



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS

CAMPUS DE REALEZA

CURSO DE QUÍMICA – LICENCIATURA

JÉSSICA DE FÁTIMA RIBEIRO

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DO
CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA DA UFFS/REALEZA**

REALEZA

2017

JÉSSICA DE FÁTIMA RIBEIRO

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DO
CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA DA UFFS/REALEZA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau de
Licenciada em Química da Universidade Federal da
Fronteira Sul

Orientadora: Prof^ª. Dra. Fernanda Oliveira Lima

REALEZA

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Ribeiro, Jéssica de Fátima

PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DO CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA DA UFFS/REALEZA/ Jéssica de Fátima Ribeiro. -- 2017.

52 f.:il.

Orientador: Fernanda Oliveira Lima.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de , Realeza, PR, 2017.

1. Separação dos resíduos. 2. Redução. 3. Química Verde. 4. Disciplinas Experimentais. I. Lima, Fernanda Oliveira, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

JÉSSICA DE FÁTIMA RIBEIRO

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DO
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA DA UFFS/REALEZA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Fronteira Sul.

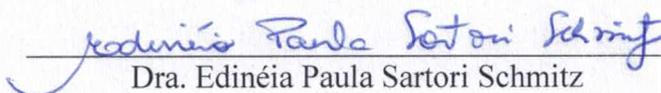
Orientadora: Prof^a. Dra. Fernanda Oliveira Lima

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 4/12/17.

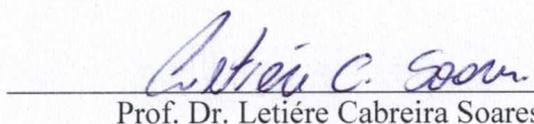
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Fernanda Oliveira Lima (Orientadora)



Dra. Edinéia Paula Sartori Schmitz



Prof. Dr. Letiére Cabreira Soares

Dedico este trabalho a minha família, amigos e a minha orientadora, pessoas especiais que sempre estiveram presentes me apoiando nesse processo de formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força em todos os momentos.

Agradeço aos meus pais, que tanto zelam por mim, que são o meu exemplo, meu cerne, fonte de inspiração e amor, sempre me dando apoio e incentivo para seguir meus sonhos.

Agradeço a minha orientadora Professora Fernanda, pela paciência, carinho e pelos ensinamentos em todo esse processo.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para o meu conhecimento, neste período de formação.

Agradeço aos amigos que conheci na UFFS e que nunca esquecerei, pessoas que estarão em meu coração eternamente.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Desde as últimas décadas, os impactos ambientais têm sido tema de constantes discussões, principalmente devido à influência que o homem vem causando para o planeta, o que tem levado a sérios problemas, como aquecimento global, o aumento do efeito estufa e outros. Boa parte desses problemas são causados devido ao descaso com o tratamento de resíduos. Com a preocupação pela melhoria da qualidade do ensino e o aumento do número de Instituições de Ensino Superior, a quantidade de resíduos gerados nos laboratórios vem aumentando nesta mesma proporção, no entanto nem sempre é dado o destino adequado aos resíduos. Outra preocupação, é a redução do volume de resíduos gerados nas IES, uma vez que não somente as aulas experimentais são fontes de geração de resíduos, como também projetos de pesquisa e trabalhos de conclusão de cursos, estes contribuem para a geração de um volume considerável de resíduos. Como as Instituições de Ensino Superior assumem uma responsabilidade essencial na formação de cidadãos pensantes, em nossa sociedade são necessários as reflexões das problemáticas e as propostas de atividades para que os próprios alunos se conscientizem e possam aprender sobre os tratamentos dos resíduos gerados por eles. Pela reflexão e por seus trabalhos de pesquisa, as Instituições de Ensino Superior devem não somente advertir, mas também propor soluções. A Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) é uma instituição de ensino superior pública, a UFFS/Realeza possui 6 cursos de graduação, entre eles o curso de Química – Licenciatura. Este curso iniciou suas atividades no ano de 2013, e possui em sua grade 6 (seis) disciplinas experimentais sendo elas: Química Geral, Química Inorgânica, Química Analítica Qualitativa, Química Analítica Quantitativa, Química Orgânica e Físico-Química. Pensando no volume de resíduos gerados nessas disciplinas faz-se necessário o estudo e a presente proposta de tratamento dos resíduos do curso de Química Licenciatura. A proposta de separação gerou 7 classes visando as propriedades dos resíduos, esse tratamento proposto para cada classe acarretou em uma economia financeira como também a diminuição do quantidade de resíduo entregue para disposição. Economicamente houve uma redução de 95% do gasto com disposição e em quantidade houve uma redução de 88,9% do volume, então além da economia essa redução diminui a contaminação ambiental causada pelo descarte de resíduos.

Palavras-chave: Separação dos resíduos. Redução. Química Verde. Disciplinas Experimentais.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Classificação dos resíduos em função de sua fonte geradora..... | 11 |
| Figura 2 – Gestão de resíduos do <i>Campus Realeza</i> | 17 |
| Figura 3 – Separação proposta dos resíduos..... | 19 |
| Figura 4 – Passos para o tratamento de resíduo contendo cromo..... | 25 |
| Figura 5 – Passos para o tratamento de resíduo contendo metais..... | 26 |
| Figura 6 – Passos para o tratamento de resíduo ácido-base..... | 26 |
| Figura 7 – Passos para o tratamento de resíduo ácido-base com indicador..... | 27 |
| Figura 8 – Passos para o tratamento de resíduo contendo sulfeto. | 27 |
| Figura 9 – Passos para o tratamento de resíduo orgânico..... | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Classificação dos resíduos em função das suas características: | 11 |
| Tabela 2 – Classes dos resíduos de acordo com a toxicidade..... | 12 |
| Tabela 3 – Leis e resoluções ambientais sobre resíduos..... | 12 |
| Tabela 4 – Os 12 Princípios da Química Verde. | 14 |
| Tabela 5 – Princípios dos 5R's. | 14 |
| Tabela 6 – Relação das aulas das disciplinas experimentais com reagentes e produtos gerados..... | 19 |
| Tabela 7 – Volume de resíduos de cada classe da separação proposta. | 29 |
| Tabela 8 – Preço dos reagentes utilizados no tratamento. | 29 |
| Tabela 9 – Quantidade de resíduos disponível para o tratamento. | 30 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 | RESÍDUOS QUÍMICOS | 8 |
| 2.1 | Breve Histórico..... | 8 |
| 2.2 | Legislação dos resíduos..... | 10 |
| 2.3 | Química verde | 13 |
| 2.4 | Resíduos químicos no ensino | 15 |
| 2.4.1 | Curso de química licenciatura UFFS/Realeza..... | 16 |
| 3 | METODOLOGIA | 18 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 18 |
| 4.1 | Resíduo contendo cromo | 25 |
| 4.2 | Resíduo contendo metais..... | 26 |
| 4.3 | Resíduo ácido-base..... | 26 |
| 4.4 | Resíduo ácido-base com presença de orgânicos (indicadores)..... | 27 |
| 4.5 | Resíduo contendo sulfeto | 27 |
| 4.6 | Resíduo contendo orgânicos..... | 28 |
| 4.7 | Resíduos sólidos | 28 |
| 4.8 | Levantamento do Volume de resíduo e Gastos | 28 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 31 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 32 |
| | ANEXO I | 35 |

1 INTRODUÇÃO

A Química está presente no nosso cotidiano, desde os primórdios da humanidade, trazendo mais conforto e facilitando as atividades diárias. Porém, o mau uso dessa ciência pode causar diversos danos ao meio ambiente.

Ao longo do tempo, com o aumento do número de indústrias e laboratórios, bem como a busca e produção industrial o volume de resíduos gerados vem aumentando proporcionalmente, e isso tem se tornado um sério problema ambiental.

A geração de resíduos pode causar muitos danos, já que os resíduos quando dispostos de forma inadequada podem acarretar na infertilidade do solo, mortalidade da vida aquática em lagos, rios e mares, além da contaminação do ar pelos resíduos voláteis e gasosos.

As preocupações com o meio ambiente ganharam força a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, pois foi a partir deste marco que o “mundo” foi alertado para os prejuízos da degradação ambiental.

A partir de então, leis foram criadas para regulamentar o que é dito como resíduo. É considerado como resíduo todo o lixo que não pode ser reaproveitado e que deve ter uma disposição final adequada. Sendo de grande importância tanto ambiental como econômica a normatização desses resíduos, tornando esse assunto a partir de então uma preocupação mundial.

As preocupações chegaram as Instituições de Ensino Superior, uma vez que estas também são geradoras de resíduos. Surge então a importância de propor ações que procurem qualificar e conscientizar os graduandos que estarão futuramente no mercado de trabalho (PANHO, 2016, p.9).

As instituições que possuem cursos tendo em sua grade curricular disciplinas experimentais que geram principalmente resíduos químicos, precisam ter uma maior preocupação com o tratamento e disposição final para esses resíduos.

A Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Realeza possui o curso de Química – Licenciatura que possui em sua grade curricular seis disciplinas experimentais que geram resíduos químicos nos laboratórios da instituição e que ficam armazenados na própria universidade até que a empresa responsável faça o recolhimento e a devida disposição.

Essa preocupação com a quantidade de resíduos gerados pela UFFS/Realeza levou ao presente estudo que propõe o tratamento dos mesmos para redução do volume e dos gastos da universidade com disposição com a empresa responsável pelo recolhimento.

A partir da análise das apostilas das disciplinas experimentais pode-se separar os resíduos de forma a prevenir reações indesejadas e possibilitar um posterior tratamento que reduz os gastos e previne contaminações ambientais por volumes maiores de resíduos descartados nos aterros.

A redução do volume dos resíduos é de suma importância, pois a disposição dos resíduos mesmo que feita de forma adequada gera impactos ambientais, as proximidades ao local onde é descartado podem sofrer sérios danos. Com a diminuição do volume os danos se tornam menores pois a quantidade de resíduos que irá entrar em contato com o ambiente é muito menor, portanto impactando de forma mais amena o meio ambiente.

2 RESÍDUOS QUÍMICOS

2.1 Breve Histórico

A história da Química está total e diretamente ligada à história do desenvolvimento humano. Para qualquer época que se olhe, a Química está presente, trazendo diversos avanços tanto na indústria produtiva, como na medicina e também oferecendo mais segurança e conforto para a sociedade (GREENBERG, 2009, p. 8).

Infelizmente a Química não é somente utilizada para o desenvolvimento e avanços científicos. Muitos destes avanços podem ter consequências negativas a vida e ao meio ambiente. Alguns exemplos: o avanço tecnológica na criação de bombas acarretou na morte de milhares de pessoas, mas possibilitou a criação de novas substâncias que posteriormente foram utilizadas como agrotóxicos. Obviamente, o uso descontrolado pode prejudicar a saúde e o meio ambiente, bem como os resíduos gerados para a síntese dos mesmos.

Com a revolução industrial e o aumento do número de indústrias, cresceu também o consumo de produtos químicos por estas, como por exemplo, a busca por minérios, a purificação de materiais para uma produção em maior escala. Houve também um aumento populacional nesse período, o que levou a uma maior procura pela produção de alimentos e bens de consumo. Para Lima (1995, p. 9), o crescimento da população levou o homem a buscar mais matéria-prima e transformá-la em produtos, passando então a gerar uma quantidade maior de resíduos que dispostos de forma inadequada podem comprometer o meio ambiente.

A partir da década de 70, começou-se a problematizar os danos ao ambiente causados pelos resíduos. O que levou a pensar sobre esse assunto foram diversos fatores percebidos após a instalação das indústrias e as mudanças ambientais ocasionadas por esses resíduos. A partir deste pensamento algumas conferências sobre o meio ambiente foram realizadas, sendo as principais: A Conferência de Estocolmo realizada em 1972 na cidade de Estocolmo na Suécia. A Rio-92 em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, a Rio+10 em Joanesburgo na África do Sul no ano de 2002 e a Rio+20 novamente no Rio de Janeiro em 2012.

A Conferência de Estocolmo deu origem a Declaração sobre Ambiente Humano, e estabeleceu princípios para questões ambientais internacionais, incluindo direitos humanos, gestão de recursos naturais, prevenção da poluição e relação entre ambiente e desenvolvimento.

A Rio-92 que aconteceu 20 anos depois da primeira conferência em Estocolmo, os países reconheceram o conceito de desenvolvimento sustentável e começaram a propor ações com o objetivo de proteger o meio ambiente, propondo também a Agenda 21 neste ano.

A Rio +10 não ficou restrita somente à preservação do meio ambiente, englobou também aspectos sociais. Um dos pontos mais importantes desta conferência foi a busca por medidas para reduzir pela metade o número de pessoas que vivem abaixo da linha da pobreza até o ano de 2015.

A Rio +20 teve dois principais temas que foram: A economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza, e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

Estas conferências tiveram como objetivo em comum a conscientização e a redução das emissões de gases e a produção de resíduos tóxicos e principalmente alertar sobre a disposição sem tratamento desses resíduos no ambiente, tendo como base que o descarte dos resíduos tem se tornado um problema mundial devido ao prejuízo e poluição do meio ambiente, onde se pode afetar tanto o solo, a água e o ar.

São considerados como resíduos tudo que se torna sem valor para quem o produz, porém mesmo o resíduo sendo considerado inútil para alguns, este possui um potencial de utilidade com outra função.

Os resíduos podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. Sendo que isso se refere somente ao estado físico do lixo, porém alguns líquidos como aqueles provenientes de laboratórios, ou com algum potencial de contaminação e toxicidade ou possuam alguma características que improprie o resíduo de ser descartado rede de esgoto comum também são considerados como resíduos sólidos no que diz respeito a destinação ao aterro.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), a definição de resíduos é:

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, 2004, p.1).

A destinação incorreta de resíduos podem gerar inúmeras consequências, além da possibilidade da interação desses resíduos com o solo ou ambiente aquático, também existe a possibilidade desse contato causar impactos ambientais significativos no meio, gerando

alterações nas condições naturais do ecossistema (PENATTI; GUIMARÃES, 2011, p. 51). Além das consequências causadas pelo resíduo no ambiente, a saúde da população também é afetada pela contaminação podendo causar diversas doenças que surgem em decorrência do acúmulo e da composição desse resíduo que é descartado de forma incorreta.

Muitas indústrias e laboratórios despejam resíduos em lagos, rios e causam grandes consequências ambientais, matando a vida aquática local. Em grandes quantidades e sem tratamento adequado provocam um aumento considerável de microrganismos no local, e estes ao respirarem consomem o gás oxigênio dissolvido na água, provocando assim a morte dos peixes (FARIAS, 2011).

O solo também sofre com o descarte inadequado dos resíduos, podendo causar diversos problemas, um dos resultados da contaminação que pode ocorrer é a infertilidade do solo. Segundo Silva (2007, p. 2) a mineração e a agricultura, juntamente com a exploração florestal, a produção de energia, os transportes, as construções civis e as indústrias são os causadores de quase todo o impacto ambiental existente na terra.

