

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Campus Jaraguá do Sul

Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado)

Douglas Kviatkowsky Junior

Eloisa Gabriela Frare

Emanuel Roberto da Silva

Emanuel Vinícius Petri Pereira

João Vitor Schappo da Silva

Mylena Picolotto de Lara

**RESÍDUOS LABORATORIAIS**

Jaraguá do Sul, 2016

Douglas Kviatkowsky Junior  
Eloisa Gabriela Frare  
Emanuel Roberto da Silva  
Emanuel Vinícius Petri Pereira  
João Vitor Schappo da Silva  
Mylena Picolotto de Lara

## **RESÍDUOS LABORATORIAIS**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Juliano Maritan Amâncio

Jaraguá do Sul, 2016

## **RESUMO**

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos - PGRQ, é um documento que estabelece a maneira com que os resíduos devem ser gerenciados. Neste está presente a relação de resíduos ativos, passivos e reagentes existentes, como também os métodos de manipulação e armazenamento dos mesmos. Este projeto teve como objetivo auxiliar no gerenciamento de resíduos dos laboratórios de química do IFSC câmpus Jaraguá do Sul, buscando novas alternativas para a manipulação dos resíduos gerados nesse ambiente, identificando as situações problemas e realizando ações em prol da efetivação de fluxos de resíduos. As ações desenvolvidas buscaram discutir a segurança dos ambientes que contém resíduos e reagentes químicos e sugerir projetos de reúso da água residuária do processo de destilação e de acondicionamento externo para resíduos químicos. As identificações de lixeiras e rotinas de manejo dos resíduos foram revistas, juntamente a identificação dos passivos. Com isso, o PGRQ pode ser atualizado e pode-se observar uma evolução na questão de gerenciamento de resíduos do Câmpus.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Representação da troca iônica.....	<b>13</b>
<b>Figura 2:</b> Sistema de destilação fracionada.....	<b>20</b>
<b>Figura 3:</b> Planta baixa do abrigo externo.....	<b>23</b>
<b>Figura 4:</b> Esquema de Reutilização da água.....	<b>24</b>
<b>Figura 5:</b> Extração já finalizada.....	<b>29</b>
<b>Figura 6:</b> Fórmula estrutural do Azul de metileno.....	<b>29</b>
<b>Figura 7:</b> Fórmula estrutural do Álcool isoamílico.....	<b>29</b>
<b>Figura 8:</b> Fórmula estrutural do Clorofórmio.....	<b>30</b>
<b>Figura 9:</b> Fórmula estrutural do Hexano.....	<b>30</b>
<b>Figura 10:</b> Fórmula estrutural do Pentano.....	<b>30</b>
<b>Figura 11:</b> Esquema do tratamento da prata.....	<b>32</b>
<b>Figura 12:</b> Benzeno.....	<b>33</b>
<b>Figura 13:</b> Tolueno.....	<b>33</b>
<b>Figura 14:</b> o-xileno, m-xileno, p-xileno.....	<b>33</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Gerenciamento de resíduos laboratoriais.....	6
2.2 Tratamentos de resíduos laboratoriais.....	9
2.2.1 Separação.....	9
2.2.2 Neutralização.....	10
2.2.3 Precipitação e Troca Iônica.....	11
2.3 Projetos arquitetônicos simples.....	12
2.3.1 Projeto para reúso da água residuária do processo de destilação.....	12
2.4 Segurança e higiene do trabalho.....	13
<b>3. AÇÕES DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE GERENCIAMENTO.....</b>	<b>14</b>
3.1 Avaliação da Segurança e Higiene do Trabalho.....	15
3.1.1 Caracterização dos passivos não identificados.....	15
3.2 Análise dos tratamentos.....	16
3.2.1 Corantes.....	16
3.2.2 Solventes.....	17
3.3 Tratamentos propostos para Íons Metálicos.....	18
3.4 Projeto de abrigo externo.....	19
3.5 Projeto de reúso da água.....	19
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>20</b>
4.1 Projeto do abrigo externo.....	20
4.2 Projeto de reúso da água residuária do processo de destilação.....	21
4.3 Avaliação da Segurança e Higiene do Trabalho.....	22
4.3.1 Identificação dos passivos.....	23
4.4 Gerenciamento de resíduos.....	24
4.5 Tratamentos Analisados.....	26
4.5.1 Corantes.....	26
4.5.2 Solventes.....	29
4.6 Tratamentos desenvolvidos para Íons Metálicos.....	30
4.7 PGRQ dos laboratórios.....	32
4.8 Relações institucionais.....	32
4.8.1 ISRMU.....	33
4.8.2 Questionamentos feitos a reitoria.....	34
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

O tema delimitado para o projeto foi construir um diagnóstico, baseado nos itens que compõem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) em vigência, das práticas de gerenciamento de resíduos adotadas nos laboratórios de Química do Câmpus, para identificar as situações emergenciais referentes à dinâmica de geração de resíduos e fazer ações propositivas que contribuíssem para a atualização do PGRQ.

A pesquisa tem o objetivo de avaliar o panorama atual da gestão de resíduos nos laboratórios de química do câmpus e os sistemas de tratamentos de resíduos químicos realizados, a fim de contribuir com a efetivação do PGRQ e com o desenvolvimento dos tratamentos de resíduos químicos.

O projeto se justificou pelas consequências desastrosas que o gerenciamento inadequado de resíduos químicos pode proporcionar aos seres vivos. E também pela obrigatoriedade legal de gerenciar adequadamente os resíduos classificados como químicos.

Foi feito um diagnóstico para apontar as situações problemas do gerenciamento e uma lista com ações propositivas a serem executadas em prol de sua melhoria. A pesquisa foi executada no segundo semestre de 2015 e no início de 2016, sendo que as avaliações e os projetos foram feitos durante outubro, novembro e dezembro, e os tratamentos em fevereiro. A discussão dos resultados deu-se em sequência, juntamente a elaboração deste relatório.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Gerenciamento de resíduos laboratoriais

Resíduos para Eduardo, Lima e Silva são rejeitos gerados pelo homem que não podem ser descartados diretamente para os rios, solo e ar. E segundo a Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) resíduos sólidos são:

[...]Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.(ABNT NBR 10004:2004).

Outra classificação importante é a da ANVISA na RDC 306, onde separa os resíduos em cinco grupos, A, B, C, D, E. O grupo A é o grupo dos resíduos infectantes, o grupo B compõe o grupo dos resíduos químicos, enquanto o grupo C se refere a resíduos radioativos e o grupo D está presente o lixo comum.

E por fim o grupo E, grupo dos perfurocortantes (no caso dos laboratórios são vidrarias/equipamentos quebrados) onde estes são gerados no laboratório com uma frequência regular. Para armazenar este tipo de resíduo é necessário um recipiente, rígido, resistente a punctura, ruptura, vazamento e deve conter tampa. Este tipo de resíduo pode esta infectado com algum resíduo químico, desta forma ele teria dois grandes riscos, um como perfurocortante e outro como resíduo químico, assim é necessário armazenar em recipientes distintos, os resíduos perfurocortantes contaminados dos não contaminados.

Os resíduos químicos de laboratórios de pesquisa e ensino apresentam composição diversificada e inconstante e são resíduos diferentes dos produzidos em indústrias, pois possuem outras formas de tratamento e disposição final. Estes, apesar de serem gerados em pequena escala, possuem natureza física e química extremamente variada, o que torna complexo o seu gerenciamento, requerendo cuidados e critérios especiais. (Guimarães, Penatti e Silva)

Por este motivo, em laboratórios de ensino e/ou de pesquisa seja implementado

um plano pra realização do gerenciamento dos resíduos gerados. A implementação e manutenção de um programa de gerenciamento de resíduos químicos têm alguns conceitos como base para a sua sustentação. Para que um resíduo seja gerenciado é necessário ter um conhecimento sobre o mesmo, e para isso é realizado um inventário dos resíduos que são produzidos no cotidiano dos laboratórios acadêmicos e de pesquisas, sendo que este busca a minimização quantitativa gerada dos resíduos. (Bosco, Laudeano e Prates, 2011)

Conforme Alberguine, Rezende e Silva (2005), para que se desenvolva o gerenciamento de resíduos químicos, é necessário uma reorganização nos laboratórios de ensino. E para que isso aconteça deve-se levar em consideração uma rotulagem padrão para as soluções, na qual deve conter informações sobre a substância química, concentração, data de fabricação e o nome do manipulador, informações que são de extrema importância para a identificação de cada solução.

Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais vêm sendo implantados em várias universidades do país e do mundo, em reconhecimento à necessidade premente de alterar a realidade de descaso para com o ambiente, associado à responsabilidade objetiva do gerador e, principalmente, à consciência de sustentabilidade. (Nolasco, Tavares e Bendassoli, 2006)

A redução de efeitos ambientais impactantes é o principal resultado alcançado com a implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos, além de uma maior conscientização ecológica dos participantes desse processo. (Santos, Paz e Benigno)

Conforme Nolasco, Tavares e Bendassolli (2006), a prevenção da geração de resíduos é a primeira etapa para a implementação de um PGRQ, ou seja, deve-se sempre que possível evitar a geração de resíduos. Embora esta seja a primeira e principal prática a ser implementada, é também a mais difícil de ser atingida, por este motivo quando não é possível prevenir a geração de resíduos, muitas vezes é possível minimizá-la.

Outra etapa a ser feita para que ocorra a implementação do PGRQ é a estimulação do reaproveitamento dos resíduos gerados, sendo que este pode ser realizado através da reciclagem, recuperação ou reutilização. Reciclar é quando determinado material retorna como matéria-prima ao seu processo produtivo. Recuperar é retirar do resíduo um componente energético de interesse, seja por questões ambientais ou financeiras. Já a reutilização ou reuso é quando um resíduo é utilizado em um processo qualquer, dentro ou fora da unidade geradora. (Nolasco, Tavares e Bendassoli. 2006)

Ainda conforme Nolasco, Tavares e Bendassoli (2006), o tratamento é a penúltima prática a ser realizada, definida na escala de prioridades, podendo ser químico, físico,

biológico ou térmico. O tratamento biológico é mais recomendado para grandes volumes de resíduos, principalmente orgânicos, o que não é o caso dos resíduos de laboratórios, e o tratamento térmico (frequentemente a incineração) é considerado dispendioso, os métodos físicos e químicos são os mais promissores. E por fim, depois de tratados, os resíduos são encaminhados para serem dispostos em lugares devidamente adequados.

É importante ressaltar que para que a realização desta escala de prioridades de evitar, minimizar, reaproveitar, tratar e dispor os resíduos seja contemplada é necessário também que a unidade geradora adote uma regra chamada de “Responsabilidade Objetiva” em seu gerenciamento, isto é, quem gera o resíduo torna-se responsável pelo mesmo.

## **2.2 Tratamentos de resíduos laboratoriais**

De acordo com Conto (2010), a maioria das instituições de ensino tem preocupação de não descartar na pia qualquer resíduo químico gerado em seus laboratórios de ensino e pesquisa. Mesmo com a pequena quantidade de resíduos gerados, esses apresentam uma peculiaridade devido a sua diversidade, e o fato de muitos destes serem perigosos. Se forem descartados de maneira incorreta podem causar danos graves ao meio ambiente.

É necessário manter todo resíduo na sua forma mais passível de tratamento e é importante separar estes em diferentes correntes. Além de ser importante ressaltar que esta separação é ditada pela forma final de dispor o resíduo. (Jardim)

Após o momento que os resíduos químicos são transferidos do local onde foram gerados para o Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ), os mesmos passam por diversos processos antes de sua disposição final. Nesses processos existem a descontaminação das embalagens para futura reciclagem, a desativação de resíduos perigosos, o pré-tratamento de resíduos (neutralização), a separação por classes e o controle do armazenamento provisório dos resíduos até a sua saída do CGTRQ. (Conto, 2010)

As classificações dos resíduos químicos normalmente são feitas conforme seu tipo de tratamento, atendendo à legislação ambiental vigente e às normas técnicas nacionais e internacionais. As técnicas de tratamento mais utilizadas em laboratórios de ensino e pesquisa são: neutralização, separação, precipitação e troca iônica.

