fenolftaleína. A solução se tornará rosa.

Adicionar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2M até o desaparecimento da coloração rosa. Utilizar o papel indicador para verificar se o pH encontra-se entre 6 e 8.

Descartar a solução na rede de esgoto.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que a UFPB busca uma política de sustentabilidade e vem buscando soluções para os resíduos gerados em suas dependências.

O LTSA gera uma pequena quantidade de resíduos que já vem sendo segregados e recolhidos pela empresa responsável pelo tratamento dos resíduos da universidade.

É possível adotar formas de tratamento para grande parte dos resíduos gerados no LTSA, contribuindo para uma diminuição da quantidade de resíduos retirados pela empresa, diminuindo, conseqüentemente, o custo de tratamento de resíduos da UFPB.

Se todos os laboratórios fizessem um tratamento prévio, a economia seria considerável, além de contribuir para o aprendizado e conscientização dos alunos em relação o grave problema de descarte inadequado.

## **6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para trabalhos futuros será indicado que os procedimentos de tratamentos sejam testados, e também acrescentados aos procedimentos de cada aula prática e pesquisas. Desta forma os alunos poderão ter contato com este assunto.

## 7 REFERÊNCIAS

ALBERGUINI, L. B. A.; REZENDE, M. O. O. **Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP-São Carlos – Resultados da experiência pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário.** Quim. Nova, Vol. 26, No. 2, 291-295, 2003.

AFONSO, J. C.; NORONHA, L.A.; FELIPE, R.P.; FREIDINGER, N. 2003. **Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final.** . Quim. Nova, v. 26, p. 602-611.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

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

BENSEN, G.R.; JACOBI, P.R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos Avançados 25, v. 71, 2011, p. 135-158. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10>>. Acessado em: 13 mai. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 358/2005, 29 de abril. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Brasília, DF, n. 84, 04 de maio de 2005. Seção 1, p. 63-65.

BRASIL. Presidência da república. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. LEI Nº 12.305/2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 20 mai 2018

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 357/2005 Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 06 mai. 2018.

CUNHA, C. J. 2001. **O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR.** Quim. Nova, v. 24, p. 424-427. . Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n3.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

DI VITTA, P. B. **Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais.** Setor Técnico de Tratamento de Resíduos – Instituto Químico da USP, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/17MET/minicursos/minicurso%20patricia%20texto.pdf>>. Acessado em: 26 mar.2018.

FERREIRA, O.M.; MORGADO, T.C. **Incineração de resíduos sólidos urbanos, aproveitamento na co-geração de energia. Estudo para a região metropolitana de Goiânia.** Universidade Católica de Goiás. Goiânia: 2006. Disponível em: <[http://web-resol.org/textos/incineracao\\_de\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://web-resol.org/textos/incineracao_de_residuos_solidos_urbanos.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FRANCISCO, A.A. **Avaliação de saúde e segurança no laboratório de análise físico-química da estação de tratamento de água da SENEPAR e determinação dos resíduos químicos gerados.** Londrina: 2013. Disponível em:  
<[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1404/1/LD\\_COEAM\\_2013\\_1\\_01.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1404/1/LD_COEAM_2013_1_01.pdf)> .  
Acessado em: 27 mai. 2018.

GERBASE, Annelise E.; COELHO, Fernando S.; MACHADO, Patrícia F.  
**L..Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Quím. Nova,** São Paulo , v. 28, n. 1, p. 3, Feb. 2005 . Available from  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422005000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000100001&lng=en&nrm=iso)>.access on 08 June 2018.

JARDIM, W. F. 1998. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa.** Campinas – SP, Quim. Nova, v. 21, p. 671-673. Disponível em<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2943.pdf>>. Acessado em: 26 mar. 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, F.A. **Implantação do programa de gerenciamento de resíduos químicos: Caso da Universidade Federal de Lavras.** Lavras MG – 2012. Disponível em:<<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/518/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Implanta%C3%A7%C3%A3o%20do%20programa%20de%20gerenciamento%20de%20res%C3%AAduos%20qu%C3%ADmicos%20caso%20da%20Universidade%20Federal%20de%20Lavras.pdf>>. Acessado em: 06 mar. 2018.

SALGADO, J.P. **Pesquisa** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[naraleidesantiago@yahoo.com.br](mailto:naraleidesantiago@yahoo.com.br)> em 06 jun. 2018.

SAQUETO, K. C. **Estudo dos resíduos perigosos do Campus de Araras da Universidade federal de São Carlos visando a sua Gestão.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, 2010. Disponível em:<<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4290>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

SILVA, J. M., THEOPHILO, P. H. M., BORGES, S. S. S. **Tratamento do Resíduo oriundo do Método de Mohr com imobilização em cápsula de PVC/corpo de prova.** Periódico Tchê Química, Vol 12 n24, Porto Alegre 2015.

SILVA, J. R. S.; COELHO, B. E. N. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de uma instituição de ensino superior do Estado de Goiás.** III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012.

SILVA, T. T. L., COSTA, E. C. S., SANTOS, C. P. F. **Recuperação de resíduos de cobre provenientes de aulas práticas do laboratório de ensino de química analítica do centro de educação e saúde da universidade federal de Campina Grande.** 5º congresso norte-nordeste de química. 3º Encontro Norte Nordeste de ensino de química. Natal, 2013. Disponível em:<<http://annq.org/eventos/upload/1362538229.pdf>>. Acesso em: 06 jun.2018.

SIM ENGENHARIA AMBIENTAL. Serviços: Banco de dados. Disponível em:  
<<http://simengenharia.com.br/home>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Gerenciamento de resíduos químicos Normas Gerais – revisão 2002**. Disponível em: <<http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas-residuos.pdf>>. Acessado em: 24 mai. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Comissão de Gestão Ambiental**: Bancos de dados. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/cga>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**, Ed. Mestre Jou, São Paulo, 1981