Os resíduos gerados por estes devem ser tratados e destinados para instalações apropriadas para esse fim. O principal destino são os aterros industriais que são formados por mantas impermeáveis e várias camadas de proteção no seu interior de modo a evitar qualquer tipo de contaminação do solo e das águas, além de necessitar de instalações preparadas para receber esse tipo de lixo.

É importante também no ato do descarte identificar o tipo de resíduo nos rótulos dos frascos. Estes devem conter algumas informações necessárias para o tratamento e destino posterior, precisam ser separados de forma correta a fim de evitar qualquer problema com reações não esperadas. Essas são algumas medidas necessárias que servem para prevenir problemas que possam ocorrer durante o armazenamento, bem como permite planejar a mistura de determinados resíduos proporcionando a eliminação de muitas características tóxicas dos mesmos (MARINHO; BOZELLI; ESTEVES, 2011, p. 89).

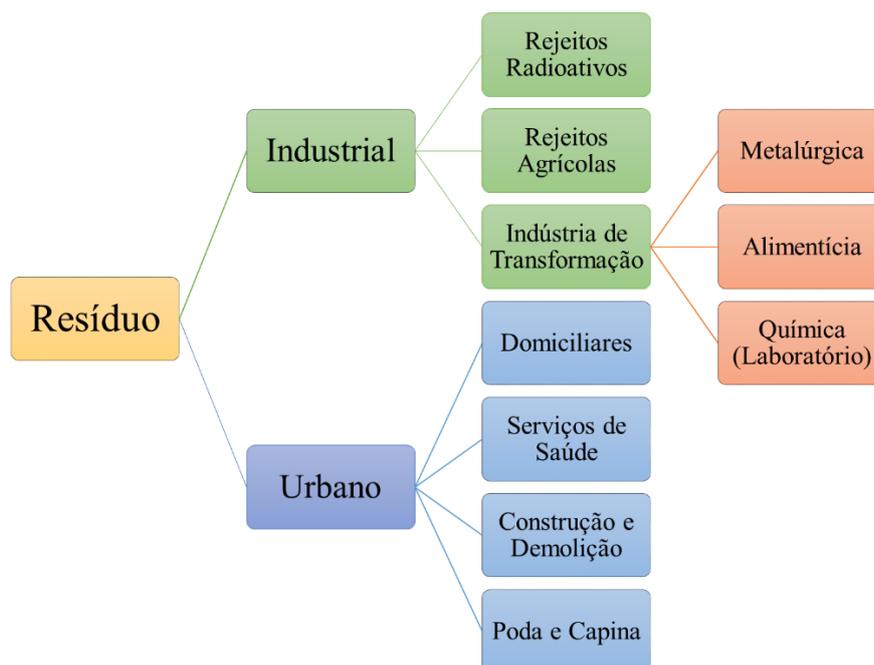
2.2 Legislação dos resíduos

Com a problemática dos resíduos em discussão foi necessário pensar em uma divisão e classificação dos resíduos de diferentes formas para uma separação mais consciente e de maneira a possibilitar o tratamento posterior dos resíduos.

A partir desse pensamento, legislações ambientais e de saúde passaram a ser propostas com o intuito de classificar os resíduos levando-se em consideração as características dos mesmos.

Uma destas formas de classificação é em função da fonte geradora, como pode ser observado na figura 1:

Figura 1 – Classificação dos resíduos em função de sua fonte geradora.



Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com o CONAMA nº 358/05 e RDC ANVISA no 306/04, os resíduos são classificados em cinco grupos em função de suas características e os riscos que podem ser causados ao meio ambiente e à saúde: A, B, C, D e E.

Tabela 1 – Classificação dos resíduos em função das suas características:

| Grupo | Tipos de produtos em cada grupo |
|----------|---|
| A | Compreendem resíduos com presença de agentes biológicos. |
| B | Compreendem resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente. |
| C | Compreendem resíduos com presença de substâncias radioativas. |
| D | Compreendem resíduos que não apresentam riscos biológicos ou químicos, que possam ser reciclados ou reutilizados. |
| E | Compreende materiais perfuro cortantes: objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontas ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar. |

Os resíduos do Grupo B que são os resíduos químicos podem ser classificados de outra maneira quanto à toxicidade que apresentam, segundo a NBR 10004 os resíduos são divididos em quatro classes diferentes conforme exposto na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Classes dos resíduos de acordo com a toxicidade.

| Classe | Toxicidade |
|---------------------------|--|
| I – Perigosos | Aqueles que apresentam riscos à saúde e ao meio ambiente. |
| II – Não Perigosos | Aqueles que não apresentam risco à saúde. |
| IIA – Não Inertes | Aqueles que apresentam biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. |
| IIB – Inertes | Aqueles que quando solubilizados não mudam os padrões da água potável. |

Os resíduos industriais são bem diversificados e podem ser representados por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, madeiras, borrachas, metais, vidros e cerâmicas. Nesta categoria de resíduos industriais, podem ser incluídos os resíduos que são considerados perigosos (BRASIL, 2004).

A fim de normatizar as classificações e a destinação dos resíduos gerados foram criados alguns órgãos e conselhos para organizar o que é gerado.

Um dos principais é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Este é um dos responsáveis por criar leis e resoluções que disponham sobre os resíduos.

Algumas das principais leis e resoluções que foram criadas ao longo dos anos a fim de conscientizar sobre o meio ambiente e os resíduos gerados estão expostos na tabela 2 abaixo:

Tabela 3 – Leis e resoluções ambientais sobre resíduos.

| | Legislação | Disposição |
|------------|-------------------|---|
| Lei | 6.938/81 | Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. |
| | 7.802/89 | Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. |
| | 9.966/00 | Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. |

| | Legislação | Disposição |
|------------------|-------------------|---|
| | 12.305/10 | Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. |
| | 6.165/16 | Institui a coleta seletiva obrigatória por todos os órgãos da Administração Pública Federal direta, bem como por autarquias, fundações públicas, empresas públicas, sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, e a destinação dos resíduos sólidos recicláveis e reutilizáveis a associações e cooperativas de catadores |
| | CONAMA 006/88 | Dispõe sobre o licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos |
| Resolução | CONAMA 283/01 | Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. |
| | CONAMA 330/03 | Institui a Câmara Técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos. |
| | CONAMA 358/05 | Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. |
| | CONAMA 430/11 | Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. |

A Lei 6938/81 também dispõe sobre a responsabilidade da disposição final dos resíduos sólidos, essa responsabilidade é totalmente da fonte geradora, portanto a indústria, universidade ou outro órgão que gera os resíduos tem o dever de dispor de forma adequada os resíduos e caso seja entregue a empresas terceirizadas tem a obrigação de saber o que acontece e se o tratamento realizado é adequado. O gerador dos resíduos permanece responsável por estes, e possíveis danos ou acidentes, mesmo após ter realizado a destinação final por terceiros.

2.3 Química verde

Os problemas causados pelo mau uso da química e dos rejeitos químicos vêm sendo motivo de diversos estudos nos últimos anos. Isso levou a criação da chamada Química Verde, sendo este um campo emergente que tem por objetivo desenvolver atividades e processos ecologicamente corretos (AGUIAR et al., 2014, p. 1257), ou seja, ações que diminuam as agressões e contaminação do meio ambiente.

O desenvolvimento da Química Verde começou no início dos anos 1990, principalmente nos Estados Unidos, Inglaterra e Itália, com a introdução de novos conceitos e valores para várias atividades químicas, assim como, para setores da atividade industrial e econômica. Esse conceito de Química Verde logo se ampliou mundialmente envolvendo

também a IUPAC no estabelecimento de diretrizes para o Desenvolvimento da Química Verde a nível mundial, assim como no Brasil (CGEE, 2010, p. 11).

Segundo Silva, Lacerda, Jones Junior (2005, p. 104) a Química Verde baseia-se em 12 princípios que segue os conceitos dos processos ecologicamente corretos.

Tabela 4 – Os 12 Princípios da Química Verde.

| Princípio | |
|-----------|--|
| 1 | É melhor prevenir que tratar ou limpar resíduos de processos químicos depois de formados; |
| 2 | Métodos sintéticos devem ser projetados para maximizar a incorporação de toda a massa dos reagentes no produto; |
| 3 | Sempre que forem viáveis, as metodologias sintéticas devem usar e gerar substâncias o menos tóxicas possíveis à vida humana e ao ambiente; |
| 4 | Os produtos químicos devem ser projetados de forma a ter maior eficiência no cumprimento de seus objetivos, com menor toxicidade; |
| 5 | O uso de outras substâncias durante o processo deve, sempre que possível, ser desnecessário ou inofensivo quando usado; |
| 6 | As exigências energéticas devem ser reconhecidas por seus impactos ambientais e econômicos e precisam ser minimizadas; |
| 7 | A matéria-prima deve ser proveniente de fontes inesgotáveis; |
| 8 | Deve-se desenhar a metodologia de modo a não precisar de derivatizações como grupos de proteção; |
| 9 | Reagentes catalíticos são sempre superiores a reagentes estequiométricos; |
| 10 | Os produtos químicos devem ser desenhados de maneira que, depois de usados, não persistam no ambiente e seus produtos de degradação sejam inócuos; |
| 11 | Métodos analíticos devem ser desenvolvidos para monitorar o processo em tempo real controlando, a priori, a formação de substâncias perigosas; |
| 12 | As substâncias e a forma como são usadas no processo químico devem minimizar o potencial de acidentes. |

Baseado nesses princípios da Química Verde e no intuito de diminuir a produção e melhorar a gestão dos resíduos químicos, tem-se um conjunto de cinco palavras que começam com a letra “R”, conhecidas como Princípios dos 5R’s que denotam ações e práticas possíveis de serem aplicadas no cotidiano (tabela 5).

Tabela 5 – Princípios dos 5R’s.

| PRINCÍPIOS DOS 5R’S | | | | |
|--|--|---|--|--|
| REPENSAR A necessidade e os padrões de consumo, bem como a forma de descarte dotado. | RECUSAR Possibilidades de consumo desnecessário e produtos que gerem impactos ambientais significativos. | REDUZIR Evitar desperdícios, consumir menos, preferir produtos com menor potencial de geração de resíduos e maior durabilidade. | REUTILIZAR Evitar jogar no lixo o que não é lixo. Reaproveitar tudo o que for possível. Ser criativo na utilização dos produtos. | RECICLAR Transformar materiais usados em matérias-primas para outros produtos por meio de processos industriais ou artesanais. |

O cenário atual do desenvolvimento mundial necessita de profissionais mais preocupados com o meio ambiente, e que estes sejam fundamentais no processo de crescimento sustentável incorporando a Química Verde como parte da sua formação (PANHO, 2016, p. 21).

2.4 Resíduos químicos no ensino

As instituições de ensino superior também são geradoras de resíduos, principalmente os químicos e biológicos, sendo o volume de resíduos gerado nas aulas experimentais, projetos de pesquisa ou extensão e Trabalhos de Conclusão de Curso, se tornando então uma preocupação das instituições a produção desses resíduos.

Os resíduos químicos de laboratório gerados por atividades de pesquisa e/ou ensino nas universidades e centros de pesquisa começaram a ser uma preocupação no Brasil a partir da década de 90, sendo que até então não havia se pensado num gerenciamento adequado para os mesmos (MARINHO; BOZELLI; ESTEVES, 2011, p. 2).

Os órgãos de proteção ambiental, muitas vezes, esquecem-se daqueles que geram uma quantidade menor de resíduos, tais como instituições de ensino e de pesquisa, laboratórios de análises bioquímicas e físico-químicas, que normalmente são considerados pelos órgãos fiscalizadores como atividades não impactantes, e assim sendo, são pouco fiscalizados quanto ao descarte de seus rejeitos químicos (JARDIM, 1997, p. 2).

O papel de destaque assumido pelas Instituições de Ensino Superior no que diz respeito a conscientização no processo de desenvolvimento tecnológico e na formação dos estudantes deve ser utilizado também para construir o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa (TAUCHEN, BRANDLI, 2006, p. 503).

É consenso entre professores de Química a importância que a experimentação desempenha no processo de ensino-aprendizagem. Vários reagentes são utilizados em aulas experimentais, estes podem transformar-se em materiais que, em função de sua toxicidade e de possíveis danos ao ambiente, não devem ser descartados em lixo comum ou em redes de esgoto. Por isso, os resíduos devem ser recuperados para reutilização ou descartados de forma adequada (MACHADO; MÓL, 2008, p. 38).

O tratamento dos resíduos em Instituições de Ensino Superior é muito importante, tanto pela redução de gastos com empresas que fazem o recolhimento para destinar esses

resíduos, como também a preocupação de continuar formando profissionais de qualidade com pouco impacto ao meio ambiente.

Algumas universidades já possuem um planejamento de gerenciamento de resíduos químicos. De acordo com Gonçalves et al. (2010, p. 80) a Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Campus* Francisco Beltrão, UTFPR-FB enquanto geradora de resíduos originários das diferentes atividades desenvolvidas pela instituição, se conscientizou das suas responsabilidades ao nível educacional, ético e social, adotando metodologias de gestão de resíduos visando a prevenção, redução, tratamento e destino final adequado.

2.4.1 Curso de química licenciatura UFFS/Realeza

A Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) é uma instituição de ensino superior pública. Criada pela Lei Nº 12.029, de 15 de setembro de 2009. A UFFS abrange mais de 400 municípios da Mesorregião Grande Fronteira Mercosul – Sudoeste do Paraná, Oeste de Santa Catarina e Noroeste do Rio Grande do Sul. Ao todo possui 6 *campi* sendo eles situados nas cidades de Cerro Largo (RS), Chapecó (SC), Erechim (RS), Laranjeiras do Sul (PR), Passo Fundo (RS) e Realeza (PR).

A UFFS/Realeza possui 6 cursos de graduação, entre eles o curso de Química – Licenciatura, este curso iniciou suas atividades no ano de 2013. Com o intuito de formar professores nessa área que tem um déficit de profissionais na região. Porém já no ano de 2010 quando a universidade entrou em funcionamento havia o curso de Ciências Naturais - Licenciatura que em 2013 deixou de existir e foi então separado em três outros cursos: Química - Licenciatura, Física - Licenciatura e Ciências Biológicas - Licenciatura.

O curso de Química Licenciatura tem duração de 5 anos (10 semestres) e possui em sua grade curricular várias disciplinas experimentais de Química, sendo elas: Química Geral, Química Inorgânica, Química Analítica Qualitativa, Química Analítica Quantitativa, Química Orgânica e Físico-Química.

Os resíduos gerados nessas disciplinas experimentais são gerenciados por um Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Laboratórios que foi criado somente no ano de 2015, cinco anos após a implantação da universidade e do curso, sendo que já haviam disciplinas experimentais desde o início dos cursos, porém mesmo antes da criação do plano os resíduos gerados até a contratação da empresa responsável no ano de 2013 foram armazenados e então entregues para tratamento e disposição

O Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Laboratórios da UFFS (2015, p. 8) traz uma gestão para os resíduos gerados nos laboratórios do *campus* Realeza/PR. A gestão está exposta na figura 2.

Figura 2 – Gestão de resíduos do *Campus* Realeza.