### 2.2.1 Separação

A maioria dos materiais encontrados na natureza não são substâncias puras, ou seja, não é constituída de um único tipo de partícula ou molécula; mas, na verdade, trata-se de misturas compostas de duas ou mais substâncias diferentes. No entanto, a composição destas substâncias variam e para realizar a separação de misturas das mesmas é necessário aplicar técnicas ou métodos especiais para cada caso. (Feltre, 2005)

As técnicas podem ser físicas ou químicas, pois o princípio fundamental é usar as propriedades dos componentes das misturas para separá-las. Essas propriedades podem ser o ponto de fusão, o ponto de ebulição, a solubilidade, a densidade, entre outros. (Malta, 2013)

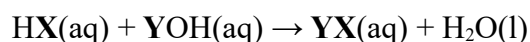
Os métodos mais conhecidos para fazer a separação dos sólidos são: catação, levigação, flotação ou dissolução, peneiração, separação magnética, ventilação e dissolução fracionada.

Para separar misturas de sólidos e líquidos podemos utilizar o método da decantação e sedimentação, centrifugação, filtração e evaporação. E por fim, para separar os componentes das substâncias de misturas homogêneas usamos os métodos chamados de fracionamento, que se baseiam na constância da temperatura nas mudanças de estados físicos. São eles: destilação e fusão. (Malta, 2013)

### 2.2.2 Neutralização

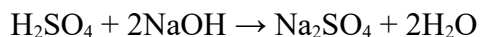
Os ácidos, de acordo com a definição de Arrhenius, são compostos que em solução aquosa se ionizam, produzindo como íon positivo apenas cátion hidrogênio (H<sup>+</sup>). Já as bases ou hidróxidos, conforme Arrhenius, são compostos que por dissociação iônica, liberam como íon negativo, apenas o ânion hidróxido (OH<sup>-</sup>), também chamado de hidroxila. (Feltre, 2005)

Portanto, as reações de neutralização ocorrem quando junta-se um ácido e uma base, em que um irá neutralizar as propriedades do outro, formando sal e água como produtos. O esquema de uma reação de neutralização total pode ser representado através da seguinte forma:

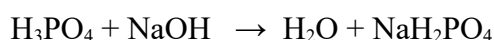


Existem dois diferentes tipos de neutralizações, a total e a parcial. Uma reação de neutralização total ocorre quando a quantidade de íons H<sup>+</sup> liberados pelo ácido é igual à

quantidade de íons OH<sup>-</sup> liberados pela base. Exemplo:



Já uma neutralização parcial ocorre quanto a quantidade de íons H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> liberados pelo ácido e pela base, respectivamente, é diferente, e por este motivo, a neutralização parcial pode se dar de duas formas, com formação de um sal com caráter ácido ou com formação de um sal com caráter básico. Por exemplo, enquanto cada fórmula do ácido fosfórico libera três H<sup>+</sup>, cada molécula da base hidróxido de sódio libera apenas um OH<sup>-</sup>. Desse modo, nem todos os hidrogênios ionizáveis do ácido são neutralizados pelas hidroxilas da base e o resultado é a formação de um sal ácido. (Feltre, 2005)

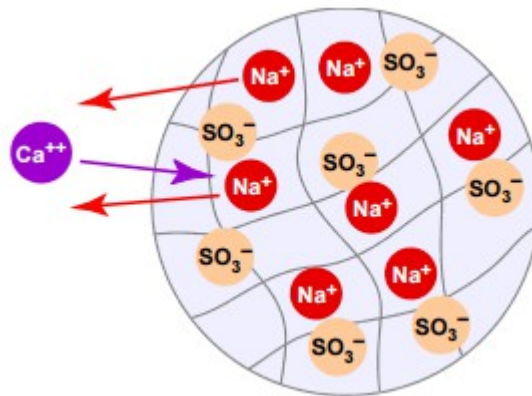


### 2.2.3 Precipitação e Troca Iônica

A precipitação ou reação de precipitação é a formação de um sólido durante uma reação química, o qual é chamado de precipitado. Isso pode ocorrer quando a substância "insolúvel", o precipitado, é formada na solução devido à reação química ou quando a solução foi supersaturada por um composto. Essa reação é útil em muitas aplicações industriais e científicas, tendo em vista que ela pode produzir um sólido que será coletado da solução por filtração, decantação ou centrifugação.

A precipitação atende aos objetivos de separação e de formação de composto. Quando uma solução contém íons indesejados, pode-se precipitar seletivamente esses íons ou, alternativamente, somente aquele que contém o metal de valor. O objetivo, aqui, é a separação; um exemplo importante na metalurgia extrativa é a eliminação do ferro para a purificação de soluções ricas em Zn<sup>2+</sup>, provenientes da lixiviação, na metalurgia extrativa do zinco.

A troca iônica consiste na troca de íons entre substâncias, para isto pode ser utilizadas resinas ou polímeros que facilitem esta troca. Um exemplo de troca iônica é o tratamento da "água dura" (água com excesso de íons Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup>), onde existe uma resina com íons Na<sup>+</sup> e SO<sub>3</sub><sup>-</sup> e ao entrar em contato a água dura troca íons com essa resina, devido a ela possuir mais afinidade com Ca<sup>++</sup> e Mg<sup>++</sup> do que Na<sup>+</sup>, assim os átomos de cálcio e magnésio vão para a resina e os átomos de sódio são liberados na água (Figura 1), esta troca possui proporção de 2 átomos de sódio para 1 de cálcio ou magnésio isto devido a carga de cada átomo. (ROHM AND HAAS, 2008)



Fonte: ROHM and HAAS, 2008

**Figura 1:** Representação da troca iônica

### 2.3 Projetos arquitetônicos simples

Para construir uma proposta para o armazenamento externo deve-se seguir a ANVISA 306/04, a qual retrata que o abrigo externo de resíduos deve ser construído em um ambiente exclusivo com localidade que facilite a coleta, necessita possuir no mínimo um ambiente separado para armazenar os resíduos da classe A juntamente dos resíduos da classe E, e um ambiente para armazenar os resíduos da classe D.

O abrigo deve ser devidamente identificado e restrito aos funcionários do gerenciamento de resíduos, sua dimensão deve variar de acordo com a geração e recolhimento dos resíduos, e deve possuir um piso e uma parede de material liso, impermeável, lavável e de fácil higienização. O abrigo ainda deve possuir aberturas para ventilação com dimensões de no mínimo área igual a 1/20 do piso, estas devem possuir rede contra insetos.

A porta de acesso ao abrigo deve ser provida de tela de proteção contra roedores e vetores, e tamanho compatível com as dimensões dos recipientes de coleta externa. Também deve possuir pontos de iluminação, água, tomada elétrica, canaletas de escoamento de água direcionadas diretamente para a rede de esgotos e ralo sifonado com tampa que permita sua vedação.

Os resíduos químicos da classe B devem possuir um abrigo que contenha algumas especificidades, o abrigo deve suportar as necessidades quantitativas e qualitativas dos resíduos, seu piso deve possuir inclinação direcionado para as canaletas, sua parede deve

ser revestida por algum material resistente. E o mesmo deve também estar devidamente identificado.

O percurso da unidade geradora de resíduos, até o armazenamento externo deve possuir piso com revestimento à abrasão, superfície regular plana e antiderrapante, e também possuir rampa caso haja algum desnivelamento, relevante. E também deve-se seguir os padrões propostos pela abnt na NBR 12235.

### **2.3.1 Projeto para reúso da água residuária do processo de destilação**

Segundo Portantiolo (2012), água destilada é um produto atóxico, não perigoso ou inflamável, não nocivo ao meio ambiente, líquido, incolor e inodoro. Possui pH de 5,0 a 7,5, ponto de fusão 273,15K e de ebulição 373,15K, densidade 1,00 g/cm<sup>3</sup>. Pode ser chamada de óxido de hidrogênio, além de poder ser descartado no esgoto. Não requer cuidados especiais no manuseio ou descarte. As embalagens de água destilada devem ser estocadas sobre pallets em local seco e ventilado com pisos regulares e de preferência em áreas fechadas, protegidas de intempéries do clima.

A água destilada, é a água quimicamente pura, que se extrai da condensação do vapor obtido artificialmente, por ebulição de águas naturais. O ciclo completo (ebulição e condensação) executa-se mediante destiladores cujo condensador é constituído por materiais inatacáveis (estanho, prata, quartzo), a fim de evitar que a água produzida seja poluída pelas paredes do recipiente de coleta. Os destiladores de laboratório têm uma produção horária que varia de 0,5 a 5 litros, enquanto os industriais podem produzir até centenas de litros de água destilada por hora. Neste processo também é gerada uma grande quantidade de água residuária, onde muitas vezes é simplesmente descartada, sendo que poderia ser reutilizada para outros fins. (Netto, 2011)

A água utilizada no processo de destilação apresenta uma geração considerável de efluente, podendo assim ser utilizada em outros processos. A reutilização da água é uma importante possibilidade de evitar o desperdício e economizar a água, além do seu importante papel econômico, o reúso elimina uma fonte de desperdício de água tratada. (Nogueira, 2009)

Se a água destilada é produzida a partir de águas não muito ricas em sais minerais, e se oxidam previamente as substâncias orgânicas contidas na água de partida, o produto obtido é suficientemente puro para justificar o alto dispêndio de energia térmica necessária à destilação. Para purificar águas não apropriadas à destilação, podem-se seguir outros métodos,

como a desionização com resinas ou, então, a osmose inversa. (Netto, 2011)

## **2.4 Segurança e higiene do trabalho**

Segurança é um tema da atualidade que vem sendo tratado em diversas empresas ou instituições de ensino que utilizam um laboratório químico, e isso é devido, claro, às atividades realizadas neste tipo de instalação. Porém, quando o assunto é segurança, todos devem estar a par dos procedimentos adequados, inclusive os discentes de alguns cursos superiores que também trabalham com produtos químicos e equipamentos de proteção em laboratórios. Por isso, o contato com as leis e regras pertinentes à segurança e higiene do trabalho é essencial para quem está diariamente em contato com produtos que podem causar riscos a saúde. (Gardinalli, 2013)

A maioria dos químicos passa cerca de oito horas por dia dentro de um laboratório e dependendo do tipo de reagente que é utilizado, o risco de envenenamento é muito grande. Embora o operador não sinta os problemas inicialmente, após exposições repetidas a essas substâncias, ele poderá sofrer de intoxicação crônica, a qual pode causar efeitos nocivos à saúde, atingindo vários órgãos e sistemas do corpo humano. (Bozzi et.al, 2014)

Por este motivo, é indispensável a presença de capelas em um laboratório de química, e estas não devem ficar posicionadas em rotas de circulação e precisam apresentar revestimento interno resistente aos produtos com os quais se vai operar. Além disso, não se pode esquecer, em hipótese alguma, de ligar o sistema de exaustão. (Bozzi et.al, 2014)

Outro aspecto indispensável dentro de um laboratório é o uso de EPI's (Equipamento de proteção individual). Todos dentro de um laboratório devem usar um avental de algodão com mangas longas, calças e sapatos fechados, para que assim se proteja a pele. Muitas vezes é necessário fazer o uso de um óculos de segurança para se proteger de respingos, e por fim o uso de luvas evita o contato com substâncias corrosivas, vidros quebrados e objetos quentes. (Alfredo, 2011)

Muitas vezes, mesmo seguindo todas as normas e fazendo treinamentos, acidentes acontecem. Pensando nisso, foram criados os chuveiros de emergência, o lava-olhos e a manta corta-fogo. É indispensável a presença desses equipamentos em um laboratório

A armazenagem de produtos químicos também possui regras, uma vez que não procedido de forma correta, desastres podem vir a suceder. Primeiramente, produtos de grande quantidade devem ser destinados a uma sala especial, separada de tudo, devendo ser ampla,

ventilada e ter um perfeito sistema de exaustão, também conhecida como abrigo externo. Segundo, os reagentes compatíveis devem ser estocados e separados por classes, porque, se incompatíveis e misturados, alguma reação pode ocorrer e causar uma grande explosão. (Gardinalli, 2013)

### **3. AÇÕES DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE GERENCIAMENTO**

Como supracitado, no projeto foi elaborado um diagnóstico quanto ao gerenciamento dos resíduos dos laboratórios de química, identificando assim, as situações problemas existentes. Foram elaboradas então ações propositivas como sugestão de melhoria para estes problemas, as quais estão presentes no anexo 1.

Primeiramente, iniciou-se a avaliação da segurança e higiene do trabalho do almoxarifado onde foram encontrados pontos positivos e negativos, sendo que para os negativos foram propostas melhorias. Em seguida foi realizada uma análise dos tratamentos existentes para íons metálicos e solventes orgânicos e proposta de tratamentos para resíduos do tipo corante.

Foram elaborados também projetos de abrigo externo de resíduos e de reúso da água residuária do processo de destilação, cada qual com seu respectivo orçamento. Quanto a falta de coleta de resíduos e a falta de destinação final destes, foram elaboradas perguntas e então encaminhadas ao setor responsável.

#### **3.1 Avaliação da Segurança e Higiene do Trabalho**

Os resíduos passivos que foram produzidos nos laboratórios de química, são armazenados no laboratório têxtil em um almoxarifado. Foi necessário fazer uma análise da estrutura do almoxarifado para identificar qual a realidade em relação à segurança e higiene no trabalho.

Com a ajuda dos professores Elder Leopoldino e Soraia Soares, constatou-se que no almoxarifado a maioria dos resíduos estavam dispostos de maneira incorreta, ou seja, dispostos no chão e sem identificação. De acordo com a NBR 12235, os resíduos químicos possuem incompatibilidade, causando assim risco a quem utilizará o local, podendo ser com os perfurocortantes que estão dispostos de maneira errônea, ou com alguma reação indesejada dos resíduos químicos devido a maneira que estão dispostos.

O almoxarifado, porém, possui pontos que vão de acordo com as normas existentes, como um ralo, cumprindo com um dos requisitos descritos na ANVISA 306,

também estão presentes duas janelas para ventilação, entretanto uma está impossibilitada para uso. Existe também acesso restrito às pessoas não autorizadas.

### **3.1.1 Caracterização dos passivos não identificados**

Como diversos passivos presentes no almoxarifado não possuem identificação, possuem identificação deteriorada ou falta de informações a respeito da composição do resíduo, foi necessário elaborar uma caracterização destes, a fim de relatar informações, características e peculiaridades para possibilitar a elaboração de uma ficha técnica dos passivos.

A partir desta ficha foram obtidas as informações necessárias para a inserção dos passivos na bolsa de resíduos, para a elaboração da identificação adequada, para a avaliação do almoxarifado e para a otimização dos tratamentos.

Para a realização da caracterização dos passivos, foi utilizado o método proposto por Jardim (s.d.), que demonstra um protocolo para a caracterização de resíduos químicos não identificados. Os testes e procedimentos dispostos no protocolo estão presentes no anexo 2.

### **3.2 Análise dos tratamentos**

Para a análise dos tratamentos, primeiramente foi verificado a existência de tratamentos já praticados nos laboratórios, onde apenas os corantes não possuíam um tratamento 100% viável, embora existam tratamentos para estes, mas nenhum totalmente viável para a realidade dos nossos laboratórios.

#### **3.2.1 Corantes**

Os corantes exigem certas preocupações quanto aos seus tratamentos, em vista disso, foi proposto um método para auxiliar neste processo. Este método consiste em uma extração líquido-líquido, que segundo Pavia et.al (2009) é uma separação de um soluto de um solvente para outro, sendo utilizado na maioria das vezes um solvente orgânico. Os solventes deste processo devem ser praticamente imiscíveis entre eles, formando assim um sistema bifásico. Portanto de acordo com as interações intermoleculares dos solventes, o soluto passará de um meio para outro.

Esta extração pode ser feita de duas maneiras, contínua ou descontínua, sendo a extração descontínua mais adequada para o processo do laboratório. A extração descontínua consiste na agitação da mistura, dos dois solventes e o soluto, em um funil de separação. Esta

agitação causa a transferência do soluto, em seguida é deixado a mistura em repouso e então são separadas as fases. Então este processo é repetido algumas vezes até que a quantidade de soluto presente no solvente inicial esteja adequada. (Pavia et.al, 2009)

Após esta etapa o solvente com o soluto desejado pode ser levado para o rotaevaporador, onde o solvente será recuperado e assim é obtido o soluto praticamente puro.

No caso dos laboratórios foram utilizados para estas extrações, diferentes solventes. Os solventes que foram utilizados são hexano, éter de petróleo, éter etílico, clorofórmio, álcool amílico. Nestes testes foi utilizado pequenas proporções, 3 ml de solvente para 3 ml de resíduo de azul de metileno. Devido a estas proporções foi necessário utilizar tubos de ensaio para a realização dos testes.

### **3.2.2 Solventes**

Quanto aos solventes orgânicos que são utilizados nos laboratórios, estes podem ser recuperados por meio do rotoevaporador, o qual é um equipamento utilizado para separar misturas de compostos que possuem diferentes pontos de ebulição.

Este sistema apresenta um balão rotativo, onde é adicionado a mistura, esta rotação facilita o aumento de temperatura da solução pois aumenta a área de contato com o calor. Após um composto passar para o estado gasoso o mesmo é direcionado ao condensador, onde existe um tubo espiral por onde passa água fria e condensa o composto novamente. E por fim o composto é redirecionado a outro balão assim completando a separação.

Quando os solventes estão em pequenas quantidades, são deixados evaporando na capela pois estão em uma quantidade muito pequena para o uso do rotoevaporador. Sendo assim, foi proposto a utilização de pequenas bombonas (5 L), para acondicionar temporariamente os solventes até que seja adquirida uma quantidade que traga um bom custo-benefício na rotoevaporação.

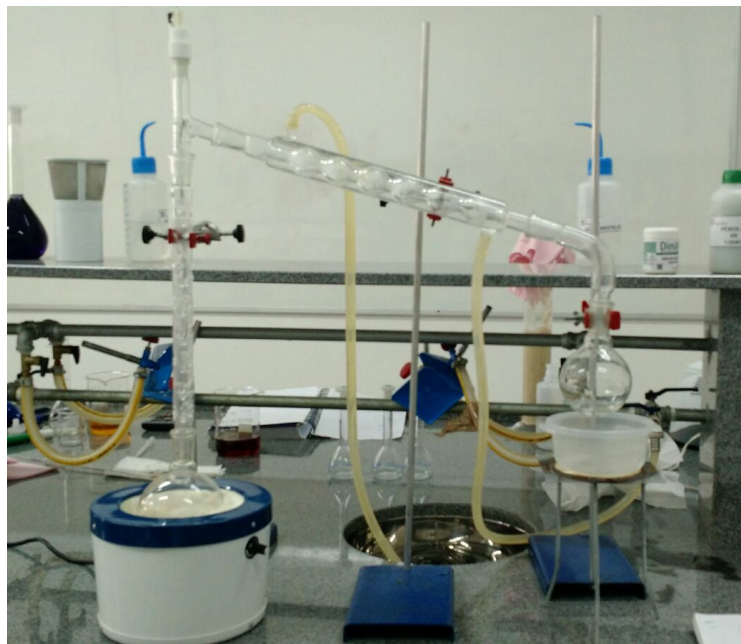
Com estas informações a equipe propôs um processo de purificação para uma mistura de solventes armazenada no laboratório para extração. A mistura que apresenta os compostos de xileno, tolueno e benzeno, sendo que estes possuem pontos de ebulição distintos (Tabela 1). Assim pode-se separar essa mistura por meio de um processo que envolva a diferença de ponto de ebulição, esta poderia ser a rotoevaporação que já feita nos laboratórios, mas devido a variação não muito grande nos pontos de ebulição existiria uma quantidade significativa de impurezas nas misturas resultantes desse processo.

**Tabela 1:** Pontos de ebulição dos solventes

<b>Composto</b>	<b>Ponto de ebulição</b>
Benzeno	80°C
Tolueno	111°C
Xileno	137-143°C *

\*variação do ponto de ebulição devido a mistura de tipos de xileno

Foi proposto então um processo de destilação fracionada (Figura 2) para separar a mistura dos solventes, o qual apresenta os mesmos processos físico-químicos da rotoevaporação, com uma única diferença, a coluna de fracionamento, esta proporciona uma sequência de fenômenos físicos que envolvem a condensação e evaporação, deixando assim o solvente em um grau de pureza mais elevado.



**Figura 2:** Sistema de destilação fracionada

A mistura de solventes está contida no balão de destilação, sendo este aquecido pela manta de aquecimento. A solução ao receber calor terá seus solventes passados para o estado de vapor. Estes solventes irão para a coluna de fracionamento (coluna de vigreux), onde o contato com esta fará os solventes com ponto de ebulição maior voltarem ao estado líquido.

Em seguida o vapor entra em contato com o termômetro e, conforme a

temperatura indicada, permitirá a identificação do solvente que está passando por ele. Após passar pelo termômetro o vapor é direcionado ao condensador, neste há um fluxo contínuo de água que fará com que o vapor se condense, voltando assim para o estado líquido sendo direcionado para outro balão de destilação onde será captado. O sistema proposto para a destilação do benzeno, tolueno e xileno deve ser feita em sistema fechado ou em capela devido à toxicidade e volatilidade dos solventes.

### **3.3 Tratamentos propostos para Íons Metálicos**

Existem diferentes tipos de íons metálicos nos laboratórios, sendo que estes normalmente são tratados utilizando-se de neutralização, precipitação e troca iônica podendo demorar até mesmo mais que 24 h para os tratamentos serem concluídos. Os tratamentos de íons metálicos já praticados nos laboratórios, estão presentes no anexo 3.

Nestes tratamentos há a geração de sais com os metais, estes sais por sua vez são armazenados em uma única bombona. A variedade de metais acondicionamos em um único recipiente dificulta a utilização desses sais para outros fins. Desta maneira o armazenamento deveria seguir uma linha de compatibilidade entre eles, ou mesmo cada sal armazenado em recipientes menores e diferentes.

Para propor tratamentos para os resíduos de metais, é necessário que exista o acesso a eles, porém nos laboratórios os precipitados provenientes dos tratamentos estão dispostos em uma única bombona, tendo assim uma grande mistura de metais impossibilitando o tratamento exclusivo de um único precipitado. Gerar determinado resíduo com o único objetivo de tratá-lo para que obtivéssemos o precipitado desejado, vai contra o nosso objetivo de minimização da geração, assim não é possível realizar testes para tratamento dos precipitados.

Tendo isto em vista, a equipe propôs metodologias de tratamentos para determinados precipitados para que estes sejam posteriormente testados por algum responsável do laboratório, quando se der a geração do resíduo.

### **3.4 Projeto de abrigo externo**

Para a elaboração do projeto do abrigo externo, foram seguidas as normas ANVISA 306 e NBR 12235, nestas existem informações sobre como deve ser um abrigo

externo. Desta maneira foi visto que a construção de depósitos em forma de armários seria o suficiente para seguir as normas e armazenar o volume de resíduos produzidos nos laboratórios.

Então foi proposto um projeto de abrigo externo que conta com 4 ambientes, sendo um para resíduos perfurocortantes e os outros três ambientes para os resíduos químicos, tendo em vista que alguns tipos de resíduos apresentam incompatibilidade a outros, sendo que se eles estivessem juntos poderia acontecer alguma reação indesejada. Assim, foi então construída a planta baixa destes abrigos com sua lista de materiais e orçamento.

### **3.5 Projeto de reúso da água**

Existem dois destiladores de água tipo Pilsen no laboratório de química do câmpus, sendo que este é utilizado em grandes laboratórios, indústria farmacêutica e em laboratórios de manipulação.

Durante o projeto foi realizado um teste quanto a quantidade de água residuária que é desperdiçada durante a produção de água destilada, sabe-se que para produzir 1L de água destilada é desperdiçado 50L de água residuária, então realizando os cálculos necessários é possível descobrir que se desperdiçado, em media, 1000L de água residuária semanalmente.

Para instalar o projeto, primeiramente faz-se necessário levantar um dos destiladores para que os dois fiquem na mesma altura e assim a água desça com uma maior facilidade até a caixa d'água. Então, para se construir um projeto de reutilização da água é necessário também verificar qual o tamanho da caixa d'água a ser utilizada, em que local esta caixa será disposta e aonde será reutilizada esta água residuária.

O projeto de reutilização da água será o mesmo apresentado por Nogueira (2009), onde este propôs a colocação de uma caixa d'água na parte externa do laboratório para que a água residuária dessa até ela e depois retorne a uma torneira que seria colocada dentro do laboratório. Porém o projeto de reutilização fará com que a água retorne a uma torneira colocada na área de limpeza da instituição.