Legenda: Etapas em azul (1, 2 e 4): são realizadas pela universidade. Etapa em laranja (3): não é realizada o tratamento dos resíduos pela universidade. Etapa em vermelho (5): entregue a empresa responsável.

Fonte: UFFS (2015) modificado.

O processo de segregação, acondicionamento identificação transporte e armazenamento são realizados pela equipe de técnicos dos laboratórios da UFFS/Realeza, a etapa de tratamento está na gestão dos resíduos químicos porém consta que a universidade não realiza tratamento dos resíduos químicos na universidade, então o resíduo químico sai da UFFS/Realeza por meio da empresa contratada e esta realiza a disposição final.

De acordo com este Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Laboratórios da UFFS (2015, p. 19), os resíduos são divididos em diferentes tipos para separação no laboratório. As classes são as seguintes: Classe 1 – Explosivos, Classe 2 – Gases, Classe 3 - Líquidos Inflamáveis, Classe 4 - Sólidos Inflamáveis, Classe 5 – Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos, Classe 6 – Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes, Classe 7 - Materiais Radioativos, Classe 8 – Corrosivos, Classe 9 - Substâncias Perigosas Diversas.

Nas seis disciplinas experimentais do Curso de Química é gerado um volume de resíduos que ao final das disciplinas é entregue pela equipe de técnicos dos laboratórios a empresa responsável pela destinação final.

Dessa forma, faz-se necessária uma proposta de gerenciamento dos resíduos químicos produzidos na UFFS, pensando em como deve ser feita a separação dos resíduos de uma

forma segura, análise dos resíduos para possível tratamento para cada tipo de resíduo, analisando a possibilidade de reutilização de alguns reagentes em outras práticas ou tratamento para redução do volume gerado, e portanto, para posterior destinação final para empresa responsável pela descarte.

3 METODOLOGIA

Com o intuito de realizar um levantamento dos resíduos gerados nos laboratórios da UFFS/Realeza, foi realizada uma pesquisa qualitativa a partir das apostilas experimentais disponibilizadas pelos professores ministrantes de cada disciplina ofertadas no ano de 2017, incluindo o 1º e 2º semestre. Com posse das apostilas foram analisados os reagentes e produtos gerados a partir das possíveis reações.

Os possíveis tratamentos foram pensados baseando-se nos produtos de solubilidade (Kps) de cada composto presente no resíduo, baseado em estudos de Foldes (1973).

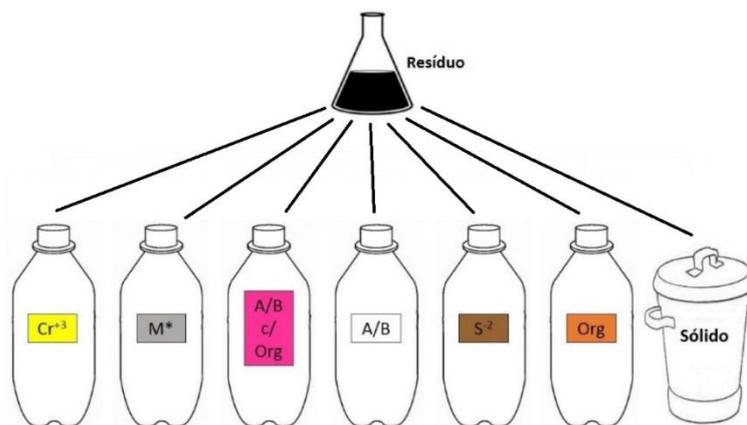
Outro levantamento é quanto ao volume de resíduos gerados nas disciplinas por semestre que são ofertadas, e a partir disto calcular o gasto que a Universidade possui com o descarte do mesmo e comparar com o valor do tratamento dos resíduos além de verificar a proporção de redução do volume de resíduos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise das apostilas utilizadas nas disciplinas experimentais do curso de Química Licenciatura foram elencados todos os reagentes e produtos utilizados e gerados em cada disciplina e aula.

Com base nisto, propomos a separação dos resíduos (Figura 2), de acordo com a reatividade e nas propriedades dos compostos presentes, verificando também os limites permitidos de cada classe de resíduo no ambiente.

Figura 3 – Separação proposta dos resíduos.



Legenda: Cr^{+3} (resíduos contendo cromo), M^* (metais), A/B c/ Org (com indicador orgânico), A/B (ácido base), S^{-2} (sulfeto), Org (orgânicos), Sólido (não contaminados).

Fonte: Produção do próprio autor.

As siglas em cada frasco na figura 3 correspondem ao tipo de resíduo proposto para a separação. O objetivo da separação é possibilitar o tratamento posterior.

De acordo com a classificação proposta acima, os resíduos de cada disciplina estão expostos na tabela 4 abaixo baseados no estudo realizado através das apostilas das disciplinas e os procedimentos experimentais que constam nos anexos deste trabalho. Na tabela abaixo estão todas as aulas realizadas em cada disciplina e ao lado a classificação de cada tipo de resíduos.

Tabela 6 – Relação das aulas das disciplinas experimentais com reagentes e produtos gerados.

| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe |
|---------------|---|---|-------------------|
| Química Geral | [GE1] Pesagem, medidas de temperatura e manuseio com recipientes volumétricos | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ | Sólido |
| | | $\text{NaCl}_{(s)}$ | Sólido |
| | [GE2] Calibração de vidrarias | $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ | Sistema de esgoto |
| | [GE3] Densidade e viscosidade | $\text{NaCl}_{(aq)}$, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3_{(s)}$ | A/B |
| | | $\text{Zn}_{(s)}$ | M |
| | [GE4] Solubilidade | $\text{CHCl}_3_{(aq)}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ | Org |
| | | $\text{CHCl}_3_{(aq)}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ | Org |
| | | $\text{CHCl}_3_{(aq)}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, C_{10}H_8 | Org |
| | | $\text{CHCl}_3_{(aq)}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{I}_{(s)}$ | Org |
| | | $\text{CHCl}_3_{(aq)}$, $\text{I}_{(s)}$ | Org |
| | [GE5] Adsorção de corantes | $\text{C}_{24}\text{H}_{27}\text{N}_2\text{O}_{13}$, carvão vegetal | Sólido |

| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe | |
|---|---|---|---|---|
| Química Geral | | $C_{24}H_{27}N_2O_{13}$, carvão ativo | Sólido | |
| | [GE6] Cromatografia em papel | $CHCl_3(aq)$, caneta hidrocor | Org | |
| | [GE7] Teste de chama | Algodão, $CH_3CH_2OH(l)$, $Li(s)$, $K(s)$, $Na(s)$, $Mg(s)$, $Ca(s)$, $Sr(s)$, $Ba(s)$, $B(s)$, $Cu(s)$ | Sólido | |
| | [GE8] Reatividade dos metais | | $Al(s)$, $Cu(s)$, $Mg(s)$, $Zn(s)$, $CH_3COOH(aq)$ | M |
| | | | $Al(s)$, $Cu(s)$, $Mg(s)$, $Zn(s)$, HCl , $AlCl_3(aq)$, $CuCl_2(aq)$, $MgCl_2(aq)$, $ZnCl_2(aq)$ | M |
| | | | $Al(s)$, $Cu(s)$, $Mg(s)$, $Zn(s)$, $NaOH$, $Al(OH)_3(aq)$, $Cu(OH)_2(aq)$, $Mg(OH)_2(aq)$, $Zn(OH)_2(aq)$ | M |
| | | | $Al(s)$, $Cu(s)$, $Mg(s)$, $Zn(s)$, HNO_3 , $Al(NO_3)_3(aq)$, $Cu(NO_3)_2(aq)$, $Mg(NO_3)_2(aq)$, $Zn(NO_3)_2(aq)$ | M |
| | [GE9] Reações químicas | | $NaCl(aq)$, $AgNO_3(aq)$, $NaNO_3(aq)$, $AgCl(s)$ | M |
| | | | $FeCl_3(aq)$, $NaOH(aq)$, $Fe(OH)_3(aq)$ | M |
| | | | $Cu(s)$, $AgNO_3(aq)$, $Ag(s)$, $Cu(NO_3)_2(aq)$ | M |
| | | | $Fe(s)$, $CuSO_4$ | M |
| | [GE9] Reações químicas | | $CaCO_3$, HCl , $CaCl_2$ | M |
| | | | $Al(s)$, $HCl(aq)$, $AlCl_3(aq)$ | M |
| | | | $FeCl_3(aq)$, $NH_4SCN(aq)$, $Fe(SCN)NH_3Cl(aq)$ | M |
| | [GE10] Preparo e diluição de soluções | $HCl(aq)$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O(aq)$ | M | |
| [GE11] Síntese de um composto inorgânico: sulfato de cobre | $C_2H_6O(l)$, $Cu(s)$, $H_2SO_4(aq)$, H_2O_2 , $CuSO_4(s)$ | M | | |
| [GE12] Termoquímica | | $CuSO_4 \cdot 5H_2O(aq)$ | M | |
| | | $NaOH(aq)$ | A/B | |
| | | $CH_4N_2O(aq)$ | Org | |
| | | $NaOH(aq)$, $HCl(aq)$, $NaCl(aq)$ | A/B | |
| Química Inorgânica | [QI1] Síntese inorgânica: síntese de um sal e de um óxido | $Cu(s)$, $CuO(s)$ | Sólido | |
| | | $ZnCO_3(s)$, $ZnO(s)$ | Sólido | |
| | | $NaHCO_3$, HCl , (evapora), $NaCl$ | Sólido | |
| | [QI2] Reações entre ânions e cátions em meio aquoso | Zn^{+2} com: PO_4^{-2} , OH^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SCN^- , I^- , $C_2O_4^{-2}$, CH_3COO^- , NO_3^- , Cl^- , HNO_3 | M | |
| | | Cu^{+2} com: PO_4^{-2} , OH^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SCN^- , I^- , $C_2O_4^{-2}$, CH_3COO^- , NO_3^- , Cl^- , HNO_3 | M | |
| | | Ni^{+2} com: PO_4^{-2} , OH^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SCN^- , I^- , $C_2O_4^{-2}$, CH_3COO^- , NO_3^- , Cl^- , HNO_3 | M | |
| | | Co^{+2} com: PO_4^{-2} , OH^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SCN^- , I^- , $C_2O_4^{-2}$, CH_3COO^- , NO_3^- , Cl^- , HNO_3 | M | |
| | | Fe^{+3} com: PO_4^{-2} , OH^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SCN^- , I^- , $C_2O_4^{-2}$, CH_3COO^- , NO_3^- , Cl^- , HNO_3 | M | |
| Mn^{+2} com: PO_4^{-2} , OH^- , SO_4^{-2} , CO_3^{-2} , SCN^- , I^- , $C_2O_4^{-2}$, CH_3COO^- , NO_3^- , Cl^- , HNO_3 | M | | | |

| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe |
|--|---|--|---------------|
| Química Inorgânica | | $\text{Cr}^{+3}_{(\text{aq})}$ com: $\text{PO}_4^{-2}_{(\text{aq})}$, $\text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$, $\text{SO}_4^{-2}_{(\text{aq})}$, $\text{CO}_3^{-2}_{(\text{aq})}$, $\text{SCN}^{-}_{(\text{aq})}$, $\text{I}^{-}_{(\text{aq})}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{-2}_{(\text{aq})}$, $\text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})}$, $\text{NO}_3^{-}_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$, $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$ | Cr |
| | [QI3] Rendimento de uma reação de precipitação | $\text{K}_2\text{CrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$, $\text{BaCrO}_{4(\text{s})}$ | Cr |
| | [QI4] Ciclo de reações do cobre | $\text{Cu}_{(\text{s})}$, $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{Cu}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ | M |
| | | $\text{CuO}_{(\text{s})}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{CuSO}_{4(\text{aq})}$, $\text{Zn}_{(\text{s})}$ | M |
| | | $\text{ZnSO}_{4(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$, $\text{Cu}_{(\text{s})}$ | M |
| | [QI5] Preparo de soluções e titulação volumétrica | $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_{4(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$ | Org |
| | | $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$, $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ | A/B c/ Org |
| | | $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$ | A/B c/ Org |
| | [QI6] Metais alcalinos e metais alcalinos terrosos | $\text{Na}_{(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$ | A/B c/ Org |
| | | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{l})}$, $\text{Na}_{(\text{aq})}$ | M |
| | | $\text{NaNO}_{3(\text{aq})}$, $\text{NaCH}_3\text{COO}_{(\text{aq})}$, $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$, $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ | M |
| | | $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$, $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$ | A/B c/ Org |
| | | $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$, CO_2 , $\text{CaCO}_{3(\text{aq})}$ | A/B c/ Org |
| | | $\text{MgCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{CaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{SrCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{MgSO}_{4(\text{aq})}$, $\text{CaSO}_{4(\text{aq})}$, $\text{SrSO}_{4(\text{aq})}$, $\text{BaSO}_{4(\text{aq})}$ | M |
| | | $\text{MgCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{CaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{SrCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{K}_2\text{CrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{MgCrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{CaCrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{SrCrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{BaCrO}_{4(\text{aq})}$ | Cr |
| | [QI7] Boro | $\text{H}_3\text{BO}_{3(\text{aq})}$ | A/B |
| | | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7_{(\text{aq})}$, $\text{NaF}_{(\text{aq})}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{BF}_{3(\text{aq})}$, $\text{CaSO}_{4(\text{aq})}$, $\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{B}(\text{OCH}_3)_3_{(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ | M |
| | | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7_{(\text{aq})}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{CH}_4\text{O}_{(\text{l})}$, $\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ | M |
| | | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7_{(\text{aq})}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_{4(\text{l})}$ | A/B c/ Org |
| | [QI8] Síntese de um sal duplo de alumínio – cristalização | $\text{Al}_{(\text{s})}$, $\text{KOH}_{(\text{aq})}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]_{(\text{aq})}$, $\text{Al}(\text{OH})_3_{(\text{aq})}$, $\text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$, $\text{Al}_2\text{SO}_4_{(\text{aq})}$, $\text{K}[\text{Al}(\text{SO}_4)_2] \cdot 12\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}$, $\text{H}_2_{(\text{g})}$ | M |
| [QI9] Halogênios: determinação de uma fórmula química – a reação do iodo com zinco | $\text{Zn}_{(\text{s})}$, $\text{I}_{(\text{s})}$, $\text{CH}_4\text{O}_{(\text{l})}$, (evapora) | Gás | |
| | $\text{ZnI}_{2(\text{s})}$ | Sólido | |
| [QI10] Equilíbrio cromato / dicromato | $\text{K}_2\text{CrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ | Cr | |
| | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7_{(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ | Cr | |
| | $\text{K}_2\text{CrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$, $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{BaCrO}_{4(\text{aq})}$, $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$, $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ | Cr | |
| | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7_{(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{BaCrO}_{4(\text{aq})}$ | Cr | |

| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe |
|-----------------------------------|--|---|---------------|
| Química Inorgânica | [QI11] Indicadores ácido base aquosos | $C_{27}H_{30}O_5S$, $C_{19}H_{10}Br_4O_5S$, $C_{15}H_{15}N_3O_2$, $C_{21}H_{14}Br_4O_5S$, $C_{20}H_{14}O_{4(l)}$, $C_{24}H_{28}N_3Cl$ e $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$, soluções tampão de pH 1 à 12 | A/B c/ Org |
| | [QI12] A química redox do vanádio | $NH_4VO_3(s)$, $H_2SO_{4(aq)}$ | M |
| | | $NH_4VO_3(s)$, $H_2SO_{4(aq)}$, $Na_2SO_3(s)$, $VO_2^+(aq)$ | M |
| | | $NH_4VO_3(s)$, $H_2SO_{4(aq)}$, $Sn(s)$, $V^{+3}(aq)$, $Sn^{+2}(aq)$ | M |
| | $NH_4VO_3(s)$, $H_2SO_{4(aq)}$, $Zn(s)$, $V^{+2}(aq)$, $Zn^{+2}(aq)$ | M | |
| Química Analítica Qualitativa | [QL1] Avaliação do princípio de Le Chatelier em equilíbrio químico - cloreto de cobalto; | $CoCl_2 \cdot 6H_2O(s)$, $HCl(aq)$ | M |
| | [QL2] Avaliação do princípio de Le Chatelier em equilíbrio químico – fenolftaleína; | $HCl(aq)$, $NaOH(aq)$, $C_{20}H_{14}O_{4(l)}$ | A/B c/ Org |
| | [QL3] Avaliação do princípio de Le Chatelier em equilíbrio químico - ionização da amônia; | $C_{21}H_{38}ClN(aq)$, $C_{20}H_{14}O_{4(l)}$ | Org |
| | [QL4] Avaliação do princípio de Le Chatelier em equilíbrio químico - hidrólise do íon carbonato. | $NaHCO_3(s)$, $CH_3COOH(aq)$, $C_{20}H_{14}O_{4(l)}$ | A/B c/ Org |
| | [QL5] Reação de identificação de alguns cátions | $NH_4^+(aq)$, $NaOH(aq)$, $NH_3(g)$ | A/B |
| | | $Mg^{+2}(aq)$, $NH_4Cl(aq)$, $NH_4OH(aq)$, $(NH_4)_2HPO_4(aq)$, $Mg(NH_4)PO_4(s)$ | M |
| | | $Ca^{+2}(aq)$, $(NH_4)_2C_2O_4(aq)$, $CaC_2O_4(s)$ | M |
| | | $Fe^{+3}(aq)$, $NH_4SCN(aq)$, $Fe(SCN)_3(s)$ | M |
| | | $Al^{+3}(aq)$, $NH_4OH(aq)$, $Al(OH)_3(aq)$ | M |
| | | $Ni^{+2}(aq)$, $NH_4OH(aq)$, $C_4H_8N_2O_2$, $C_4H_8O_2N_2Ni(s)$ | M |
| | | $Zn^{+2}(aq)$, $CH_3COOH(aq)$, $Na_2S(aq)$, $ZnS(s)$ | M |
| | | $Ba^{+2}(aq)$, $K_2CrO_4(aq)$, $BaCrO_4(s)$ | Cr |
| | | $Sr^{+2}(aq)$, $(NH_4)_2SO_4(aq)$, $SrSO_4(s)$ | M |
| | | $Co^{+2}(aq)$, $NH_4SCN(aq)$, $[Co(SCN)_4]^{-2}(aq)$ | M |
| [QL6] Identificação do grupo IIIA | $NH_4Cl(aq)$, $NH_4OH(aq)$ | A/B | |
| | $Fe(OH)_3(aq)$, $HCl(aq)$, $NH_4SCN(aq)$, $Fe(SCN)_3(s)$ | M | |
| | $[Al(OH)_4]^{-}(aq)$, $HCl(aq)$, $NH_4OH(aq)$, $Al(OH)_3(s)$ | M | |
| | $CrO_4^{-2}(aq)$, $BaCl_2(aq)$, $BaCrO_4(aq)$ | Cr | |
| [QL7] Identificação do grupo IIIB | $NH_4Cl(aq)$, $NH_4OH(aq)$, $Na_2S(aq)$ | S^{2-} | |
| | $Mn^{+2}(aq)$, $NaOH(aq)$, $H_2O_2(aq)$, $Mn(OH)_2(s)$ | M | |
| | $Co^{+2}(aq)$, $NH_4SCN(aq)$, $[Co(SCN)_4]^{-2}(aq)$ | M | |
| | $Ni^{+2}(aq)$, $NH_4Cl(aq)$, $NH_4OH(aq)$, $C_4H_8N_2O_2$, | M | |

| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe | |
|---|---|---|---|-----|
| Química Analítica Qualitativa | | Ni(OH) _{2(s)} | | |
| | | Zn ⁺² _(aq) , CH ₃ COOH _(aq) , Na ₂ S _(aq) , ZnS _(s) | S ²⁻ | |
| | [QL8] Identificação do grupo IV | | NH ₄ Cl _(aq) , NH ₄ OH _(aq) , (NH ₄) ₂ CO _{3(aq)} , | M |
| | | | Ba ⁺² _(aq) , K ₂ CrO _{4(aq)} , BaCrO _{4(s)} | Cr |
| | | | Sr ⁺² _(aq) , (NH ₄) ₂ SO _{4(aq)} , SrSO _{4(s)} | M |
| | | | Ca ⁺² _(aq) , (NH ₄) ₂ C ₂ O _{4(aq)} , CH ₃ COOH _(aq) , CaC ₂ O _{4(s)} | M |
| | | | Mg ⁺² _(aq) , NH ₄ Cl _(aq) , NH ₄ OH _(aq) , (NH ₄) ₂ HPO _{4(aq)} , MgHPO _{4(s)} | M |
| | | | NH ₄ ⁺ _(aq) , NaOH _(aq) , NH _{3(g)} | A/B |
| | [QL9] Classificação analítica dos Ânions – Testar a presença de oxidantes – Testar a presença de redutores | | HCl _(aq) , KI _(aq) , NO ₂ ⁻ _(aq) , I _{2(s)} | M |
| | | | HCl _(aq) , KI _(aq) , CrO ₄ ⁻² , I _{2(s)} , Cr ⁺³ _(aq) | Cr |
| | | | HCl _(aq) , KI _(aq) , IO ₃ ⁻ , I _{2(s)} | M |
| | | | H ₂ SO _{4(aq)} , KMnO _{4(aq)} , I ⁻ _(aq) , I _{2(s)} , Mn ⁺² _(aq) | M |
| | [QL9] Classificação analítica dos Ânions – Testar a presença de oxidantes – Testar a presença de redutores | | H ₂ SO _{4(aq)} , KMnO _{4(aq)} , Br ⁻ _(aq) , Br _{2(s)} , Mn ⁺² _(aq) | M |
| | | | H ₂ SO _{4(aq)} , KMnO _{4(aq)} , SO ₃ ⁻² _(aq) , Mn ⁺² _(aq) | M |
| | [QL10] Tratamento de misturas | | Cl ⁻ _(aq) , Br ⁻ _(aq) , I ⁻ _(aq) , PO ₄ ⁻³ _(aq) , NO ₃ ⁻ _(aq) , NO ₂ ⁻ _(aq) , SO ₄ ⁻² _(aq) , CH ₃ COOH _(aq) , CO ₃ ⁻² _(aq) , AgNO _{3(aq)} , HNO _{3(aq)} , NH ₄ OH _(aq) , AgBr _(s) , AgCl _(s) , AgI _(s) , Ag ₂ CO _{3(s)} , Ag ₃ PO _{4(s)} , AgNO _{3(s)} | M |
| | | Cl ⁻ _(aq) , Br ⁻ _(aq) , I ⁻ _(aq) , PO ₄ ⁻³ _(aq) , NO ₃ ⁻ _(aq) , NO ₂ ⁻ _(aq) , SO ₄ ⁻² _(aq) , NH ₄ OH _(aq) , BaCl _{2(aq)} , HCl _(aq) , BaCO _{3(aq)} , BaSO _{4(aq)} , Ba ₃ (PO ₄) _{2(aq)} | M | |
| [QL11] Cromatografia em papel | | C ₂ H ₆ O _(l) | Org | |
| Química Analítica Quantitativa | [QT1] Análise Gravimétrica | Resíduo reciclável comum grupo D | Sólido | |
| | [QT2] Método de Mohr | AgNO _{3(aq)} , NaCl _(aq) , K ₂ CrO _{4(aq)} , AgCl _(s) | Cr | |
| | | K ₂ CrO _{4(aq)} , CaCO _{3(aq)} | Cr | |
| | | NaCl _(aq) , K ₂ CrO _{4(aq)} , AgNO _{3(aq)} , AgCl _(s) | Cr | |
| | [QT3] Método de Volhard | NH ₄ SCN _(aq) , AgNO _{3(aq)} , HNO _{3(aq)} , AgSCN _(s) | M | |
| | | NaCl _(aq) , HNO _{3(aq)} , AgNO _{3(aq)} , NH ₄ Fe(SO ₄) _{2(aq)} , AgCl _(s) | M | |
| | [QT4] Análise titulométrica de neutralização | Na ₂ CO _{3(aq)} , C ₁₄ H ₁₄ N ₃ NaO ₃ S, HCl _(aq) , | A/B c/ Org | |
| | | NaOH _(aq) , HCl _(aq) , C ₂₀ H ₁₄ O _{4(l)} | A/B c/ Org | |
| | [QT5] Determinação do ácido acético no vinagre Determinação da acidez de vinho Determinação do ácido cítrico dos frutos | CH ₃ COOH _(aq) , C ₂₀ H ₁₄ O _{4(l)} , NaOH _(aq) | A/B c/ Org | |
| | | C ₄ H ₆ O _{6(l)} , C ₂₀ H ₁₄ O _{4(l)} , NaOH _(aq) | A/B c/ Org | |
| C ₆ H ₈ O _{7(aq)} , C ₂₀ H ₁₄ O _{4(l)} , NaOH _(aq) | | A/B c/ Org | | |

| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe |
|--|---|---|---------------|
| Química Analítica Quantitativa | Determinação do hidróxido de magnésio no leite de magnésia | $Mg(OH)_{2(aq)}$, $HCl_{(aq)}$, $C_{20}H_{14}O_{4(l)}$, $MgCl_{2(aq)}$, | A/B c/ Org |
| | [QT6] Análise titulométrica de complexação Preparo da solução Mg-EDTA | $CaCO_{3(aq)}$, $HCl_{(aq)}$, $Na_2H_{14}N_2O_8 \cdot 2H_2O_{(aq)}$, $C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$, EDTA | A/B c/ Org |
| | | $MgSO_4 \cdot 7H_2O_{(aq)}$, EDTA, $NaOH_{(aq)}$, $C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$ | M |
| | [QT7] Determinação da dureza de uma amostra de água | $Ca^{2+}_{(aq)}$, $C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$, Tampão pH 10, EDTA | A/B c/ Org |
| | [QT8] Determinação de cálcio no leite – amostra de leite em pó Amostras de leite in natura | Leite em pó, Tampão pH 10, Mg-EDTA, $C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$ | A/B c/ Org |
| | | Leite, Tampão pH 10, $KCN_{(aq)}$, $Mg^{+2}_{(aq)}$, NET, EDTA | A/B c/ Org |
| | [QT9] Análise titulométrica de oxirredução – iodimetria e iodometria Análise do comprimido de vitamina C Determinação do cloro ativo em alvejante | $KIO_3_{(aq)}$, $KI_{(aq)}$, $HCl_{(aq)}$, $Na_2S_2O_3_{(aq)}$, $C_6H_{10}O_5_{(aq)}$ | M |
| | | $I_{2(aq)}$, $KIO_3_{(aq)}$, $Na_2S_2O_3_{(aq)}$, $C_6H_{10}O_5_{(aq)}$ | M |
| | | $C_6H_8O_6_{(aq)}$, $I_{2(aq)}$, $C_6H_{10}O_5_{(aq)}$ | M |
| | | $Cl_{(aq)}$, $KI_{(aq)}$, $H_2SO_{4(aq)}$, $Na_2S_2O_3_{(aq)}$, $C_6H_{10}O_5_{(aq)}$ | M |
| | [QT10] Permanganometria | $Na_2C_2O_4_{(aq)}$, $H_2SO_{4(aq)}$, $KMnO_4_{(aq)}$, $Mn^{+2}_{(aq)}$ | M |
| [QT11] Determinação do teor de H_2O_2 em amostra de água oxigenada | $H_2O_2_{(aq)}$, $H_2SO_{4(aq)}$, $KMnO_4_{(aq)}$, $Mn^{+2}_{(aq)}$ | M | |
| Química Orgânica | [OG1] A química do bafômetro | Etanol, $K_2Cr_2O_7_{(aq)}$, $H_2SO_4_{(aq)}$, $Cr_2SO_4_{(aq)}$, $K_2SO_4_{(aq)}$ | Cr |
| | [OG2] Arco íris de lipídeos | $HCl_{(aq)}$, $KBr_{(aq)}$, $NaClO_{(aq)}$, Suco de Tomate, $NaBr_{(aq)}$, $NaClO_3_{(aq)}$ | A/B |
| | [OG3] Extração do ácido acetil salicílico | $C_2H_6O_{(aq)}$, $C_9H_8O_{4(s)}$, $CH_2Cl_2_{(aq)}$, $NaOH_{(aq)}$, $HCl_{(aq)}$, $MgSO_4_{(aq)}$ | Org |
| | [OG4] Extração de pigmentos do espinafre | $C_{40}H_{56(aq)}$, $C_3H_6O_{(aq)}$, $C_{32}H_{66}O_{11(aq)}$, $NaCl$, $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$ | Org |
| | [OG5] Preparação do acetato de isoamila | $CH_3COOH_{(aq)}$, $C_5H_{12}O_{(aq)}$, $H_2SO_4_{(aq)}$, $NaHCO_3_{(aq)}$, $Na_2SO_4_{(aq)}$ | Org |
| | [OG6] Cola de caseína | $NaHCO_3_{(aq)}$, Leite, $CH_3COOH_{(aq)}$ | Org |
| Físico-Química | [FQ1] Densidade dos sólidos e líquidos | $C_2H_6O_{(l)}$ | Org |
| | [FQ2] Determinação do volume molar dos gases | $HCl_{(aq)}$, $Mg_{(s)}$, $C_6H_8O_6_{(s)}$, $MgCl_2_{(aq)}$, $CO_2_{(g)}$ | M |
| | [FQ3] Lei de Graham | Algodão, $HCl_{(aq)}$, $NH_4OH_{(aq)}$, $NH_4Cl_{(g)}$ | Sólido |
| | [FQ4] Determinação e correção da temperatura de ebulição | $C_2H_6O_{(l)}$ | Org |
| | [FQ5] Líquidos parcialmente miscíveis | $C_6H_6O_{(s)}$ | Org |
| | [FQ6] Adsorção do ácido acético em carvão ativado | $CH_3COOH_{(aq)}$, $NaOH_{(aq)}$, $C_{20}H_{14}O_{4(l)}$, $CH_3COONa_{(aq)}$ | A/B c/ Org |
| | | Carvão ativado, $CH_3COOH_{(aq)}$ | Org |
| [FQ7] Lei de Hess | $NaOH$, HCl , $NaCl$ | A/B | |

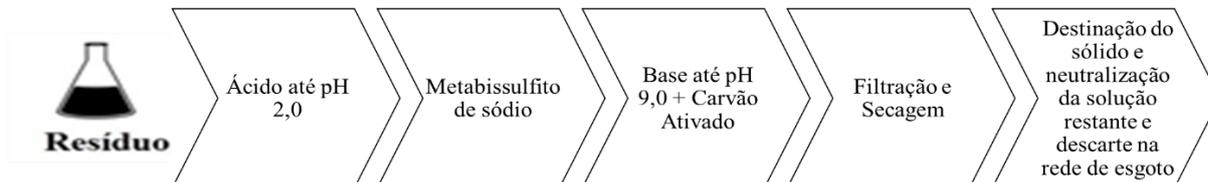
| Disciplina | Aula | Reagentes/Produtos | Classe |
|---|--|--|--------|
| Físico-Química | [FQ8] Determinação da entropia de reação | Zn _(s) , HCl _(aq) , ZnCl _{2(s)} | M |
| | [FQ9] Ordem de reação e equação de Arrhenius | H ₂ C ₂ O _{4(aq)} , H ₂ SO _{4(aq)} , KMnO _{4(aq)} , MnSO _{4(aq)} , K ₂ SO _{4(aq)} | M |
| | [FQ10] Tipos de eletrodos | Zn _(s) , ZnSO _{4(aq)} | M |
| | | Zn _(s) , CuSO _{4(aq)} , Cu _(s) , ZnSO _{4(aq)} | M |
| | | Fe _(s) , CuSO _{4(aq)} , Cu _(s) , FeSO _{4(aq)} | M |
| Cu _(s) , AgNO _{3(aq)} , Cu(NO ₃) _{2(aq)} , Ag _(s) | | M | |

Fonte: Produção do próprio autor.