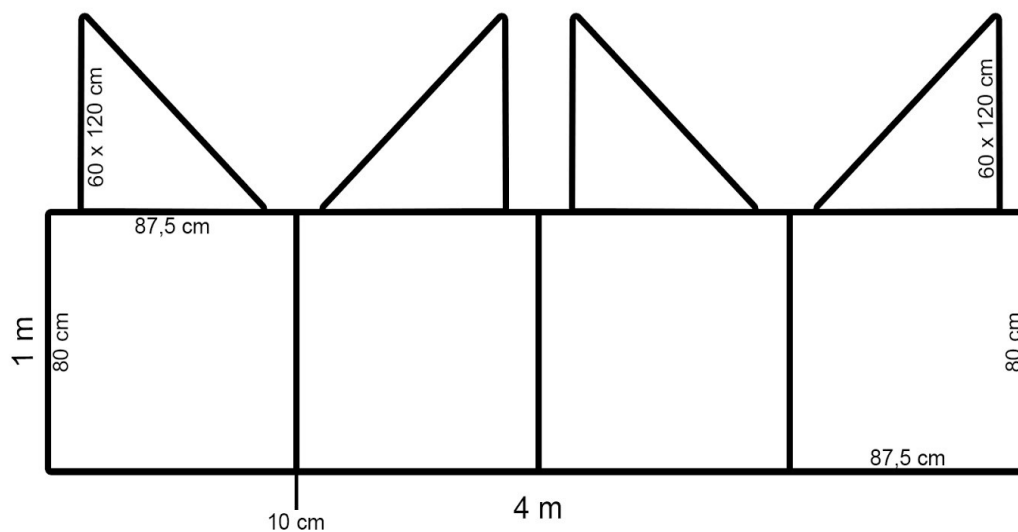
Foi então solicitada a ajuda de um profissional da área de hidráulica, Adésio Balsanelli, para que nos ajudasse com a elaboração de um esquema para melhor visualização do projeto e também com a produção de um memorial descritivo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Projeto do abrigo externo

A construção de um abrigo externo foi proposta como maneira de contornar os problemas de armazenamento apresentados no almoxarifado. Para a criação do mesmo foi seguido as normas vigentes NBR 12235 e ANVISA 306. O abrigo foi projetado para ser feito aos fundos dos laboratórios, podendo ser alterado o local deste, todavia respeitando as normas vigentes.

O abrigo conta com 4 ambientes, cada um com dimensões de 80 cm de largura, 87,5 cm de comprimento e 150 cm de altura, que totalizam 1 m de largura, 4 de comprimento e 1,5 m de altura (considerando a espessura do tijolo igual a 10 cm). As portas possuem 60 cm de largura e 120 cm de altura. Estas portas devem conter grades para impedir o acesso de pessoas não autorizadas e que permitam a ventilação do ar. A planta baixa deste abrigo está disposta na figura 3.



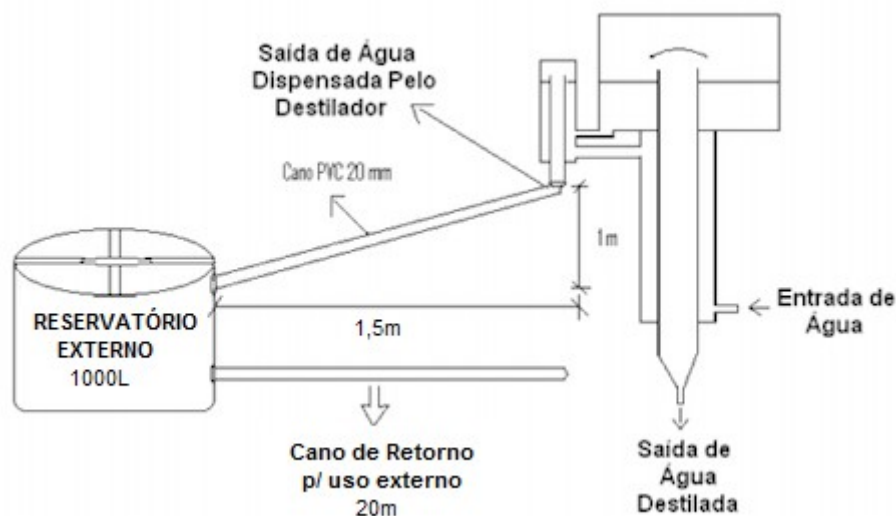
**Figura 3:** Planta baixa do abrigo externo

Estes abrigos devem conter ralo sifonado, inclinação com direcionamento ao ralo sifonado, iluminação (de preferência provida por iluminação com lâmpadas de LED que possuem menor emissão de calor), piso adequado, entre outros, de acordo com as normas vigentes. Outro ponto é que deve ser feita a adequação do trajeto da unidade geradora até o abrigo, o qual deve possuir piso plano, resistente a abrasão, antiderrapante e possuir rampas quando necessário.

Um profissional na área de construção, Gilmar Petri Pereira, foi solicitado para auxiliar na produção da lista dos materiais necessários para a construção do abrigo. Estes materiais junto a seu orçamento estão presentes no anexo 4.

#### 4.2 Projeto de reúso da água residuária do processo de destilação

Segundo o projeto proposto, a implantação da parte física será constituída a partir da tubulação de saída da água dispensada pelo destilador no processo de destilação, onde será usado um tubo de Poli Cloreto de Vinila (PVC) com diâmetro de 20 mm numa extensão de um metro e meio do destilador até a caixa, que descera por gravidade até a chegada na caixa d'água de 1000L. O retorno da água para a parte externa da instituição ocorrerá por pressão piezométrica em um tubo soldável de PVC de 25 mm até uma torneira de jardim de ½". A Figura 4 mostra o projeto detalhado com medidas e dimensões.



**Figura 4:** Esquema de Reutilização da água

Um profissional especializado na área de hidráulica foi solicitado para realizar o levantamento de todo material e dimensionamento correto para a instalação do projeto. A lista de materiais e o orçamento está presente no anexo 5.

#### 4.3 Avaliação da Segurança e Higiene do Trabalho

Após feita a avaliação dos resíduos armazenados no almoxarifado do laboratório têxtil, foram apontados pontos a serem melhorados e também possíveis ações a ponto de

amenizar o perigo dos resíduos. Como já dito anteriormente os resíduos apresentam incompatibilidade entre si, necessitando assim de uma reorganização para diminuir o risco dos mesmos, esta reorganização foi feita deixando resíduos de solventes perto de solventes, metais perto de metais. Esta reorganização está presente no anexo 6 onde mostra o antes e o depois.

Neste almoxarifado foram encontrados também galões vazios ou praticamente vazios contendo pequenas quantidades de resíduos de solventes. Estas pequenas quantidades foram misturadas, sob supervisão de um profissional da área, durante o manuseio desses solventes foram utilizados os equipamentos de EPI (Equipamentos de proteção individual) devido ao risco que os solventes apresentavam. Os galões que eram utilizados para armazenamento passaram por tríplice lavagem, para que pudessem ser reutilizados posteriormente. A água com restos de solventes gerada pela lavagem foi acondicionada junto a mistura de solventes.

Após ser feito este agrupamento dos resíduos de solventes, fez-se necessário medir o pH da mistura. Com o auxílio de uma fita medidora de pH concluiu-se que a mistura possuía carácter ácido. Portanto, foi neutralizada utilizando o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) para tornar a mesma uma mistura neutra. Por fim, já neutralizada, a mistura foi levada novamente ao almoxarifado.

Após a reorganização, foi realizada uma contabilização dos resíduos passivos (Anexo 7). Feito isto é possível sugerir ações provisórias (enquanto não existe armazenamento externo) para o armazenamento desses resíduos. Uma dessas propostas é a utilização de um armário para o armazenamento temporário dos resíduos para proporcionar uma maior segurança para o pessoal que utiliza o local.

Outra ação temporária para diminuir a quantidade de resíduos, seria procurar uma empresa têxtil que faz o tratamento de azul de metileno, que está presente em grande quantidade, e propor um acordo para tratar este resíduo. Também poderia ser feito a inscrição dos resíduos em uma bolsa de resíduo, que consiste em disponibilizar o resíduo para outras instituições que queiram utilizá-los, assim também minimizando o volume de resíduos.

#### **4.3.1 Identificação dos passivos**

A fim de obter maiores informações sobre alguns resíduos passivos, que não continham identificação correta ou era ausente foram realizados determinados testes. Foram

então escolhidos os resíduos de cromo + difenil, acetato de etila + clorofórmio + acetona e dióxido de manganês + água oxigenada. Os resultados obtidos por estes testes estão apresentados na tabela 2

**Tabela 2 - Teste dos passivos**

<b>Teste</b>	<b>O que apresentou</b>
Cromo + Difenil	pH entre 3 e 4, Halogênios
Acetato de etila + clorofórmio + acetona	pH 5, reatividade com água, inflamabilidade, halogênios e solubilidade em água
Dióxido de manganês + água oxigenada	pH 1, Halogênios e solubilidade em água

Com o teste realizado com o cromo + difenil, foi observado que a cor da chama apresentou coloração verde devido à presença de cromo, assim sendo um falso positivo para halogênios.

Como já relatado anteriormente, os testes promovem uma possibilidade de caracterização adequada para os resíduos e para sua inserção na bolsa de resíduos, além de uma avaliação do almoxarifado mais acurada e uma otimização dos tratamentos.

Devido a falta de tempo hábil, não puderam ser realizados os testes de caracterização com todos os passivos, dessa forma, a equipe deixa como sugestão a continuidade dos experimentos pelos estagiários do laboratório.

Os resíduos passivos após identificados, assim como os ativos poderão ser inseridos no Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos – SIBR. Este sistema funciona no Brasil porém somente a Bolsa de resíduos da Bahia está disponível para inserção. Os resíduos só podem ser inseridos nestas bolsas por pessoas adequadas a esta função pois, os itens do cadastramento requerem informações específicas.

#### **4.4 Gerenciamento de resíduos**

Após realizada a contabilização dos passivos foram propostas melhorias para o armazenamento destes, sendo necessário também implantar melhorias na identificação e no local de armazenamento dos resíduos recicláveis, resíduos recicláveis contaminados e

resíduos perfurocortantes do laboratório.

Portanto, para melhorar o armazenamento dos resíduos recicláveis nos laboratórios foram dispostas duas lixeiras, uma em cada ambiente, de modo que ficassem em um local que facilitaria a locomoção e não afetasse a mobilidade do laboratório. Já para os resíduos recicláveis contaminados foram dispostas três lixeiras para uso nos dois laboratórios, sendo que uma fica em um ponto médio entre estes. Uma melhor identificação para as lixeiras também fora inserida, a fim de facilitar seu reconhecimento. (Anexo 8)

Quanto ao armazenamento de resíduos perfurocortantes, foram inseridas duas caixas de papelão devidamente identificadas ao laboratório onde uma fora destinada aos perfurocortantes não contaminados e outra aos contaminados (Anexo 9). A localização dessas lixeiras estão presentes no Anexo 10.

Outra medida adota é a implantação dos pictogramas do GHS (*The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* – Sistema Harmonizado Globalmente para a Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos), o qual foi apresentado ao grupo durante palestras no 7º simpósio internacional de gestão de resíduos em universidades.

Este sistema de identificação permitirá uma melhor visualização dos riscos que determinado resíduo pode causar, e segundo a Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM, os perigos dos resíduos podem ser de natureza física: explosivos, gases oxidantes, sólidos pirofóricos, entre outros, ou podem apresentar risco ao meio ambiente e a saúde: toxicidade aguda, mutagenicidade em células germinativas, Carcinogenicidade, entre outros.

Assim existem 9 pictogramas distintos (Anexo 11), onde cada um representa determinado grupo de risco, sendo estes:

- Inflamáveis, Auto-reativos, Pirofóricos, Auto-Aquecíveis, Emite gás inflamável;
- Explosivos, Reativos, Peróxidos orgânicos;
- Oxidantes, peróxidos orgânicos;
- Gases sob pressão;
- Corrosivos;
- Toxicidade aguda (severa);
- Irritante, Sensibilizante, Toxicidade aguda (perigoso).
- Carcinogênicos, Sensibilizante à respiração, Toxicidade à reprodução, Toxicidade em órgão alvo, mutagenicidade;
- Perigoso para o meio ambiente;

Estes pictogramas foram colados em bombonas que continham determinados tipos de resíduos em seu interior com o objetivo de alertar as pessoas que circulam pelo laboratório a periculosidade do certo composto.

Com as informações obtidas a respeito da identificação e manejo dos resíduos produzidos nos laboratórios, a equipe propôs a criação de um infográfico (Anexo 12) para informar os frequentadores dos laboratórios a respeito da natureza dos resíduos e também auxiliar na distinção de cada tipo de resíduo e também suas identificações quanto a seus perigos.

Com o objetivo de obter maiores informações a respeito dos resíduos gerados ativamente nos laboratórios, a equipe propôs a utilização de uma tabela de acompanhamento. Esta tabela possuía campos a respeito de qual resíduo foi gerado, em qual data e por quem, também existia um campo para relatar se algo havia sido feito com este resíduo. Assim esta tabela permaneceu no laboratório do dia 16/10/2015 até o dia 1/2/2016, e foram obtidos os resultados apresentados no anexo 13.