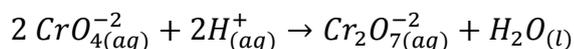
O tratamento para cada tipo de resíduo foi pensado para diminuir o volume encaminhado para disposição final, e diminuir o impacto ambiental causado pela quantidade de resíduos produzida pela universidade.

4.1 Resíduo contendo cromo

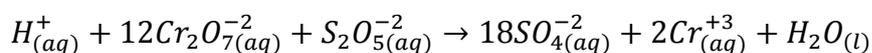
Figura 4 – Passos para o tratamento de resíduo contendo cromo.



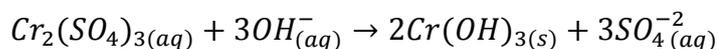
O tratamento para os resíduos contendo cromo é feito com a adição de ácido ao resíduo até que o pH fique próximo de 2,0 deslocando o equilíbrio de cromato para dicromato como segue a equação:



Após essa etapa adiciona-se Metabissulfito de sódio que é um agente redutor, esse composto faz com que o cromo que está hexavalente passe a cromo trivalente que é estável e menos tóxico. A equação que mostra essa redução é a seguinte:



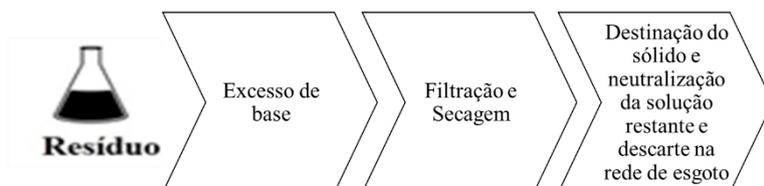
Segue-se com a adição de carvão ativado e cal virgem para elevar o pH da solução a 9,0 que é o ponto de precipitação do Cr(III) na forma de hidróxido, conforme reação representada pela equação:



O precipitado resultante de hidróxido de cromo é filtrado, o papel filtro é seco em estufa e disposto em lixeira para resíduos sólidos e a solução é neutralizada e descartada.

4.2 Resíduo contendo metais

Figura 5 – Passos para o tratamento de resíduo contendo metais.

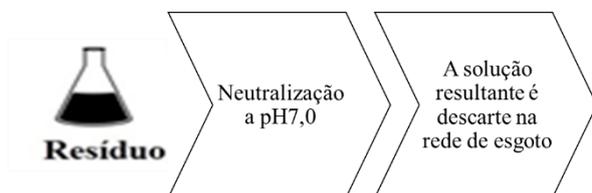


O tratamento dos resíduos de metais sem presença de cromo é realizada pela adição de um excesso de base, de modo que todos os metais precipitem na forma de hidróxido.

O precipitado formado é filtrado, o papel filtro é seco em estufa e a solução restante é neutralizada e descartada na rede de esgoto sob água corrente.

4.3 Resíduo ácido-base

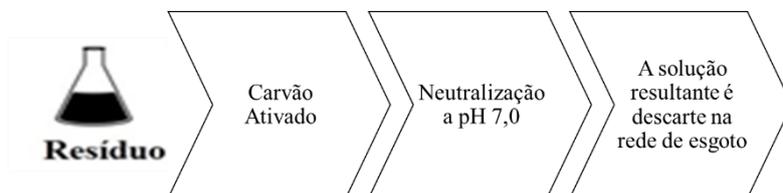
Figura 6 – Passos para o tratamento de resíduo ácido-base.



Os resíduos de ácido-base não oferecem risco, portanto o pH da solução é neutralizado a 7,0 e a solução é descartada na rede de esgoto sob água corrente.

4.4 Resíduo ácido-base com presença de orgânicos (indicadores)

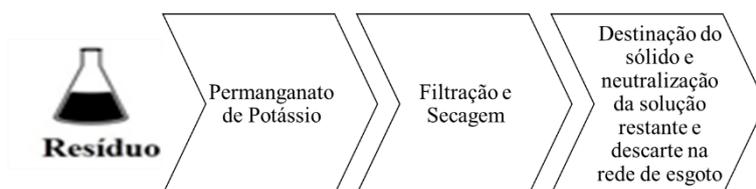
Figura 7 – Passos para o tratamento de resíduo ácido-base com indicador.



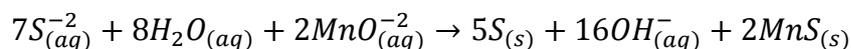
Já os resíduos ácido-base com presença de orgânicos, que são os indicadores presentes na solução, tem um tratamento diferente. Adiciona-se carvão ativado a solução a fim de adsorver os compostos orgânicos, após a completa adsorção o tratamento segue o mesmo que o ácido-base comum, neutralizando a solução a pH 7,0 e descartando sob água corrente.

4.5 Resíduo contendo sulfeto

Figura 8 – Passos para o tratamento de resíduo contendo sulfeto.



O tratamento dos resíduos contendo sulfeto é realizado pela adição de Permanganato seguindo a reação:



Essa reação faz com que o sulfeto em solução passe a Enxofre sólido e Sulfeto de Manganês também sólido podendo então ser separado por filtração, a solução restante então é neutralizada e descartada em rede de esgoto sob água corrente.

4.6 Resíduo contendo orgânicos

Figura 9 – Passos para o tratamento de resíduo orgânico.



O tratamento para resíduos de compostos orgânicos é feito pela adsorção dos compostos por carvão ativado.

Adiciona-se carvão ativado a solução e após total adsorção a solução é filtrada e o papel filtro com o carvão é seco em estufa e a solução restante é descartada.

4.7 Resíduos sólidos

Os compostos sólidos são os sais, algodão, papéis filtro, etc. Esses resíduos devem ser descartados na lixeira de lixo contaminado, não tendo um tratamento possível na universidade portanto realiza-se somente a separação e posterior encaminhamento a disposição final.

4.8 Levantamento do Volume de resíduo e Gastos

Seguindo as apostilas das disciplinas experimentais, foi realizado um estudo sobre o volume de resíduos gerados em cada disciplina e levando em consideração a separação proposta acima.

Esses volumes foram calculados a partir das apostilas propondo que cada experimento seria realizado por cinco grupos, em cada vez que a matéria foi ofertada, sendo que cada grupo realize o experimento em triplicata. Sabe-se que nem todas as disciplinas realizam os experimentos dessa maneira porém, para haver uma padronização da quantidade de resíduos gerado foi adotada essa proposta.

Os volumes gerados em cada classe estão expostos na tabela 7 abaixo.

Tabela 7 – Volume de resíduos de cada classe da separação proposta.

| Classe de Separação | Volume gerado (L) |
|----------------------------|--------------------------|
| A/B | 10,373 |
| A/B c/ Org | 25,380 |
| Cr+3 | 5,242 |
| M | 36,592 |
| Org | 14,168 |
| S-2 | 0,200 |
| Total | 91,955 |

Fonte: Produção do próprio autor.

Os resíduos gerados pela UFFS/Realeza e entregues a empresas tinham inicialmente um custo de R\$ 7,25/Kg segundo a licitação 74/2013 esse custo se refere a coleta, tratamento, destinação final além das embalagens. Na licitação 33/2016 o valor passou a custar Na licitação 33/2016 o valor passou a custar R\$ 10,50/Kg que refere-se aos mesmos itens da licitação anterior. Já na licitação 33/2017 o contrato com a empresa foi reajustado e o valor por Kg passou a ser de R\$ 3,45, sendo que este valor refere-se somente a coleta, tratamento e disposição final, passando agora para a universidade a tarefa de disponibilizar as embalagens para armazenamento dos resíduos.

Então a partir do valor vigente no ano de 2017 o custo total dos resíduos gerados e dispostos sem o tratamento, segundo estudo das apostilas e baseado no volume calculado anteriormente, por ano é de R\$ 317,25. Volume este, em que não está sendo considerado os erros que podem ocorrer durante as aulas, que geram repetições da atividade, e as águas de lavagem das vidrarias que também aumentam o volume final dos resíduos.

Os preços dos reagentes utilizados no tratamento estão expostos na tabela 8, assim como a quantidade gasta de cada reagente utilizado no tratamento realizado com os resíduos disponíveis no laboratório.

Tabela 8 – Preço dos reagentes utilizados no tratamento.

| Reagente | Preço unitário (R\$) | Quantidade usada |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Ácido Clorídrico 1L | 22,49 | 6 mL |
| Metabissulfito de Sódio 500g | 20,26 | 0,5 g |
| Cal Virgem 500g | 8,80 | 5,0 g |
| Carvão Ativado 500g | 17,00 | 2,0 g |
| Permanganato de Potássio 500g | 30,00 | NR |
| Papel Filtro | 8,13 | * |

Legenda: NR- Teste não realizado pela falta de resíduo disponível; * Valor por pacote não foi calculado quantos filtros foram utilizados.

Fonte: Produção do próprio autor.

O cálculo do valor foi realizado pelo volume de resíduo disponível no laboratório. O volume tratado de cada tipo de resíduo está exposto na tabela 9.

Tabela 9 – Quantidade de resíduo disponível para o tratamento.

| Resíduo | Quantidade de Resíduo (L) |
|----------------|----------------------------------|
| A/B com Org | 1,650 |
| Cromo | 0,770 |
| Metais | 3,420 |
| Total | 5,840 |

Fonte: Produção do próprio autor.

Os resíduos de ácido-base, orgânico e de sulfeto não tinham volume disponível nos laboratórios para realizar o tratamento e verificar os gastos, então para estes foi projetado um valor a mais no gasto final com os resíduos.

E então baseando-se nas informações da tabela 8 e 9 calculou-se o gasto aproximado para o volume total de resíduo mostrado anteriormente na tabela 7. O custo do tratamento para o volume da tabela 7, de acordo com o tratamento realizado com resíduos disponíveis no laboratório, é em torno de R\$ 15,00.

Com isso percebe-se uma redução do gasto com destinação de resíduo, passando de um valor de R\$ 317,25 para R\$ 15,00, o que corresponde a uma redução de 95% do valor total.

E além da redução do custo, o volume também diminuiu de forma significativa tornando a maior parte dos resíduos líquidos em sólidos e papel filtro, e um pouco de resíduo líquido como o resíduo de líquidos orgânicos que não são possíveis de serem tratados na UFFS/Realeza por falta de equipamento ou reagentes.

O tratamento dos resíduos mostrados na tabela 9 geraram 0,668 Kg de resíduo sólido e então comparando com o volume total de resíduos gerado por ano na universidade, volume este presente na tabela 7, mostra uma redução da quantidade de resíduo de um volume inicial de 91,955 L para 10,520 Kg de resíduo sólido. Portanto, esse tratamento reduziu a quantidade de resíduo em 88,9%.

Além da diminuição do custo dos resíduos para a universidade e do volume destinado, essa redução proporciona ao ambiente uma diminuição muito importante quanto a contaminação por resíduos, principalmente por reduzir de forma significativa a quantidade de resíduo descartado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das apostilas das disciplinas experimentais do curso de Química Licenciatura nos permitiu verificar quais os tipos de resíduos gerados na UFFS/Realeza. Pode-se perceber também que é possível separar os resíduos da maneira proposta neste trabalho durante as aulas das disciplinas.

A partir do tratamento de resíduos proposto, houve uma diminuição do volume resultante que é entregue a empresa responsável para disposição final em 88,9%. Pensando em termos ambientais essa redução da quantidade de resíduo que é descartado gera um impacto ambiental significativamente menor.

Outro aspecto importante do tratamento dos resíduos é quanto a formação dos profissionais, no caso do curso de Química – Licenciatura a formação de professores, seja afim de conscientizar os alunos sobre a importância do tratamento e também sobre os riscos que a disposição incorreta desses resíduos pode gerar no ambiente.

O fator econômico também é de suma importância, uma vez que com o tratamento e por consequência a redução do volume de resíduos, os gastos com disposição final juntamente com a empresa responsável pelo recolhimento, tratamento e disposição, diminuiu em 95% dos gastos como pode ser visto no teste realizado neste trabalho, e isso ainda possibilita que o dinheiro que é gasto com disposição dos resíduos possa ser revertido para compra de reagentes para as aulas experimentais.

Alguns professores das disciplinas experimentais já realizam o tratamento dos seus resíduos ao final do semestre porém, se espera que após este trabalho os professores problematizem com os alunos a geração dos resíduos e que realizem a separação de forma correta e que ao final do semestre letivo juntamente com os alunos realizem o tratamento dos mesmos.

Este trabalho continua com os estudos sobre a determinação dos limites presentes na água residual do tratamento, analisando a efetividade da remoção do resíduo da solução, pois neste trabalho foi analisado somente o teste de precipitação na água residual.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

AGUIAR, Eduardo F. Sousa et al. **Química Verde**: A Evolução de um Conceito. Química Nova, Rio de Janeiro, v. 37, n. 7, p.1257-1261, jul. 2014.

ANVISA. Regulamento RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2004.

BRASIL, Ana Maria. et al. **Equilíbrio Ambiental e resíduos na sociedade moderna**. São Paulo. Ed. FAARTE. 2004.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 1981.

_____. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 1989.

_____. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2000.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2010.

_____. Lei nº 6.165, de 19 de setembro de 2016. Institui a coleta seletiva obrigatória por todos os órgãos da Administração Pública Federal direta, bem como por autarquias, fundações públicas, empresas públicas, sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, e a destinação dos resíduos sólidos recicláveis e reutilizáveis a associações e cooperativas de catadores. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2016.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Química verde no Brasil: 2010-2030**. Ed. rev. e atual. Brasília, DF, 2010.