#### 4.5 Tratamentos Analisados

Para se dar início aos tratamentos foi feito uma análise dos tratamentos já existentes nos laboratórios, onde se apresentaram em grande parte trocas iônicas, precipitações e neutralizações para os metais e rotaevaporações para os solventes. Com esta análise foram elaborados apontamentos sobre o funcionamento dos tratamentos e seus respectivos panoramas atuais. (Tabela 3)

**Tabela 3** - Apontamentos e o panorama atual da gestão de resíduos

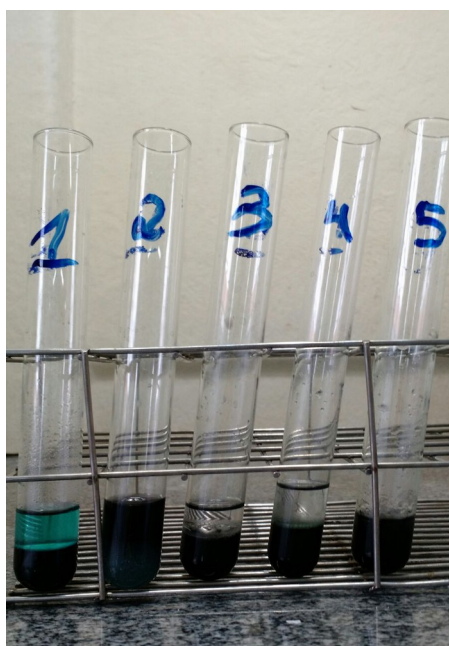
<b>Apontamentos</b>	<b>Panorama atual</b>
Todas as soluções são constituídas apenas de um tipo de resíduo? Se sim, como tratar uma mistura de resíduos?	Normalmente são compostos com o elemento acompanhado de outro. Para misturas de resíduos não se tem um roteiro para o tratamento.
Como é armazenado os resíduos precipitados até que os mesmos sejam encaminhados para o aterro industrial?	São armazenados em bombonas existentes no laboratório.
Qual o tipo de aterro industrial para o qual	Os resíduos são destinados de acordo com

os resíduos são encaminhados? Classe I? Os resíduos são encaminhados corretamente?	sua classificação, mas no geral são resíduos perigosos de classe I. O encaminhamento destes é ausente no momento.
--	---

Com as informações sobre o panorama atual dos resíduos a equipe propôs medidas para auxiliar na gestão destes resíduos.

#### 4.5.1 Corantes

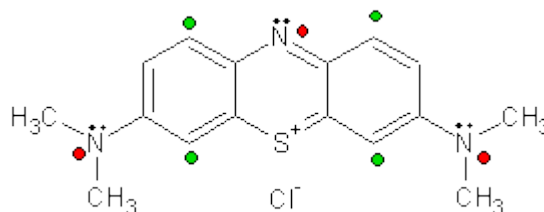
Tubos de ensaio foram enumerados para cada solvente utilizado na extração sendo: (1) para o álcool isoamílico, (2) para o clorofórmio, (3) para o hexano, (4) para o éter de petróleo e (5) para o éter dietílico. Foram adicionados 3 mL do resíduo azul de metileno a cada um dos tubos de ensaio e então foi adicionado 3 mL de cada um dos solventes, após isso, foi utilizado um agitador mecânico para acelerar a extração sendo que cada agitação teve 3min de duração. Após, foi deixado as misturas em repouso até que apresentassem duas fases bem definidas (Figura 5).



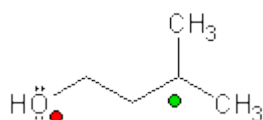
**Figura 5:** Extração já finalizada

Então foi constatado que o álcool isoamílico e o clorofórmio tiveram parte do azul de metileno transferida para eles, esta extração se deu pela interação do álcool e do clorofórmio com o azul de metileno, onde o azul de metileno (Figura 6) apresenta partes apolares com interação intermolecular do tipo dispersão (pontos verdes), e partes polares com

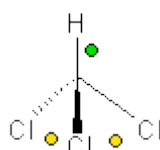
interações do tipo ponte de hidrogênio ou dipolo dipolo (pontos vermelhos). E tanto como o álcool isoamílico (Figura 7) quanto com o clorofórmio (Figura 8), apresentam possibilidade interagir por meio de pontes de hidrogênio (pontos vermelhos) no caso do álcool, ou dipolo-dipolo (pontos amarelos) no caso do clorofórmio, e ou dispersão (pontos verdes).



**Figura 6:** Fórmula estrutural do Azul de metileno



**Figura 7:** Fórmula estrutural do Álcool isoamílico



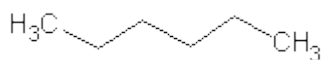
**Figura 8:** Fórmula estrutural do Clorofórmio

Mas o clorofórmio e o álcool isoamílico tiveram uma pequena parte do azul de metileno transferida, isto devido à intensidade da interação intermolecular existente entre a água e o corante. Esta interação é devida a água apresentar átomos de hidrogênio e oxigênio, que possuem grande diferença de eletronegatividade e ter uma molécula pouco volumosa. Assim como a água e o azul de metileno possuem uma intensa interação entre si, o álcool isoamílico e o clorofórmio mesmo apresentando possibilidade de realizar interação do tipo dispersão, pontes de hidrogênio (no caso do álcool) e dipolo dipolo (no caso do clorofórmio), não conseguiram extrair grande quantidade de azul de metileno.

Então como apenas pequena parte do azul de metileno foi transferida, seria necessário realizar sucessivas extrações com os solventes, o que resultaria em um grande custo e também iria contra os princípios da química verde. A qual diz que para o uso de solventes e substâncias auxiliares, deve-se tentar ao máximo diminuir seu uso ou utilizar substâncias que não possam trazer danos (LENARDÃO et.al, 2003).

Quanto ao hexano (Figura 9) e ao éter de petróleo (Figura 10), estes não

apresentaram transferência de azul de metileno, isto devido a suas grandes apolaridades, assim não apresentando uma interação forte com o azul de metileno.



**Figura 9:** Fórmula estrutural do Hexano

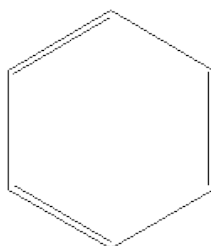


**Figura 10:** Fórmula estrutural do Pentano

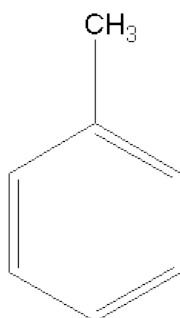
Com a interação de baixa intensidade do hexano e do éter de petróleo com o corante, a extração não ocorreu e desta forma deixa inviável este método, com a utilização destes solventes. O éter dietílico (etoxi-etano) apresentou miscibilidade com a água, assim impossibilitando a transferência do corante. Todos os resíduos gerados por estes testes foram dispostos em seus respectivos armazenamentos.

#### 4.5.2 Solventes

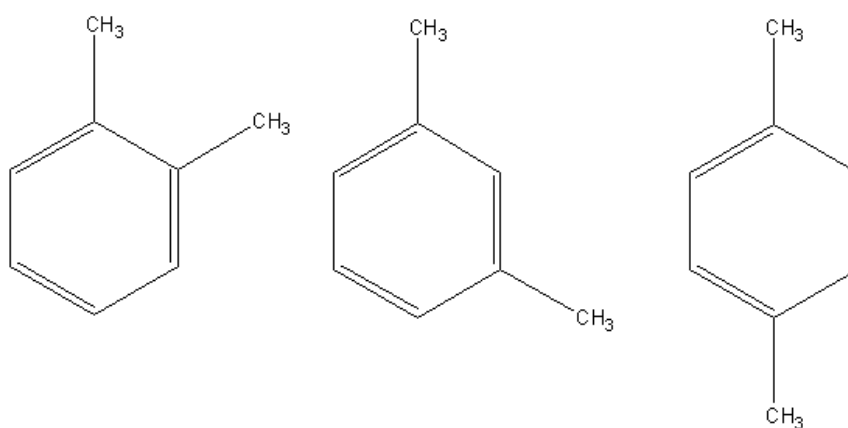
Com a metodologia já apresentada, foi realizado o processo de destilação fracionada do benzeno (figura 12), tolueno (figura 13) e xileno (figura 14). Como não havia nenhuma informação quanto a quantidade de cada solvente, foi separado 100mL da mistura com o auxílio de uma proveta.



**Figura 11:** Benzeno



**Figura 12:** Tolueno



**Figura 13:** o-xileno, m-xileno, p-xileno

Por se tratarem de hidrocarbonetos os solventes só apresentam interação intermolecular do tipo dispersão, interações estas que são consideradas fracas o que facilita o rompimento das mesmas. Acarretando assim em uma menor energia necessária para permitir que os solventes passem para o estado gasoso. Então se deu o início do processo de destilação, que teve sua primeira gota de destilado aos 36,5°C.

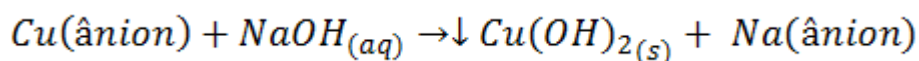
Com o início da captação do destilado, foi constantemente controlada a temperatura do meio pelo fato do sistema ser fechado, ou seja, este não poderia atingir uma temperatura muito elevada, pois poderia existir excesso de pressão assim, colapsando o sistema. Tendo isto em vista a temperatura do vapor foi controlada entre 35°C á 45°C. E após aproximadamente 2,5 horas notou-se que o vapor não conseguia ultrapassar a coluna de fracionamento, portanto todo o benzeno possivelmente foi transferido para o outro balão.

Mas para a comprovação desta separação, é necessário a caracterização do benzeno no destilado, mas devido a grande similaridade dos compostos, mesmo tipos de ligação, densidade similar, a caracterização se torna um processo com um grau de dificuldade mais elevado. Isto acompanhado do baixo tempo hábil, impossibilitou a caracterização do

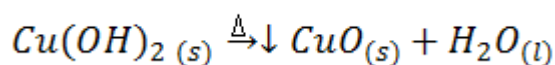
benzeno a tempo, ficando assim como uma sugestão para ser feita posteriormente.

#### 4.6 Tratamentos desenvolvidos para Íons Metálicos

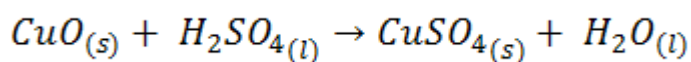
Tendo em vista que os precipitados dos metais poderiam ser tratados para posterior reutilização, a equipe propôs um tratamento para o precipitado hidróxido de cobre II. Este precipitado é resultante do processo de tratamento do cobre, sendo que na reação este reage com o hidróxido de sódio, formando o hidróxido de cobre II e um outro sal, dependendo do ânion que acompanha o cobre.



Segundo Alpiarça (2009), o hidróxido de cobre II quando aquecido em ambiente com oxigênio, forma o óxido de cobre II (CuO) mais água, este óxido é um composto insolúvel em água assim formando um precipitado, que poderia ser filtrado.



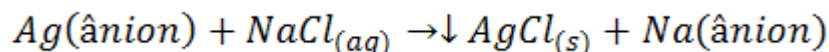
O óxido de cobre II pode ser então reagido com o ácido sulfúrico, para formar o sulfato de cobre II (CuSO<sub>4</sub>) e água, porém este é miscível em água, assim formando uma solução aquosa de sulfato de cobre II.



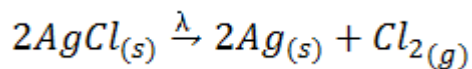
A fim de extrair o sulfato de cobre é necessário fazer um aquecimento da solução com a utilização de uma chapa de aquecimento. O que resultará no sulfato de cobre II o qual é utilizado ativamente em aulas práticas no laboratório.

Outro tratamento proposto é para o precipitado resultante do tratamento de resíduo da prata onde é utilizado neste procedimento o cloreto de sódio (NaCl), que formará, por troca iônica, o precipitado cloreto de prata (AgCl) e um sal que varia de acordo com o ânion que acompanha a prata.

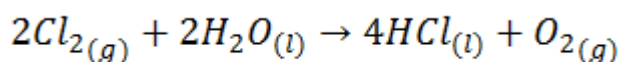
O cloreto de prata apresenta fotossensibilidade, ou seja é sensível a luz (SILVERA, s.d.). Então se o cloreto de prata possuir uma incidência luminosa sobre ele o mesmo irá passar pela reação de fotólise, que é a reação de decomposição sobre ação da luz. Esta decomposição resultaria na produção de prata metálica e gás cloro. Mas o gás cloro apresenta uma certa toxicidade sendo necessário então reagi-lo para diminuir sua



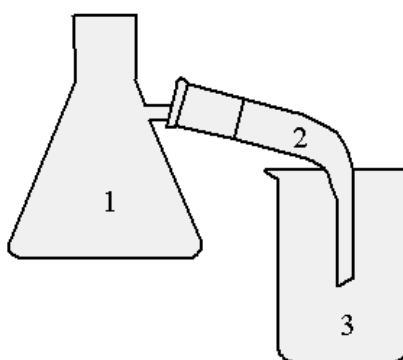
periculosidade.