CONAMA. Resolução nº 006, de 15 de junho de 1988. Dispõe sobre o licenciamento de obras de resíduos industriais perigosos. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 1988.

_____. Resolução nº 283, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2001.

_____. Resolução nº 330, de 25 de abril de 2003. Institui a Câmara Técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2003.

_____. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2005.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, D.F. 2011.

FARIAS, Adão Reinaldo. **Poluição Ambiental: Química Ambiental**. 2011. Disponível em: <<http://adaoreinaldo.blogspot.com.br/2011/11/poluicao-ambiental-quimica-ambiental.html>>. Acesso em: 15 set. 2017.

FOLDES, P. A. **Galvanotécnica Prática**. São Paulo; Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.

FRÉSCA, Fábio Rogério Carvalho. **Estudo da Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Carlos, SP, a partir da Caracterização Física**. 2007. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

GREENBERG, A. **Uma breve história da química – Da Alquimia às Ciências Moleculares Modernas**. São Paulo: Blucher. 2009.

GONÇALVES, Morgana Suszek et al. **Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Francisco Beltrão, n. 15, mar. 2010.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. Gerenciamento de Resíduos Químicos. **Química Nova**, Campinas, v. 21, n. 5, p.671-673. 1997.

LIMA, L.M.Q., **Lixo: Tratamento e Biorremediação**. 3ªed. São Paulo: Hemus, 1995.

MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; MÓL, Gerson de Souza. **Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que fazer?** QNEsc, n. 29, ago. 2008.

MARINHO, C. C.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A. Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Laboratório de Ensino e Pesquisa: A Experiência do Laboratório de Limnologia da UFRJ. **Eclética Química**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p.85-104. 2011.

MOTA, José Carlos, et al. Características e Impactos Ambientais Causados pelos Resíduos Sólidos: Uma Visão Conceitual. **In: I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo**. São Paulo. 2009.

PAGNO, Vanessa. **Levantamento de Resíduos dos Laboratórios da UFFS, Campus Realeza – PR, e Propostas de Atividades com Foco em Química Verde.** TCC (Graduação) - Curso de Química - Licenciatura, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Realeza, 2016.

PANHO, Juliana. **A Publicização nos Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) 2014 e a Potencialidade da Fotografia na Problematização da Química Verde.** TCC (Graduação) - Curso de Química - Licenciatura, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Realeza, 2016.

PENATTI, Fábio Eduardo; GUIMARÃES, Solange Terezinha de Lima. Avaliação dos Riscos e Problemas Ambientais Causados pela Disposição Incorreta de Resíduos de Laboratórios. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Rio Claro, v. 15, n. 1, p.43-52, jan. 2011.

PRADO, G. S. A. Química Verde, os Desafios da Química do Novo Milênio. **Química Nova**, vol.26, n.5, 2003.

SANTOS, V. M. L.; MEDRADO, L. S.; JÚNIOR, J. E. S.; SILVA, J. A. B. Proposta Para Disposição Final dos Resíduos Químicos Identificados nos Laboratórios do Campus da Fazenda Experimental; **UNIVASF. GEPROS.** 2011.

SILVA, João Paulo Souza. **Impactos ambientais causados por mineração.** Espaço da Sophia, São Paulo, n. 8, nov. 2007.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JUNIOR, J. **Desenvolvimento sustentável e química verde.** Química Nova, vol.28, n.1. 2005.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo Para Implantação em Campus Universitário. **Gestão e Produção**, v.13, n.3, p. 503 - 515. 2006.

UFFS; **Plano de Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios do Campus Realeza - PR.** Universidade Federal da Fronteira Sul. 2015.

ANEXO I

QUÍMICA GERAL

➤ [QG1] PESAGEM, MEDIDAS DE TEMPERATURA E MANUSEIO COM RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS

A. Medidas de massa: Pesar um béquer de 50 mL. Adicionar 50 gotas de água destilada e pese o conjunto. Em um béquer de 50 mL, coloque sulfato de cobre penta hidratado. Pese o conjunto. Coloque o béquer por 10 minutos sobre uma chapa de aquecimento.

B. Medidas de temperaturas: Coloque água de torneira em um béquer e meça a temperatura. Pese 5g de cloreto de sódio, em um béquer prepare uma mistura de gelo e água, adicione o cloreto de sódio. Espere 2 minutos e meça a temperatura da mistura.

C. Medidas de volume: Pese um béquer. Meça 20 mL de água destilada, coloque-a no béquer e pese-o novamente. Pipetar com a pipeta graduada 1 mL; 2 mL; 5 mL; 1,5 mL; 2,7 mL; 3,8 mL e 4,5 mL de água.

➤ [QG2] CALIBRAÇÃO DE VIDRARIAS

Parte A: Calibração de uma bureta de 25 mL. Encha a bureta com água destilada. Pese um béquer e transfira os 25 mL de água para o béquer pesado. Pese o béquer novamente.

Parte B: Calibração de pipetas, proveta e balão volumétrico. Pese um bécher. Meça 10 mL de água e transfira para o béquer e pese novamente. Para a proveta, complete o volume de 25 mL e transfira o líquido para o béquer. Pese todo o conjunto. Pese um balão volumétrico, complete o volume do balão com água até o menisco e pesar.

➤ [QG3] DENSIDADE E VISCOSIDADE

Pese um balão volumétrico, seco. Encha o balão com o líquido. Pese o conjunto. Transfira o líquido do balão para um béquer e coloque o termômetro. Pese 10 g do sólido. Coloque água até a marca de 10 mL. Transfira o sólido para a proveta. Coloque uma seringa no suporte e adicione 10 mL do líquido. Coloque o béquer embaixo da seringa e verifique o tempo de escoamento da água.

➤ [QG4] SOLUBILIDADE

Parte I - Miscibilidade de líquidos e sólidos: Em tubos de ensaio adicionar, 1,0 mL de água, 1,0 mL de etanol e 1,0 mL de clorofórmio. Adicionar 5 gotas de óleo de soja. Repetir substituindo o óleo comestível por: Cloreto de sódio; Naftalina e Iodo metálico.

Parte II - Miscibilidade de Líquidos: Em tubos de ensaio adicionar, respectivamente, 1,0 mL de água, 1,0 mL de etanol e 1,0 mL de clorofórmio. Adicionar 10 gotas de cada solvente.

Parte III - Extração: 3 mL de solução de iodo no tubo de ensaio. Adicione 1 mL de clorofórmio.

➤ **[QG5] ADSORÇÃO DE CORANTES**

Prepare 500 mL de refresco. Em um béquer coloque carvão vegetal e, no outro carvão ativado. Adicione o refresco até 100 mL, agite e deixe em repouso por cerca de cinco minutos. Em seguida, filtre as duas soluções simultaneamente para separar o carvão do refresco.

➤ **[QG6] CROMATOGRAFIA EM PAPEL**

Parte 1 – Corrida de cores: Em um béquer adicione 5 mL de clorofórmio em outro 5 mL de água. Em duas tiras de papel, marque três pontos: um amarelo, um ciano e outro magenta. Mergulhe as tira no béquer com água e com clorofórmio.

Parte 2 – Mistura de cores primárias: Em uma tira de papel desenhe bolinhas com mais de uma cor, combine duas canetinhas. Coloque a tira apenas na água.

Parte 3 – Usando outras cores: Faça com outra cor. Ponha a tira no copinho com água.

➤ **[QG7] TESTE DE CHAMA**

Embede o algodão em etanol e coloque-o em contato com o sal. Coloque na chama do bico de Bunsen e veja a cor emitida.

➤ **[QG8] REATIVIDADE DOS METAIS**

Os pedaços do metal o deve ficar em um tubo de ensaio separado. Adicione 3 mL dos seguintes reagentes:

- a) Tubo 1: ácido acético a 20% + metal b) Tubo 2: ácido clorídrico a 10% + metal
c) Tubo 3: ácido clorídrico a 20% + metal d) Tubo 4: hidróxido de sódio a 10% + metal

Trate os metais que não reagiram com 3 mL dos seguintes reagentes, separadamente, e observe os casos em que há uma reação:

- a) Tubo 5: ácido nítrico a 10% + metal b) Tubo 6: ácido nítrico a 20% + metal
c) Tubo 7: ácido acético a 20% + poucas gotas de água oxigenada + metal

➤ **[QG9] REAÇÕES QUÍMICAS**

Em tubo de ensaio, adicione 5,0 mL de solução de NaCl. Adicionar gotas de AgNO_3 5 %.

Em tubo de ensaio, adicione 5,0 mL de solução de $\text{Fe}(\text{Cl})_3$ e adicionar 1,0 mL de NaOH 10%.

Em um tubo de ensaio com 3 mL de solução de AgNO_3 , imergir um de fio de cobre.

Em tubo de ensaio, adicionar 3 mL de solução de sulfato de cobre II. Introduzir a palha de aço.

Colocar em tubo de ensaio, 1 g de CaCO_3 . Adicionar 5 mL de ácido clorídrico 1 mol/L.

Em tubo de ensaio colocar 3 mL de HCl, adicione uma pequena quantidade de alumínio.

Colocar 1 mL de solução de $\text{Fe}(\text{Cl})_3$ em tubo de ensaio. Juntar 1 mL de solução de NH_4SCN .

➤ **[QG10] PREPARO E DISSOLUÇÃO DE SOLUÇÕES**

Parte 1: Preparo de 100 mL de uma solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,2 mol/L: Pese uma quantidade de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ em um béquer. Acrescente água destilada e transfira balão volumétrico de 100 mL. Complete o balão.

Parte 2: Preparo de 10 mL de solução de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 mol/L a partir de uma solução estoque: Transfira o volume necessário para o balão de 10 mL. Complete o balão.

Parte 3: Preparo de 100 mL de solução de HCl 1,0 mol/L: Transfira o volume necessário de HCl para o balão de 100 mL, já contendo uma pequena quantidade de água destilada. Complete o balão.

➤ **[QG11] SÍNTESE DE UM COMPOSTO INORGÂNICO: SULFATO DE COBRE**

Pese 1,0 g de cobre em pó em um béquer. Adicione 15 mL de ácido sulfúrico diluído (10%) e 10 mL de água oxigenada (10%). Aqueça em banho-maria até dissolução completa do cobre. Deixe evaporar a solução até o volume de 15 a 20 mL. Deixe esfriar até temperatura ambiente.

Método 1: Adicione 20 mL de etanol gelado à solução fria sob agitação. Após 10 minutos filtre o precipitado. Lave o sólido com etanol e leve a estufa para secar.

Método 2: Adicione 10 mL de etanol gelado e coloque o béquer em banho de gelo. Após 30 minutos, colete o precipitado por filtração.

Método 3: Guarde a solução em um recipiente aberto até a próxima aula.

➤ **[QG12] TERMOQUÍMICA**

Experimento I: Colocar uma quantidade de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ em um béquer, aquecê-lo e observar a mudança na coloração. Após o béquer esfriar, adicionar uma gota de água.

Experimento II: Em béquer adicionar 20 mL de água destilada. Adicionar pastilhas de NaOH.

Experimento III: Em béquer adicionar 20 mL de água destilada. Adicionar ureia.

Experimento IV: Verificar a temperatura inicial da solução 1 mol/L de NaOH e 1 mol/L de HCl. Em um béquer adicionar 10 mL da solução de NaOH e 10 mL da solução de HCl.

QUÍMICA INORGÂNICA

➤ **[QI1] SÍNTESE INORGÂNICA: SÍNTESE DE UM SAL E DE UM ÓXIDO**

Coloque cerca de 0,5 g da substância dentro do cadinho. Aqueça o conjunto ao rubro.

Pese o cadinho e o vidro relógio, adicione 1 g de NaHCO_3 e 10 mL de água destilada, adicione solução de HCl 6 mol/L gota por gota. Aqueça o cadinho até que toda a água evapore.

➤ **[QI2] REAÇÃO ENTRE ÂNIONS E CÁTIONS EM MEIO AQUOSO**

Em uma pala Elisa, coloque 1 gota de cada solução de cátions na linha horizontal. Após coloque 1 gota de cada solução dos ânions nos poços verticais.

➤ **[QI3] RENDIMENTO DE UMA REAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO**

Pese 0,400 g de cromato de potássio e adicione 15 mL de água destilada. Pese 0,300 g de cloreto de bário e adicione 15 mL de água destilada. Pese um papel de filtro. Adicione a solução de cloreto de bário à de cromato de potássio. Faça a filtração. Secar o papel filtro em estufa.

➤ **[QI4] CICLO DE REAÇÃO DO COBRE**

1) **Do Cu para $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$:** Pese 0,5 g de cobre em pó e adicione 4 mL de ácido nítrico concentrado. Após adicione 125 mL água destilada.

2) **Do $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ para $\text{Cu}(\text{OH})_2$:** Adicione 30 mL de NaOH (3 mol/L).

3) **Do $\text{Cu}(\text{OH})_2$ para CuO :** Aqueça em banho Maria. Aguarde a sedimentação do CuO . Adicione 200 mL de água quente destilada, aguarde a nova sedimentação.

4) **Do CuO para CuSO_4 :** Adicione 15 mL de ácido sulfúrico 6 mol/L.

5) **Do CuSO_4 para o Cu:** Adicione 2 g de zinco metálico em pó, 10 mL de ácido clorídrico (6 mol/L) e aqueça a solução. Decante o líquido sobrenadante e transfira o cobre para um cadinho. Adicione 5 mL de etanol, agite, deixe sedimentar.

➤ **[QI5] PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES E TITULAÇÃO VOLUMÉTRICA**

Preparo das soluções: Hidróxido de Sódio 0,1 mol/L (250 mL): Pesar 1 g de hidróxido de sódio. Dissolver em balão com 250 mL de água destilada.

Biftalato de potássio 0,1 mol/L (50 mL): Pesar 1,020 g de biftalato de potássio. Dissolver em balão de 50 mL com água destilada.

Ácido Clorídrico 0,1 mol/L (100 mL): Pipetar 1,05 mL de ácido clorídrico 35% para o balão volumétrico de 100 mL e completar.

Ácido Sulfúrico 0,1 mol/L (100 mL): Pipetar 0,53 mL de ácido sulfúrico concentrado para o balão volumétrico de 100 mL e completar.

Titulação: Padronização da solução de NaOH 0,1 mol/L: Adicionar 10 mL de biftalato de potássio e 5 gotas de fenolftaleína. Titular com NaOH.

Padronização da solução de HCl 0,1 mol/L: Adicionar 10 mL da solução de HCl e 5 gotas de fenolftaleína. Titular com solução de NaOH.

Padronização da solução de H_2SO_4 0,1 mol/L: Adicionar 10 mL de H_2SO_4 e 5 gotas de fenolftaleína. Titular com NaOH.

➤ **[QI6] METAIS ALCALINOS E METAIS ALCALINOS TERROSOS**

Corte o sódio metálico. Coloque água destilada em um béquer e 3 gotas de fenolftaleína. Vá adicionando os pedacinhos de sódio. Em um béquer de 50 mL adicione 10 mL de álcool etílico. Corte um pedacinho de sódio e coloque no álcool.