A reação para o gás cloro seria simples, basta redirecionar o mesmo para um ambiente com água líquida, fazendo com que o gás borbulhe na água formando assim o ácido clorídrico, que pode ser utilizado para outros fins.



A figura 11 apresenta um esquema do tratamento para a prata.



**Figura 14:** Esquema do tratamento da prata

O tratamento seria realizado utilizando-se um kitassato (1) sendo neste colocado o cloreto de prata. Com o kitassato vedado, deve-se então incidir luz suficiente para ocorrer a fotólise. Quando esta iniciar e liberar o gás cloro o mesmo deve ser redirecionado por uma mangueira ou tubo (2) para um ambiente com água (3), assim permitindo a reação do gás cloro com a água e formando o ácido clorídrico.

#### 4.7 PGRQ dos laboratórios

Como parte dos objetivos era de contribuir com o desenvolvimento do PGRQ, foram atualizadas e adicionadas algumas informações no documento. A identificação das lixeiras e o acondicionamento de perfurocortantes foram normatizados e a identificação de passivos e geração de ativos atualizadas. Um diagnóstico para a segurança e higiene do trabalho foi realizado no almoxarifado e um infográfico com pictogramas do GHS foi

elaborado.

O projeto de reúso da água residuária e do abrigo externo de resíduos também colaborou para a atualização do PGRQ pois uma das melhorias propostas no PGRQ desatualizado era a implantação de um abrigo externo de resíduos no câmpus, e outra era de verificar possibilidades de economia de recursos naturais e energia elétrica, ou seja, os projetos elaborados só vem a auxiliar na atualização do PGRQ.

#### **4.8 Relações institucionais**

Ao decorrer da execução do projeto, a equipe teve a oportunidade de participar de um simpósio, este tinha como tema central o “Gerenciamento de Resíduos em Universidades” que possibilitou ao grupo a obtenção de diversas informações e exemplos referentes a gestão de resíduos em diferentes espaços.

Outro fator que contribuiu para a execução do trabalho foram os questionamentos feitos a reitoria do IFSC, que tiveram o objetivo de obter determinadas informações sobre o posicionamento do instituto em relação ao gerenciamento de resíduos.

##### **4.8.1 ISRMU**

Durante os dias 20, 21 e 22 de Outubro de 2015, o grupo esteve na cidade de Curitiba, Paraná, com o intuito de acompanhar o 7º Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos em Universidades. O ISRMU (sigla em inglês) aconteceu no auditório Prof. Ulysses de Campos, na Universidade Federal do Paraná (UFPR). É um evento que visa consolidar um fórum de debates sobre o gerenciamento de resíduos. O objetivo é abordar os problemas relacionados aos resíduos de maior impacto gerados em nossa sociedade, dentre eles estão os recicláveis, orgânicos, serviço de saúde e industriais.

Neste simpósio estiveram presentes professores, doutores e funcionários de instituições de vários países, principalmente do Brasil. Dessa forma, foi possível conhecer a geração e o tratamento de resíduos de diversas universidades, como UFPR, UFSC, USP, ESALQ e universidades americanas do estado da Califórnia.

Com as palestras sobre gestão de resíduos em indústrias e gestão de resíduos sólidos recicláveis, conseguimos adquirir novos conhecimentos e adequá-los ao nosso trabalho. A palestra do DR. Danilo Vitorino dos Santos – USP nos trouxe novas perspectivas

sobre identificação de resíduos, onde este nos apresentou os pictogramas GHS (*The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*) que estão sendo substituídos pelo diamante de rúmel. Nesta palestra também conseguimos observar que os tratamentos de resíduos que constam no Plano de Gerenciamento de Resíduos – PGRQ da USP são os mesmos que podem ser desenvolvidos em nosso campus. Outra questão importante é quanto a reutilização da água e a construção de um abrigo externo. Com sua palestra conseguimos adquirir novos conhecimentos na área para assim desenvolver propostas para serem implementadas em nosso campus.

Após o término do simpósio, foi enviado a seus participantes uma carta, com tópicos e sugestões de práticas que possam auxiliar na área de gestão de resíduos. Entre estas práticas existe uma grande atenção para relações entre instituições com o objetivo de compartilhar experiências, assim podendo facilitar algumas ações no âmbito de gerenciamento de resíduos.

Portanto, conhecer os métodos de tratamento e o panorama de instituições além do campus possibilitou a equipe revisar os métodos implantados, além de compará-los, e aprimorá-los, verificando a necessidade de novas etapas, de mudanças em alguns setores dos tratamentos e a viabilidade destes.

#### 4.8.2 Questionamentos feitos a reitoria

Com o objetivo de buscar maiores informações a respeito do gerenciamento de resíduos químicos na rede IFSC, foi elaborado um e-mail a ser enviado a reitoria fazendo-lhes questionamentos a respeito de diretrizes de gerenciamento, destinação e perspectivas para o gerenciamento de resíduos químicos. Estas perguntas junto a suas respostas estão dispostas na Tabela 4

**Tabela 4 - Questionamentos**

	<b>Perguntas</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Existem diretrizes para o gerenciamento de resíduos químicos no IFSC? Se sim, qual(is)?	Sim. Elas estão estabelecidas no nosso PLS – Plano de Gestão de Logística Sustentável, disponível <a href="#">aqui</a>

2	Há uma destinação final para os passivos ambientais do IFSC?	Depende do câmpus. Estamos em fase de implementação do PLS (link acima) e um dos aspectos que são abordados é a destinação final ambientalmente correta. Estamos coletando as informações de cada um dos locais de trabalho e devemos publicar um relatório do andamento da questão em fevereiro/2016.
3	Quais as perspectivas do IFSC para o gerenciamento de resíduos químicos?	As perspectivas são positivas. A ideia, também contida no PLS, é que promovamos a neutralização dos resíduos químicos de forma que possam ser tratados pela rede convencional dos efluentes. Para os resíduos que demandem tratamento específico, está programada para o ano que vem a contratação de empresa especializada para viabilizar a destinação correta.

Com as respostas obtidas foi possível observar que alguns dos problemas já existentes no câmpus estão caminhando para a solução com a criação do Plano de Gestão de Logística Sustentável - PLS. O IFSC vem com o programa “IFSC sustentável” que tem com o objetivo de propor e sistematizar a prática de ações que reduzam o impacto ambiental dos processos institucionais. Tendo em vista disto o IFSC criou o PLS que servirá o biênio 2015-2016, com iniciativas para cumprir com o programa IFSC sustentável.

O PLS, como observado, só tem a colaborar principalmente quanto a destinação de resíduos que demandem tratamento específico, ou seja, os metais já precipitados que necessitam de uma destinação adequada porém estão estocados como passivos no almoxarifado por exemplo .Portanto, conforme a resposta da terceira questão a contratação de empresa especializada para recolher estes resíduos está programado para o ano seguinte.

Os passivos ambientais que estão estocados no almoxarifado do câmpus também poderão posteriormente receber suas devidas destinação, pois, como descrito na resposta da segunda questão, informações de cada câmpus estão sendo coletadas para assim ser feito um relatório do andamento da questão.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o diagnóstico inicial foram identificadas sete situações emergenciais pelas quais os laboratórios de química do IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul estavam enfrentando. Então, o que norteou a execução do projeto foi acionar as medidas que contribuíssem plena ou parcialmente estas emergências.

A geração de resíduos foi identificada, com uma tabela de controle de resíduos ativos, sendo esse o primeiro passo para planejar a minimização da geração de resíduos por parte de pesquisadores, estagiários, técnicos e alunos em aulas práticas, que, a partir da tabela de ativos, podem desenvolver pesquisas e tratamentos relacionados aos principais resíduos presentes nos laboratórios.

Outras emergências está relacionada à utilização do almoxarifado como armazenamento temporário e à ausência de um armazenamento externo, para isso foi desenvolvido projetos já mencionados, que serão propostos para o PAT/2017. Ainda foi desenvolvido outro projeto, também proposto ao PAT/2017 do câmpus, pertinente ao grande volume de água residuária do processo de destilação, que visa reutilizar essa água para uso interno dos laboratórios.

O PAT/2017 se trata da distribuição da verba anual do câmpus para projetos de várias áreas e setores. Entretanto a verba anual é limitada, sendo assim há a necessidade de avaliar os projetos em questão para que então os mais relevantes, de acordo com as necessidades do câmpus, sejam escolhidos. Esse processo de escolha acontecerá em meados de 2016 por meio de reuniões entre o corpo administrativo. Todos os projetos arquitetônicos elaborados, junto às suas listas de materiais e orçamento, foram encaminhados à coordenação do curso técnico em química que se responsabilizará em enviá-los junto à outros projetos do câmpus. Desta forma a equipe elaborou justificativas de porque os projetos são relevantes e qual a importância dos mesmos para o instituto, sendo que estes foram enviados junto aos demais documentos (plantas e orçamentos).

As últimas situações tomadas como emergenciais foram sobre a ausência de disposições finais e sobre a coleta e transporte interno, sendo que para obter maiores informações sobre estas foram enviados questionamentos para a reitoria. Conclui-se que com a inserção do PLS mudanças estão previstas para estes pontos.

Sobre as hipóteses levantadas no desenvolvimento do projeto inicial foi afirmado que seria fácil propor um abrigo externo, foram propostos projetos além do abrigo externo,

dessa forma pode-se considerar que foi relativamente fácil.

Quanto aos tratamentos de metais pesados serem demorados e exigirem de conhecimentos sobre química analítica, haviam tratamentos propostos que exigiam um tempo relativamente grande, porém envolviam precipitação e troca iônica.

Sobre os solventes orgânicos utilizados em extração serem recuperados e armazenados, porém impuros, pode se dizer que não, pois com um processo de rotaevaporação além da recuperação de solventes as impurezas com maior ponto de ebulição já são eliminadas.

Com a execução do projeto e o estudo mais específico em tratamentos de corantes foram encontrados propostas de tratamentos que envolviam a oxidação de resíduos em corantes, porém nenhuma delas mostrou-se eficiente.

Os objetivos propostos no projeto foram todos contemplados. No que se referia ao diagnóstico do gerenciamento de resíduos foi realizada uma contabilização dos resíduos ativos e passivos e também uma análise do almoxarifado.

Para o objetivo de identificar as situações emergenciais sobre os gerenciamentos dos resíduos propostos no PGRQ foram realizadas as ações propositivas já mencionadas, que auxiliou também para a efetivação do PGRQ, outro objetivo proposto no projeto.

As aulas práticas e projetos do conectando saberes geram pouca quantidade de resíduos porém, há uma grande diversidade entre estes o que acarreta em uma certa dificuldade em manipular e quantificar os resíduos produzidos nos laboratórios. Em vista disso, é necessário um acompanhamento diário do gerenciamento de resíduos no laboratório sendo que para isso, a utilização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos - PGRQ, se torna indispensável pois é nele que estão presentes as normas para o bom funcionamento do laboratório.

## 6. REFERÊNCIAS

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. **O que é GHS?**. São paulo, 2005, Acesso em 13/11/2015. Disponível em: <[http://abiquim.org.br/pdfs/manual\\_ghs.pdf](http://abiquim.org.br/pdfs/manual_ghs.pdf)>.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos - Classificação**. NBR 10004. 2004

ALBERGUINI, Leny Borghesan A.; REZENDE, Maria Olímpia de Oliveira; SILVA, Luís Carlos da. **Tratamento de Resíduos Químicos**. São Carlos: RiMa, 2005

ALBERGUINI, Leny Borghesan A; REZENDE, Maria Olímpia de Oliveira; SILVA, Luís Carlos da. **Tratamentos de resíduos químicos**. São Carlos: RiMa, 2005

ALFREDO, Cristiano. **Manual de Normas de Segurança no Laboratório de Química**. Colégio João Paulo I, 2011.

ALPIARÇA, José Relvas. **Trabalho Experimental: Um ciclo do cobre**. 2009. Acesso em: 10/02/2016. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/hugosilvapinto/relatrio-um-ciclo-de-cobre>>

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 306**. 7 de dezembro de 2004

BOSCO, Tatiane Cristina Dal; LAUDEANO, Anna Carolina Galli; PRATES, Kátia Valéria Marques Cardoso. **Proposta de Gerenciamento de Resíduos Químicos para Laboratórios de Instituições de Ensino Médio e Técnico**. Londrina, 2011.

BOZZI, Jéssica Tinti; GONÇALVES, Edilene; LIMA, Andréia Alves de; MAZOLINI, Lucas Tafner; OLIVEIRA, Felipe Policarpo de; ZANIN, Cristiane Imenes de C.B. **SEGURANÇA NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA**. 2014

CONTO, Suzana Maria de. **Gestão de resíduos em universidades**. Campinas - SP, 2011.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. 4. ed - São Paulo, 2005

GUIMARÃES, Solange T. Lima; PENATTI, Fábio Eduardo; SILVA, Paulo Marcos da.

**Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Análises e Pesquisa: O Desenvolvimento do Sistema em Laboratórios da área Química.**

**JARDIM, Wilson de Figueiredo. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS.** Instituto de Química – UNICAMP.

LENARDÃO, Eder João, FREITAG, Rogério Antônio, DABDOUB, Miguel J. BATISTA, Antônio C. Ferreira, SILVERA, Claudio da Cruz. **Green chemistry - Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa.** São paulo 2003, Acesso em 09/2/2016, disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422003000100020&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422003000100020&script=sci_arttext)>

MALTA, Raquel. **Processos de Separação de misturas.** Colégio Santo Agostinho - 2013.

NETTO, Luiz Ferraz. **As águas (Ciências das águas).** 2011

NOGUEIRA, Gustavo Junior Lage. **Reaproveitamento de água dispensada pelo destilador no processo de destilação em laboratório.** Foz do Iguaçu – PR, 2009.

NOLASCO, Felipe Rufine; TAVARES, Glauco Arnold; BENSASSOLLI, José Albertino. **Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações.** Rio de Janeiro - 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522006000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522006000200004&script=sci_arttext)> Acesso em: 12/04/2014.

PASTRE, Iêda Aparecida; PLICAS, Lídea Maria de Almeida; TIERA, Vera Aparecida de Oliveira. **REAÇÕES ÁCIDO-BASE: CONCEITO, REPRESENTAÇÃO E GENERALIZAÇÃO A PARTIR DAS ENERGIAS ENVOLVIDAS NAS TRANSFORMAÇÕES.** 2012

PAVIA, Donald L. LAMPMAN, Gary M. KRIZ, George S. ENGEL, Randall G. **Química orgânica experimental: técnicas de escala pequena.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PORTANTIOLO, Claudia S. **FISPQ - Água destilada.** Joinville, SC, Outubro de 2012

ROHM AND HAAS. **Ion exchange**. 2008, disponível em: <<http://www.lenntech.com/Data-sheets/Ion-Exchange-for-Dummies-RH.pdf>>. Acesso em 02/02/2016

SANTOS, José Cleiton Souza dos; PAZ, Mário Sergio de Oliveira; BENIGNO, Ana Paula Aquino.

**Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos em Universidades Brasileiras.**

SILVERA, Mariane. **Introdução a reações químicas**. s.d. Acesso em 10/02/2016, disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABkykAK/introd-reacoes-quimicas#comments>>.

## 7. ANEXOS

### 1. Lista de problemas e ações, diagnosticados no projeto

Situações problema	Ações	
Falta de Minimização em Projetos de pesquisa	Implementar a Responsabilidade Objetiva	1
Falta de Minimização em aulas práticas		
Almoxarifado usado como armazenamento temporário de resíduos	Avaliar a Segurança e Higiene do Trabalho (Consulta a profissional da área)	2
Armazenamento externo ausente	Elaborar projeto com planta baixa e memorial descritivo e encaminhar para o PAT-2017 do Câmpus.	3
Coleta e transporte externo ausente	Solicitar resposta do setor responsável do IFSC / Protocolar o PGRQ Fundação do Meio Ambiente – Fatma / Inserir os resíduos passivos e ativos em bolsas de resíduos	4
Não há disposição final		
Grande volume de água residuária da destilação	Elaborar projeto de reutilização da água com memorial descritivo e encaminhar para o PAT-2017 do Câmpus.	5

### 2. Protocolo para a Caracterização de Resíduos Químicos Não Identificados

Teste a ser realizado	Procedimento a ser seguido
<b>Reatividade com água</b>	Adicione uma gota de água e observe se há a formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta
<b>Presença de cianetos</b>	Adicione 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduo. A cor vermelha indica teste positivo
<b>Presença de sulfetos</b>	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo fica enegrecido quando na presença de sulfetos
<b>pH</b>	Usar papel indicador ou pHmetro
<b>Resíduo oxidante</b>	A oxidação de um sal de Mn(II), de cor rosa claro, para uma coloração escura indica resíduo oxidante

<b>Resíduo redutor</b>	Observa-se a possível descoloração de um papel umedecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno
<b>Inflamabilidade</b>	Enfie um palito de cerâmica no resíduo, deixe escorrer o excesso e coloque-o na chama
<b>Presença de halogênios</b>	Coloque um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro no resíduo. Leve à chama e observe a coloração: o verde indica a presença de halogênios
<b>Solubilidade em água</b>	Após o ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente

### 3. Tratamentos para íons metálicos

<b>Íons Metálicos</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Tempo médio</b>	<b>Descarte</b>
Alumínio III e Zinco II	Neutralização/Precipitação com adição de NaOH 1M na solução até a mesma ficar turva, em seguida é feita uma filtração do precipitado.	2 horas	Precipitado: Aterro Industrial Solução: Esgoto comum
Cobre II e Ferro II/III	Neutralização/Precipitação com adição de NaOH 1M na solução até a mesma atingir pH 8, após isso deixa-se a solução precipitando e em seguida filtra-se o precipitado.	24 horas	Precipitado: Aterro Industrial Solução: Esgoto comum
Cromo VI	Neutralização/ Precipitação com adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> para que o pH atinja valor 1, em seguida adiciona-se Tiosulfato de sódio para que a solução passe de amarelada para verde. Por fim é adicionado NaOH até a solução atingir pH 10 deixando está precipitar, filtrando o precipitado logo após o processo acabar.	24 horas	Precipitado: Aterro Industrial Solução: Esgoto comum
Permanganato de Potássio	Neutralização com adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1M até a solução atingir pH 3, então adiciona-se uma solução 10% m/m de bissulfito de sódio até a mesa ficar translúcida e por fim corrige-se o pH e	1 hora	Solução: Esgoto comum

	o descarte pode ser realizado.		
Prata I	Precipitação/Troca Iônica. Caso exista prata metálica no frasco é adicionado peróxido de hidrogênio. Então é adicionado NaCl 1M, deixando precipitar e assim filtrando-se a solução. Repita o processo até que não se forme mais precipitado.	1 hora	Precipitado: Aterro Industrial Solução: Esgoto comum

#### 4. Lista de materiais e orçamento: Projeto do abrigo externo

<b>Materiais Necessários</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo (R\$)</b>
Tábuas pinos, 2,5 de espessura	10 m <sup>2</sup>	R\$ 185,00
Sarrafos (pinos)	20 m	R\$ 20,50
Pregos (17x27)	1 kg	R\$ 7,20
Barras de ferro de construção (8mm)	4	R\$ 75,60
Barras de ferro de construção (6,3mm)	4	R\$ 50,00
Barras de ferro de construção (5mm)	8	R\$ 57,20
Brita 0	1 m <sup>3</sup>	R\$ 108,00
Areia média	2 m <sup>3</sup>	R\$ 215,00
Arrame recozido	1 kg	R\$ 8,90
Areia de reboco	1 m <sup>2</sup>	R\$ 144,50
Veda reboco	1 L	R\$ 14,90
Cimento	13 sacos	R\$ 364,00
Tijolos (11x25x14 cm)	300	R\$ 177,00

Laje	4 m <sup>2</sup>	R\$ 85,00
Telhas de fibro-cimento (6mm, 1,22 m de comprimento)	4	R\$ 107,20
Sarrafos 5x5 de Itaúba (4,5 m de comprimento)	4	R\$ 145,00
Parafusos para telhas	10	R\$ 5,00
Portas completas (dobradiça, fechadura e cachilho) de alumínio (60x120 cm)	4	R\$ 1200,00
Galão de tinta.	3,8 L	R\$ 69,00
<b>Total</b>		<b>R\$ 3.044,00</b>

##### 5. Lista de materiais e orçamento: Projeto de reuso da água

<b>Materiais Necessários</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo (R\$)</b>
Caixa d'Água Polietileno 1000L com tampa	1	280,00
Tubo soldável 20mm	3m	6,40
Adap. c/ flange 25mmX3/4"	1	6,22
Adap. c/ flange 20mmX1/2"	1	7,38
Bóia p/ caixa d'água 1/2"	1	24,90
TEE soldável 20 mm	3	3,00
Joelho soldável 20 mm	4	1,96
Joelho soldável 20 mm 45°	3	3,00
abraçadeira pvc cinza 1/2"	8	6,40
Bucha 6mm	50	12,50
Parafuso auto atarraxante 3,5x25mm	50	7,50
Registro soldável pvc 25mm	1	5,90

Tubo soldável 25mm	20 m	6,00
Luva soldável 25mm	2	1,52
joelho BL 25mmX1/2"	1	5,50
joelho soldável 25 mm	3	1,47
joelho soldável 25mmX45°	4	3,60
Torneira de Jardim pertutti 1/2"	1	30,00
abraçadeira pvc cinza 3/4"	40	120,00
lixa ferro 220	1	4,50
Adesivo PVC 175 G	1	8,99
Fita V. rosca 10 MT	1	3,99
<b>Total</b>		<b>550,73</b>

Orçamento: Empresa Breithaupt, Jaraguá do Sul. 08/11/2015

## 6. Antes e depois do almoxarifado



## 7.Contabilização dos Resíduos Passivos do Almoarifado

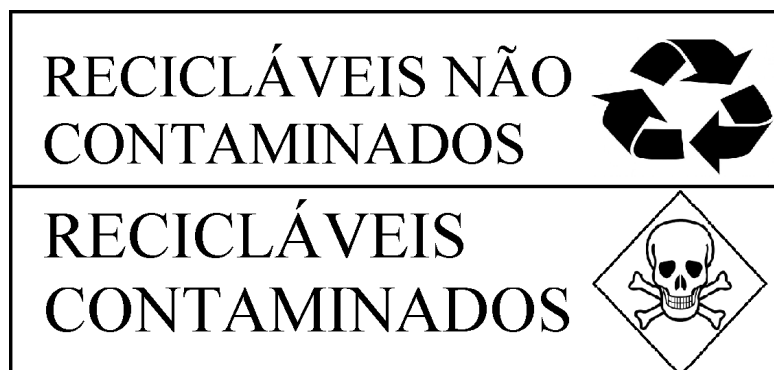
<b>Resíduo</b>	<b>Classificação</b>	<b>Estado Físico</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Armazenamento</b>
Mistura de Solventes*	Classe I	líquido	5L	Bombona
Gasolina	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Corantes Barrilha, Verde Sidicrom + CORANTE SEM NOME	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Azul de Metileno	Classe I	líquido	15L	Bombona
Cromo	Classe I	líquido		Bombona
Cromo e Difenil	Classe I	líquido	600ml	Bombona
Resíduo de Cromagem	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Sulfato de Cobre, Cromita de Platina e Nitrato de Prata	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Nitrato de Cobre II	Classe I	líquido		Frasco âmbar
Azul de Metileno + Detergente + Clorofórmio	Classe I	líquido		garrafa plástica
Fenol + Fenaltaleína + Sulfato de ferro III	Classe I	líquido		garrafa plástica
Ciamanto	Classe I	sólido		garrafa plástica
Alumínio, Cobre, Zinco em meio ácido, (KCl)	Classe I	líquido		Frasco âmbar
Carvão ativado adsolvido com azul de metileno	Classe I	líquido		vidro de conserva
Síntese aspicina	Classe I	líquido	1,75L	Bombona
Resíduo DNS	Classe I	líquido		Frasco âmbar
Água Bromada +	Classe I	líquido	2,5L	Bombona