Em 4 tubos de ensaio coloque pequenos cristais dos seguintes sais: NaNO_3 , NaCl, NaCH_3COO e Na_2CO_3 . Adicione 5 mL de água destilada e verificar o pH, com papel indicador.

Em 2 tubos de ensaio adicione:

Tubo 1 – 2 mL da solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 2 gotas de Fenolftaleína

Tubo 2 – 2 mL da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ e 2 gotas de Fenolftaleína

Em um béquer, 3 mL da solução de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e 12 mL de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína. Adicionar CO_2 soprando a solução. Colocar em 4 tubos de ensaio 5 mL das soluções diluídas a 5% de MgCl_2 , CaCl_2 , SrCl_2 e BaCl_2 . Adicionar 2 mL de H_2SO_4 (1 mol/L).

➤ **[QI7] BORO**

Testar a solubilidade do ácido bórico em água fria e quente. Tubo de ensaio A: 2 mL de água fria e ácido bórico. Tubo de ensaio B: 2 mL de água quente e ácido bórico. Aquecer em tubo de ensaio uma mistura de tetraborato de sódio e fluoreto de sódio com 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Colocar em tubo de ensaio tetraborato de sódio, 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado e 10 gotas de metanol.

➤ **[QI8] SÍNTESE DE UM SAL DUPLO DE ALUMÍNIO – CRISTALIZAÇÃO**

Pesar 1,5 g de papel alumínio em pedaços pequenos. Adicionar 50,0 mL de solução 1,4 mol/L de KOH. Adicionar 20 mL de solução de H_2SO_4 9 mol/L à solução resfriada em banho de gelo. Adicionar, gota a gota, a solução de H_2SO_4 até o desaparecimento total do precipitado. Filtrar e trabalhar com o filtrado límpido. Colocar o produto em um béquer e deixe em repouso por uma semana até a formação de cristais de $\text{K}[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

➤ **[QI9] HALOGÊNIO: DETERMINAÇÃO DE UMA FORMULA QUÍMICA – A REAÇÃO DO IODO COM ZINCO**

Pese 0,2 g de zinco metálico em pó, adicione o zinco e pese novamente o conjunto. Pese 0,2 g de cristais de iodo em um vidro de relógio. Adicione os cristais de iodo ao frasco contendo o zinco metálico e pese novamente. Adicione 25 mL de metanol. Pese um béquer e transfira a solução para o béquer, deixe o frasco erlenmeyer com o zinco que não reagiu na chapa de aquecimento para secar.

➤ **[QI10] EQUILÍBRIO CROMATO/DICROMATO**

PARTE I: Adicione ao tubo 1, 2 mL de cromato de potássio 0,1 mol/L. Adicione ácido clorídrico 1,0 mol/L. Ao tubo 2, adicione 2 mL de dicromato de potássio 0,1 mol/L. Adicione hidróxido de sódio 1,0 mol/L. Ao tubo 1, adicione agora NaOH 1,0 mol/L. Ao tubo 2, adicione agora HCl 1,0 mol/L.

PARTE II: Ao tubo 3, adicione 2 mL de K_2CrO_4 0,1 mol/L e 8 gotas de NaOH 1,0 mol/L. Adicione algumas gotas de cloreto de bário (BaCl_2) 0,1 mol/L. Ao tubo 4, adicione 2 mL de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 mol/L e 8 gotas de HCl 1,0 mol/L. Adicione 40 gotas de BaCl_2 0,1 mol/L.

➤ **[QI11] INDICADORES ÁCIDO/BASE AQUOSOS**

Pingue 3 gotas de tampão pH 1 em cada um dos oito poços da placa. Proceda da mesma forma para cada uma das soluções tampão. Pingue 1 gota da solução do indicador violeta cristal em cada um dos doze poços da placa Elisa. Proceda da mesma forma para os outros sete indicadores.

➤ **[QI12] A QUÍMICA REDOX DO VANÁDIO**

Pese 0,5 g de metavanadato de amônio. Adicione ao béquer 40 mL de H₂SO₄ 1 mol/L. Divida a solução em quatro partes iguais nos tubos de ensaio.

Tubo 1 – Não será adicionado nenhum reagente.

Tubo 2 - Adicione uma ponta de espátula de sulfito de sódio e agite o tubo.

Tubo 3 – Adicione uma ponta de espátula de estanho metálico. Agite o tubo.

Tubo 4 – Adicione algumas gotas de zinco metálico. Agite o tubo.

QUALITATIVA EXPERIMENTAL

➤ **[QL1] AVALIAÇÃO DA DO PRINCÍPIO DE LE CHATELIER EM EQUILÍBRIO QUÍMICO – CLORETO DE COBALTO**

Em um béquer pese 0,3 g de cloreto de cobalto hexahidratado. Adicione 10 mL água destilada em um béquer. Pipete 3 mL de água destilada e adicione sobre o sólido no tubo de ensaio e agite levemente até todo sólido ser dissolvido. Adicione 4,5 mL de ácido clorídrico concentrado e agite levemente.

➤ **[QL2] AVALIAÇÃO DO PRINCÍPIO DE LE CHATELIER EM EQUILÍBRIO QUÍMICO – FENOLFTALEÍNA**

Adicione 1 mL de ácido clorídrico 0,1 mol.L⁻¹ em um tubo de ensaio. Adicione 4 gotas de fenolftaleína. Adicione gota a gota, hidróxido de sódio até que a solução mude de coloração.

➤ **[QL3] AVALIAÇÃO DO PRINCÍPIO DE LE CHATELIER EM EQUILÍBRIO QUÍMICO - IONIZAÇÃO DA AMÔNIA**

Adicione 100 mL de água destilada um béquer. Coloque 5 gotas da solução amoniacal. Adicione algumas gotas de fenolftaleína. Transfira um pouco dessa solução para um tubo de ensaio. Adicione gelo em um béquer com um pouco de água destilada e insira o tubo de ensaio de maneira que toda a solução entre em contato com o gelo. Aqueça o tubo na chama da lamparina. Adicione uma ponta de espátula de bicarbonato de amônio.

➤ **[QL4] AVALIAÇÃO DO PRINCÍPIO DE LE CHATELIER EM EQUILÍBRIO QUÍMICO - HIDRÓLISE DO ÍON CARBONATO.**

Adicione 100 mL de água destilada um béquer. Adicione uma ponta de espátula de bicarbonato de sódio sobre a água. Adicione algumas gotas de fenolftaleína. Colete 100 mL de vinagre, coloque em uma garrafa plástica com a mangueira na ponta. Adicione ao vinagre contido na garrafa, bicarbonato de sódio e feche rapidamente a garrafa, colocando a outra extremidade da mangueira dentro da solução de bicarbonato de sódio contida no béquer.

➤ **[QL5] REAÇÃO DE IDENTIFICAÇÃO DE ALGUNS CÁTIOS**

NH₄⁺ (íon Amônio): adicionar 0,5 mL de NaOH 2 mol.L⁻¹; umedecer papel de tornassol vermelho em água e colocar na saída do tubo de reação, observando a mudança de coloração.

Mg²⁺ (íon Magnésio): adicionar 0,5 mL de NH₄Cl 2 mol.L⁻¹; alcalinizar com 0,5 mL NH₄OH 2 mol.L⁻¹ e adicionar 10 gotas de (NH₄)₂HPO₄ 0,25 mol.L⁻¹.

Ca²⁺ (íon Cálcio): adicionar 0,5 mL de [(NH₄)₂C₂O₄] 0,25 mol.L⁻¹.

Fe³⁺ (íon Ferro): adicionar 0,5 mL de NH₄SCN 0,5 mol.L⁻¹.

Al³⁺ (íon Alumínio): alcalinizar com NH₄OH 2 mol.L⁻¹, aquecer a ebulição.

Ni²⁺ (íon Níquel): alcalinizar com NH₄OH 2 mol.L⁻¹. Adicionar algumas gotas de dimetilglioxina (DMG) 1%.

Zn²⁺ (íon Zinco): acidificar com CH₃COOH 2 mol.L⁻¹, adicionar 4 mL de Na₂S 0,25 mol.L⁻¹.

Ba²⁺ (íon Bário): adicionar 6 gotas de K₂CrO₄ 5%.

Sr²⁺ (íon Estrôncio): adicionar 2 mL de (NH₄)₂SO₄ 1 mol.L⁻¹.

Co²⁺ (íon Cobalto): adicionar 0,5 mL de álcool amílico, alguns cristais do NH₄SCN, agitar. Observar a coloração da camada alcoólica.

➤ [QL6] IDENTIFICAÇÃO DO GRUPO IIIA

Retirar 2mL da amostra, contendo ferro, alumínio e cromo para um tubo de ensaio. Adicionar 1mL de NH₄Cl 20%. Alcalinizar com NH₄OH 2 mol/L⁻¹. Centrifugar. Descartar o sobrenadante. Lavar o precipitado com 3mL de NH₄Cl 1%. Centrifugar. Descartar o sobrenadante. Adicionar 2mL de NaOH 2mol L⁻¹ ao precipitado. Adicionar 1mL de H₂O₂ 20 volumes. Aquecer até cessar o desprendimento de O₂. Centrifugar. Lavar o precipitado com 2 mL de água destilada quente. Centrifugar, descartando o sobrenadante. Dissolver o precipitado em 3 mL de HCl 2 mol.L⁻¹.

Identificação do FERRO

Transferir 1mL da solução para um tubo de ensaio. Adicionar gotas de 0,5mol L⁻¹ NH₄SCN.

Identificação do ALUMÍNIO

Transferir 1mL do sobrenadante para um tubo de ensaio. Acidificar com HCl 2 mol L⁻¹. Alcalinizar com NH₄OH 2 mol L⁻¹. Aquecer em banho maria.

Identificação do CROMO

Se a solução estiver amarela há indicação da presença de cromo. A confirmação é feita transferindo 1 mL da solução para um tubo de ensaio. Adicionar gotas de BaCl₂ 5%.

➤ [QL7] IDENTIFICAÇÃO DO GRUPO IIIB

Transferir 2 mL da amostra para um tubo de ensaio. Adicionar 1 mL de NH₄Cl 20%. Alcalinizar com NH₄OH 2 mol L⁻¹. Adicionar 0,5 mL de excesso de NH₄OH 2 mol.L⁻¹. Aquecer a solução em banho maria. Adicionar gota a gota Na₂S 0,25 mol L⁻¹. Centrifugar. Realizar a precipitação completa, com Na₂S. Descartar o sobrenadante. Solubilizar o precipitado em 5 mL de HCl 2 mol.L⁻¹. Centrifugar. Lavar o precipitado com 3mL da mistura das soluções NH₄Cl 1% Na₂S 1%. Centrifugar. Transferir o sobrenadante para um tubo de ensaio e reservar. Dissolver o precipitado obtido numa mistura de 1,5 mL de NaOCl 8% e 0,2 mL de HCl 2 mol L⁻¹ e 1 mL de água destilada. Ferver até eliminar todo cloro. Completar o volume a 5 mL com água destilada.

Identificação do COBALTO

Transferir 2 mL da solução para tubo de ensaio. Adicionar 0,5 mL de álcool amílico. Adicionar cristais de NH₄SCN.

Identificação do NÍQUEL

Transferir 2 mL da solução para tubo de ensaio. Adicionar 2 mL de NH_4Cl 2 mol/L. Alcalinizar com NH_4OH 2 mol/L. Adicionar algumas gotas de dimetilglioxima 1%.

Identificação do MANGANÊS

Transferir o sobrenadante para um tubo de ensaio. Ferver até o desprendimento de H_2S . Esfriar. Adicionar leve excesso de NaOH 2 mol/L. Adicionar gotas de H_2O_2 20v.

Identificação do ZINCO

Transferir 2 mL de sobrenadante da identificação de manganês para um tubo de ensaio. Acidificar com ácido acético 2 mol/L. Adicionar gotas de Na_2S 0,25 mol/L.

➤ [QL8] IDENTIFICAÇÃO DO GRUPO IV E V

Transferir 2 mL da amostra para tubo de ensaio. Adicione 3 gotas de NH_4Cl 20%. Alcalinizar com solução de NH_4OH 2 mol/L. Adicionar leve excesso de $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,25 mol/L. Centrifugar. Precipitar com algumas gotas de $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 0,25 mol/L. 8. Lavar o precipitado com 2 mL de água destilada. Dissolver o precipitado em 5 mL de ácido acético 2 mol/L.

Identificação do BÁRIO: Transferir a solução para um tubo de ensaio. Aquecer em banho-maria. Adicionar gotas de K_2CrO_4 5%.

Identificação do ESTRÔNCIO: Transferir a solução isenta de bário para um béquer e ferver. Esfriar a solução. Adicionar 2 mL de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1 mol/L.

Identificação do CÁLCIO: Transfira o sobrenadante para um tubo de ensaio limpo. Adicionar 0,5 mL de $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,25 mol/L. Adicionar 4 gotas de ácido acético 2 mol/L.

Identificação do MAGNÉSIO: Transferir o sobrenadante para um tubo de ensaio. Adicionar 1 mL de NH_4Cl 20%. Alcalinizar com NH_4OH 2 mol L^{-1} . Adicionar gotas de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0,25 mol/L.

Identificação do AMÔNIO: Transferir 1 mL de amostra para um tubo de ensaio. Adicionar 3 mL de NaOH 2 mol/L.

➤ [QL9] CLASSIFICAÇÃO ANALÍTICA DOS ÂNIONS – TESTAR A PRESENÇA DE OXIDANTES; CLASSIFICAÇÃO ANALÍTICA DOS ÂNIONS – TESTAR A PRESENÇA DE REDUTORES

Adicionar a 3 tubos de ensaio: 1 gota de HCl 2 mol. L^{-1} e 10 gotas de KI 10%. A cada um dos tubos preparados anteriormente, adicionar 1 mL da solução de NO_2^- , em outro 1 mL de CrO_4^{2-} e em outro IO_3^- .

Adicionar a 3 tubos de ensaio: 1 gota de H_2SO_4 6 mol. L^{-1} e 3 gotas de KMnO_4 . A cada um dos tubos, adicionar 1 mL da solução de I^- , em outro 1 mL de Br^- e em outro SO_3^{2-} .

➤ [QL10] TRATAMENTO DE MISTURAS

Retirar 4 mL da amostra que contém a mistura de ânions e colocar em um tubo de ensaio. Tratar a solução com 10 gotas de AgNO_3 0,2 M. Tratar o precipitado com HNO_3 3 M. Neutralizar com NH_4OH concentrado. Adicionar CH_3COOH 6 M até a solução tornar-se levemente ácida e adicionar gotas de AgNO_3 0,2 M.

Retirar 3 mL da amostra que contém a mistura de ânions e colocar em um tubo de ensaio. Alcalinizar com NH_4OH 5 M. Tratar o sobrenadante com solução de BaCl_2 0,2 M. Centrifugar. Ao precipitado adicionar HCl 2 M e agitar.