Ácido Sulfúrico + Solventes e Ésteres				
Iodeto de Potássio + Sulfito de Sódio	Classe I	líquido		Frasco âmbar
Isopor e Soluções -OMS, Clorofórmio, Acetato de Etila, Dicloro Metano	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Acetato de etila + Clorofórmio + Acetona	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Dimetil Formomido	Classe I	líquido	3,75L	Bombona
Acetona + Álcool + Querosene + Gasolina + Óleo Lubrificante	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Hexano, Éter Dietílico, Álcool Isoamílico	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Resíduo Desconhecido Inorgânico	Classe I	líquido	5L	Bombona
Catenol	Classe I	líquido		garrafa plástica
Solução aquosa de permanganato de potássio	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Resíduo desconhecido	Classe I	líquido		pote plástico
Xileno + Etanol + Água	Classe I	líquido		garrafa plástica
Ésteres + Alcoois + Ácido Sulfúrico + Ácido Acético	Classe I	líquido		Frasco âmbar
EDTA + Preto de Riocádmio	Classe I	líquido		garrafa plástica

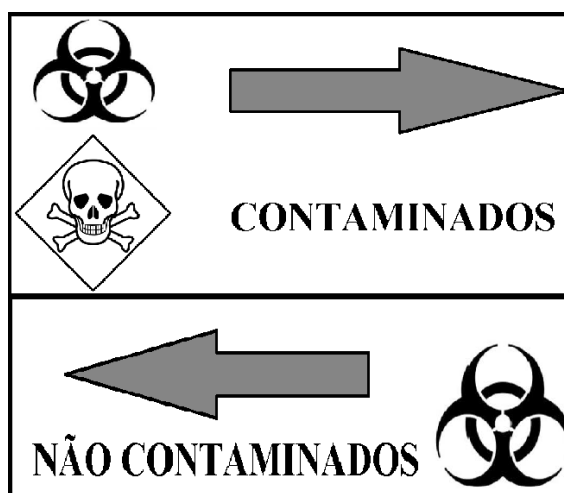
Resíduo Corante	Classe I	líquido	10L	Bombona
Resíduos Corantes - HC (Barrilha) - BFBL	Classe I	líquido	10L	Bombona
Gasolina Grupo BTX	Classe I	líquido	1,25L	Bombona
Sulfato de Cobre + Cromita de Platina + Nitrato de Prata	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Butanol + Ácido Acético + Ácido Sulfúrico	Classe I	líquido	2,5L	Bombona
Óleo de Cozinha	Classe I	líquido		garrafa plástica
CUOXAM	Classe I	líquido	2,5L	Bombona

\* - Ésteres, álcoois, ácido sulfúrico e acético + Xileno, etanol e água + Fenol, fenolftaleína, Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + Água bromada + Ácido salicílico e água + Butanol, ácido acético e ácido sulfúrico.

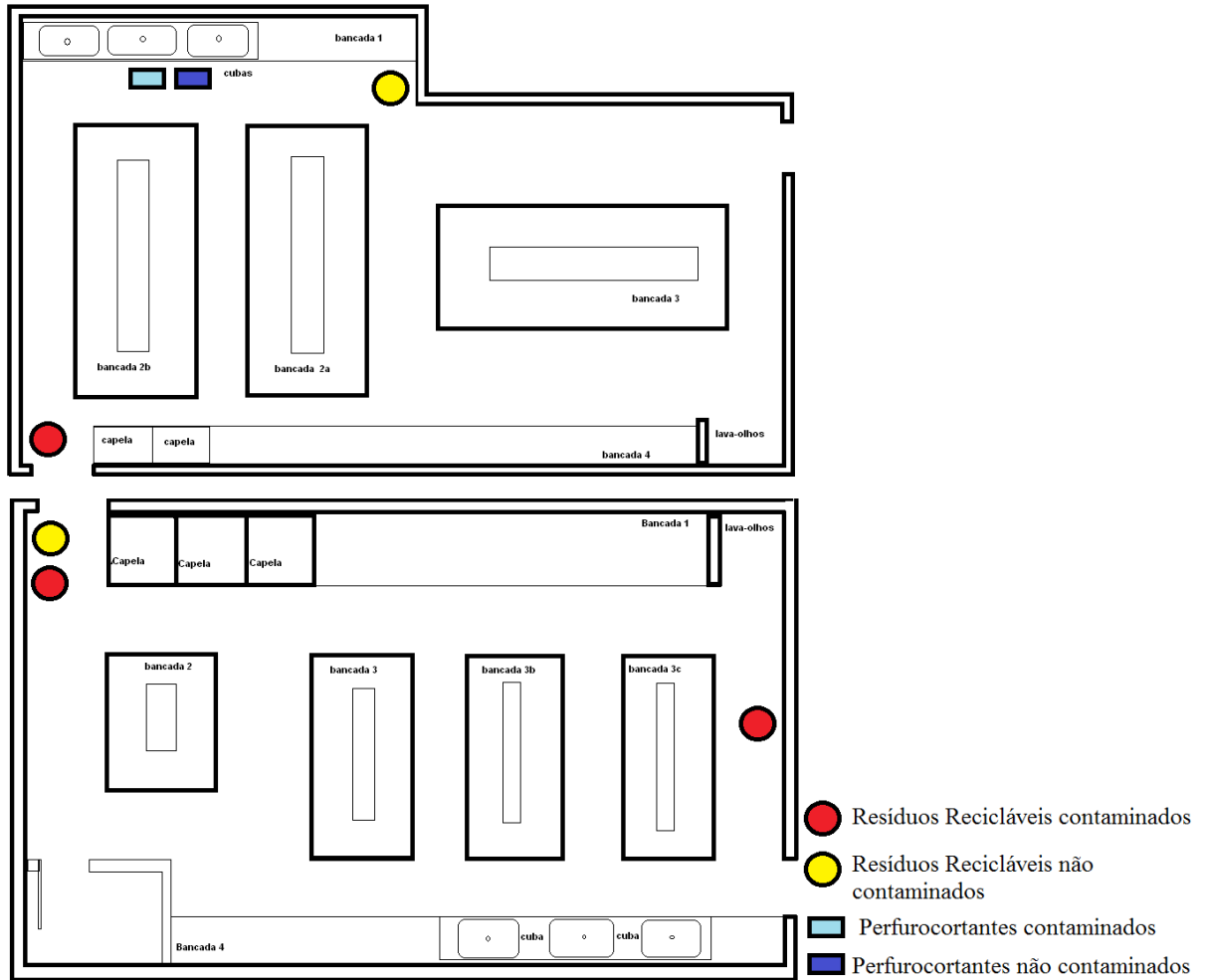
## 8. Identificação das lixeiras



## 9. Identificação dos Perfurocortantes



## 10. Localização das Lixeiras no Laboratório:



## 11. Tabela de Pictogramas:



## 12. Infográfico:

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS**  
Laboratórios de Química IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul

**Resíduos Sólidos:**

**1) RECICLÁVEIS**

**NÃO CONTAMINADOS:**  
Resíduo reciclável é todo aquele cujo material pode ser transformado em nova matéria prima, como por exemplo:  
- Papel da Bancada  
- Luvas  
- Embalagens Plásticas  
- Ponteira de pipetas

**SIMBOLOGIA:**



**CONTAMINADOS:**  
São os resíduos recicláveis, porém possuem substâncias potencialmente infectantes, perigosas segundo o NBR 10004:2004, ou seja, que demonstram:

**SIMBOLOGIA:**

- Inflamabilidade
- Corrosividade
- Reatividade
- Patogenicidade
- Toxicidade



**LOCAL PARA DESCARTE: LIXEIRAS IDENTIFICADAS**

**2) PERFUCORTANTES**

**NÃO CONTAMINADOS:**  
Resíduos perfurocortantes se caracterizam por cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar, como por exemplo:  
- Pipetas, provetas, béqueres e/ou buretas quebradas.

**CONTAMINADOS:**  
São aqueles que além das características mencionadas também possuem contaminantes da NBR 10004:2004.

**LOCAL PARA DESCARTE: CAIXAS IDENTIFICADAS**

**Resíduos Líquidos Perigosos:**

**Principais contaminantes do laboratório:**

- Azul de metileno
- Hexano
- Ciclohexano
- Butanol
- Tolueno
- Metanol
- Acetato de isoamila

**1) Soluções c/ ions metálicos.**

**2) Soluções c/ solventes orgânicos:**

- Halogenados;
- Não halogenados;
- +H<sub>2</sub>O.

**3) Soluções c/ corantes.**

**LOCAL PARA DESCARTE: BOMBONAS IDENTIFICADAS**

**Pictogramas (GHS\*):**

Os pictogramas, implantados no Brasil a partir do Decreto de 26 de junho de 2007, têm como função classificar, de forma ilustrativa, resíduos que contenham substâncias químicas perigosas que possam causar danos físicos a saúde e ao meio ambiente.

**\* GHS: Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos.**



## 13. Tabela de resíduos ativos

Resíduo	Origem	Estado Físico	Quantidade	Método De Tratamento E Destinação
Carbonato De Sódio Anidro (S13) Nitrato De Prata (S34) Cloreto De Sódio (S21) Cloreto De Cálcio (S16) Sulfato De Cobre (S41) Iodeto De Potássio (S31) Cromato De Potássio (S24) Hidróxido De Sódio (B6)	Aula Prática De Química Geral – Prof <sup>o</sup> Juliano	Líquido	1,2 L	Filtrado / Estocado Em Bombona
Azul De Metileno (I4)	Conectando Saberes/PRI/Estágio	Líquido	15 L	Adsorção Com Casca De Pinhão E Pseudocaule Da Bananeira / Filtrado E Descartado Na Pia
Ácido Sulfúrico (A14) Iodo Ressublimado (I12) Amido Solúvel (C8)	Conectando Saberes/PRI/Estágio	Líquido	7 L	Neutralização Com KOH / Descarte Em Pia
Permanganato De Potássio (S38)	Conectando Saberes/PRI/Estágio	Líquido	5 L	Neutralização Com NaHSO <sub>3</sub> , Ajuste De pH / Descarte Em Pia
Ácido Acético Glacial (A1) Ácido Clorídrico (A6) Ácido Oxálico (A11)	Aula Prática De Química Analítica -	Líquido	10,7 L	Neutralização do pH / Descarte Em Pia

Ácido Sulfúrico (A14) Hidróxido De Sódio (B6) Fenolftaleína (I6)	Profº Giovani			
Ácido Clorídrico (A6) Ácido Fosfórico (A9) Hidróxido De Sódio (B6) Amido Solúvel (C8) Frutose (C23) Sacarose (C32) Glicose Anidra (C25)	Aula Prática De Bioquímica - Profº Ana Paula	Líquido	2,5 L	Neutralização E Filtração / Descarte Em Pia
Ácido Acético Glacial (A1) Ácido Clorídrico (A6) Ácido Oxálico (A11) Ácido Sulfúrico (A14) Hidróxido De Sódio (B6) Fenolftaleína (I6)	Aula Prática De Química Analítica - Profº Giovani	Líquido	5,8 L	Neutralização Do pH / Descarte Em Pia
Ácido Acético Glacial (A1)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	1 L	-
Ciclohexano (C11) Disobutileno ( C15) Éter De Petróleo (C17)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	1 L	Evaporação
Gasolina Cloreto De Sódio (S21) Álcool Etilico (C4)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	5 L	Separação Por Densidade / Armazenado Bombona
Gasolina	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	5 L	Reutilização
Ácido Acético Glacial (A1) Ácido Clorídrico (A6) Ácido Oxálico (A11) Ácido Sulfúrico (A14) Hidróxido De Sódio (B6) Fenolftaleína (I6)	Aula Prática De Química Analítica - Profº Giovani	Líquido	4 L	Neutralização Do pH / Descarte Em Pia
Íon Prata Ácido Clorídrico (A6)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	0,35 L	Neutralização pH + Filtração/ Líquido= Descarte Em Pia Filtrado = Armazenamento
Butanol (C3) Ácido Acético (A1) Ácido Sulfúrico (A14)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	0,8 L	Armazenamento
Etanol (C4) Ácido Acético (A1) Ácido Sulfúrico (A14)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	1,0 L	Evaporação + Neutralização Do Ph / Descarte Em Pia
Isopropanol (C) Ácido Acético (A1) Ácido Sulfúrico (A14)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	1,0 L	Evaporação + Neutralização Do pH / Descarte Em Pia
Metanol (C7) Ácido Salicílico (A12) Ácido Sulfúrico (A14)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	1,3 L	Filtração / Armazenamento Do Sólido E Do Líquido
Dicromato De Potássio (S25) Etanol (C4) Ácido Sulfúrico (A14)	Aula Prática De Química Orgânica - Profº Juliano	Líquido	0,5 L	Armazenamento

Glicerina (C24) Corante Ácido Acético (A1)	Aula Prática De Bioquímica – Profª Ana Paula	Líquido Viscoso	1,5 L	Armazenamento
--	--	--------------------	-------	---------------