➤ **[QL10] CROMATOGRAFIA EM PAPEL**

Recortar o papel no tamanho adequado e traçar uma linha em cada ponta. Em cima de uma das linhas desenhar bolinhas com canetinha. Colocar o papel, com a parte das bolinhas virada para baixo, dentro do solvente. Aguardar o final da corrida.

QUANTITATIVA EXPERIMENTAL

➤ **[QT1] ANÁLISE GRAVIMÉTRICA**

Colocar na estufa estabilizada a 100 – 105° C por 1 hora o cadinho. Retirar da estufa e colocar no dessecador por 20 minutos. Pesar o cadinho. Pesar 2g da amostra. Colocar o cadinho na estufa a 100 – 105° C por 1 hora. Retirar o cadinho da estufa e colocar no dessecador por 20 minutos. Pesar o conjunto cadinho/amostra seca.

Calcinar o cadinho a 600° C, por 30 minutos. Pesar o cadinho. Pesar aproximadamente 1g da amostra no cadinho. Carbonizar a amostra no bico de Bunsen. Calcinar a amostra na mufla a 600° C por 1 hora. Retirar da mufla e colocar no dessecador por 20 minutos para esfriar.

➤ **[QT2] MÉTODO DE MOHR**

Pesar 2g de AgNO_3 ; dissolver em água deionizada e avolumar em balão 250 mL. Medir 5 mL de cloreto de sódio 0,1000 M. Adicionar 10 mL de água, 1 mL de cromato de potássio 5 % e titular com nitrato de prata.

Medir 5 mL de soro fisiológico (0,9 %) e transferir para um erlenmeyer de 125 mL. Adicionar 10 mL de água e 1 mL de cromato de potássio 5 %. Titular com AgNO_3 a 0,05 M.

➤ **[QT3] MÉTODO DE VOLHARD**

Pesar, com máxima exatidão, 3,8060 g de NH_4SCN ; dissolver em água deionizada e avolumar em balão 1 L. Pipetar 20mL de AgNO_3 0,05 M e transferir para erlenmeyer de 250mL; adicionar 5mL de HNO_3 3 M e 1 mL de sulfato férrico amoniacal 30 %. Titular NH_4SCN recém preparada. Medir 10 mL de soro fisiológico (0,9 %) e transferir para um erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 2 mL de HNO_3 3 M, 10 mL de AgNO_3 0,05 M, e 1 mL de sulfato férrico amoniacal 30 %. Titular com NH_4SCN 0,05 M.

➤ **[QT4] ANÁLISE TITULOMÉTRICA DE NEUTRALIZAÇÃO**

Determinar o volume necessário de HCl concentrado para preparar 250 mL de solução 0,1 M de HCl. Pipetar 10 mL de Na_2CO_3 0,05 M, acrescentar uma gota de alaranjado de metila. Titular com HCl 0,1 M. Determinar a massa de NaOH necessária para preparar 250 mL de uma solução 0,1 M. Transferir a solução para um balão de 250 mL e completar. Pipetar 10 mL de HCl 0,1 M preparada anteriormente e adicionar três gotas de fenolftaleína. Titular com NaOH.

➤ **[QT5] DETERMINAÇÃO DO ÁCIDO ACÉTICO NO VINAGRE; DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ DE VINHO; DETERMINAÇÃO DO ÁCIDO CÍTRICO DOS FRUTOS; DETERMINAÇÃO DO HIDRÓXIDO DE MAGNÉSIO NO LEITE DE MAGNÉSIA**

Pipetar 10 mL de vinagre em balão de 100 mL. Pipetar 10 mL e transferir para um erlenmeyer de 125 mL, adicionar 20 mL de água deionizada. Adicionar de três a cinco gotas do indicador fenolftaleína. Titular com de NaOH 0,1 M.

Pipetar 25 mL de um vinho branco. Adicionar 100 mL de água e cinco gotas de fenolftaleína a 1%. Titular com NaOH 0,1 M.

Pipetar 2 mL de suco de limão. Adicionar 5 mL de água e duas gotas de fenolftaleína. Titular com NaOH 0,1 M.

Pesar 1,0 g do leite de magnésia. Adicionar 50 mL de HCl 0,1 M. Colocar três gotas de fenolftaleína ou vermelho de metila e titular com NaOH 0,1 M.

➤ **[QT6] ANÁLISE TITULOMÉTRICA DE COMPLEXAÇÃO E PREPARO DA SOLUÇÃO Mg-EDTA**

Dissolver 65 g de NH_4Cl em água, adicionar 570 mL de NH_3 , concentrada e diluir para 1 litro. Pesar 1,8612 g de sal dissódico. Transferir a amostra para balão volumétrico de 250 mL. Adicionar cerca de 200 mL de água deionizada, agitar até dissolver o sal e diluir até a marca.

Pesar 0,15 g de CaCO_3 . Adicionar 1 mL de HCl 0,5 M. Transferir para balão volumétrico de 100 mL e avolumar. Pipetar três alíquotas de 25 mL da solução de CaCO_3 . Adicionar 25 mL de água, 5 mL de solução tampão pH 10 ($\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$) e três gotas de indicador Negro de Eriocromo T (NET). Titular com EDTA.

Adicione 2,465 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a 3,722 g de EDTA, dissolva em 50 mL de H_2O , e adicione uma gota de fenolftaleína. Titule com NaOH $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ até que a cor rosa apareça e dilua para 100 mL. Adicionar NET.

➤ **[QT7] DETERMINAÇÃO DA DUREZA DE UMA AMOSTRA DE ÁGUA**

Pipetar 50 mL de amostra. Adicionar 10 mL de solução tampão de pH 10 e 5 gotas do indicador NET. Titular com EDTA 0,02 M.

➤ **[QT8] DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO NO LEITE – AMOSTRA DE LEITE EM PÓ; AMOSTRAS DE LEITE IN NATURA**

Pese 1,0 g de leite em pó. Dissolva em 25 mL de água. Adicione 8 mL de solução tampão pH 10 ($\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}$) e 20 gotas de solução Mg-EDTA. Adicione o indicador NET.

Pipetar 10 mL de leite e 50 mL de água deionizada. Adicionar 5 mL de tampão pH 10 ($\text{NH}_4\text{OH}/\text{NH}_4\text{Cl}$). Acrescentar alguns cristais de KCN. Pingar 20 gotas de solução de magnésio. Adicionar 5 gotas de indicador NET e titular com EDTA 0,01 M.

➤ **[QT9] ANÁLISE TITULOMÉTRICA DE OXIRREDUÇÃO – IODIMETRIA E IODOMETRIA; ANÁLISE DO COMPRIMIDO DE VITAMINA C; DETERMINAÇÃO DO CLORO ATIVO EM ALVEJANTE**

Dissolver 24,9 g de tiosulfato de sódio pentahidratado ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) e 0,2 g de carbonato de sódio anidro (Na_2CO_3) em água. Pesar 0,17 g de iodato de potássio (KIO_3) e dissolver com 25 mL de água. Adicionar 2 g de KI. Adicionar 10 mL de HCl e titular com tiosulfato de sódio. Adicionar 2 mL de suspensão de amido 0,5 %.

Pesar 1,9 g de iodo puro e transferir para um béquer contendo 5 g de iodeto de potássio com 25 mL de água. Transferir para balão volumétrico. Titular 10 mL de tiosulfato de sódio 0,1 mol/L com solução 0,03 mol/L de iodo. Adicionar 1 mL de suspensão de amido 1 %.

Preparar $\frac{1}{4}$ do comprimido de vitamina C em balão de 100 mL. Pipetar 10 mL de solução de vitamina C. Titular com iodo 0,03 mol/L. Adicionar 5 mL de indicador de amido.

Pipetar 25 mL de alvejante. Adicionar 2 g de KI, 15 mL de H_2SO_4 2 M e titular com $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M. Adicionar 5 mL de suspensão de amido 0,2 %.

➤ **[QT10] PERMANGANOMETRIA**

Dissolver 0,8 g de permanganato de potássio em 150 mL de água. Transferir para um balão de 250 mL e completar.

Pesar 0,1 mg de oxalato de sódio puro. E dissolver em 50 mL de água deionizada. Adicionar 30 mL de H_2SO_4 1 M. Titular com KMnO_4 0,02 M.

➤ **[QT11] DETERMINAÇÃO DO TEOR DE H_2O_2 EM AMOSTRA DE ÁGUA OXIGENADA**

Pipetar 10 mL de água oxigenada e transferir para um balão de 100 mL e completar. Pipetar 10 mL desta solução; adicionar 80 mL de água e 10 mL de H_2SO_4 3 M. Titular com KMnO_4 0,02M.

QUÍMICA ORGÂNICA

➤ **[OG1] A QUÍMICA DO BAFÔMETRO**

Adicione 20 mL de água e adicione 5 mL de ácido sulfúrico e 1 mL de dicromato de potássio. Adicione 150 mL de etanol no béquer, tampe-o com a rola de dois furos. Coloque em cada furo uma mangueira de modo que uma esteja em contato com o etanol e a outra não.

➤ **[OG2] ARCO ÍRIS DE LIPÍDEOS**

Pesar 2 gramas de Brometo de potássio (KBr). Adicionar 10 mL de hipoclorito de sódio, (NaClO 10 à 12%). Adicionar o Brometo de potássio no hipoclorito de sódio. Adicionar 3mL de Ácido clorídrico 3 mol L⁻² (HCl 3M).

Coloque em um béquer, aproximadamente 200 mL de suco de tomate. Adicione 70 mL de suco de tomate em uma proveta de 100 mL. Misture suavemente e gradativamente 10 mL de água de bromo na proveta em que está o suco de tomate.

➤ **[OG3] EXTRAÇÃO DO ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO**

Adiciona-se 20 mL de Etanol e 4 comprimidos de aspirina de 500 mg. Adiciona-se gelo triturado até o volume de 150 mL. Realizar uma filtração a vácuo.

Pese 0,3g de Salicina e coloque num béquer de 100 mL. Adicione 20 mL de CH_2Cl_2 . Filtre a amostra, lave com um mínimo de CH_2Cl_2 , seque a amostra.

Coloque o filtrado num funil de separação e extraia duas vezes com 25 mL de NaOH 2M. Adicione 10 mL de HCl 4M. Resfrie a mistura.

Seque a fase orgânica com MgSO_4 , filtre e evapore o CH_2Cl_2 usando rota-evaporador.

➤ **[OG4] EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS DO ESPINAFRE**

Cortar em pedaços 5-6 folhas de espinafre fresco, colocar no cadinho, adicionar 5 mL de acetona e 10 mL de removedor de cera e prensar o material com um pistilo durante alguns minutos. Transferir o líquido resultante para um béquer e retirar a fase aquosa com pipeta de Pasteur.

Adicionar à fase orgânica (removedor/extrato) uma pequena quantidade de sal de cozinha. Separar em coluna cromatográfica.

➤ **[OG5] PREPARAÇÃO DO ACETATO DE ISOAMILA**

Misturar 6 mL de ácido acético glacial com 5 mL de álcool Isoamílico. Acrescentar à mistura 0,5 mL de ácido sulfúrico concentrado; adicionar as pedras de porcelana ou barra magnética, agitar por 40 minutos. Deixar a mistura esfriar à temperatura ambiente. Utilizando um funil de separação, lavar a mistura com 50 mL de água e duas porções de 20 mL de bicarbonato de sódio saturado. Secar o éster com sulfato de sódio anidro e filtrar por gravidade. Destile o éster.

➤ **[OG6] PREPARAÇÃO DO ACETATO DE ISOAMILA**

Aqueça 125 mL de leite de 1 a 2 minutos (até ficar morno). Adicione 30 mL de vinagre no leite e agite bem. Coe a mistura de caseína e soro obtida. Esse procedimento é lento e poderá ser acelerado se a mistura for adicionada em pequenas quantidades, sempre com a posterior retirada da caseína.

FÍSICO QUÍMICA

➤ **[FQ1] DENSIDADE DE LÍQUIDOS E SÓLIDOS**

Pese um balão volumétrico vazio e seco. Com o auxílio de uma bureta, previamente calibrada, colocar no balão volumétrico um dado volume de etanol absoluto. Com o auxílio de uma segunda bureta adicione um volume de água de maneira que a soma dos volumes seja igual a 25 ou 50 mL. Pese o balão volumétrico com a solução preparada. Pese um picnômetro vazio e seco. Encher o picnômetro vazio com a solução e pesá-lo.

➤ **[FQ2] DETERMINAÇÃO DO VOLUME MOLAR DOS GASES**

Adicionar água no béquer de 500 mL até aproximadamente 350-400 mL; Coloque água destilada na proveta de 50 mL, enchendo-a completamente; Pesar o tubo de ensaio com saída lateral, limpo e seco; Adicione 15 mL de solvente. Pesar entre 0,1 a 0,150 g de amostra. Transferir os reagentes para o tubo de ensaio e misturá-los muito bem; Acender o bico de Bunsen e aquecer o tubo de ensaio. Já fechado com a rolha e recolher o gás desprendido na proveta; Após cessar a reação, meça o volume de gás desprendido na proveta;

➤ **[FQ3] LEI DE GRAHAM**

Prepare duas bolinhas de algodão de tamanho apropriado para inseri-las nas extremidades da vareta de vidro; Embebede uma delas com ácido clorídrico (HCl) concentrado e a outra com hidróxido de amônio (NH₄OH) concentrado; Imediatamente após, coloque cada um dos algodões nas extremidades da vareta, com o auxílio de uma pinça; Meça a distância do algodão embebido com HCl e o anel branco formado; Meça a distância do algodão embebido com NH₄OH e o anel branco formado;

➤ **[FQ4] DETERMINAÇÃO E CORREÇÃO DA TEMPERATURA DE EBULIÇÃO**

Utilize uma proveta de 100 mL e coloque 100 mL de água em um béquer de 250 mL. Leve o béquer cheio de água para uma chapa de aquecimento, anote a temperatura de ebulição da água.

Repetir o procedimento 1 para 100 mL de etanol. Repetir o procedimento 1 para uma mistura de 50 mL de água + 50 mL de etanol.

➤ **[FQ5] LÍQUIDOS PARCIALMENTE MISCÍVEIS**

Pese rapidamente 3,4 g de fenol puro no interior de um tubo e arrolhe-o imediatamente; Monte o banho maria com o béquer de 500 mL, para posterior inserção do tubo de ensaio; Coloque água até completar 5 mL. Determine a temperatura de homogeneização do sistema

➤ **[FQ6] ADSORÇÃO DO ÁCIDO ACÉTICO EM CARVÃO ATIVADO**

Coloque 10g de carvão ativo num béquer, lave-o com água destilada filtre-o coloque-o na estufa a 120° C por ½ hora. Retire-o e deixe-o esfriar em dessecador sob vácuo. Prepare 200 mL de uma solução de ácido acético 0,5 M e padronize-a, titulando-a com 25 mL de uma solução de NaOH 0,5 M, usando fenolftaleína como indicador. Para cada amostra pese 0,25g de carvão e adicione ao erlenmeyer contendo as soluções. Deixe a mistura sob agitação por 45 minutos. Em seguida deixe o carvão decantar e filtre. Use 10 mL da amostra e titule com hidróxido de sódio 0,5 M, utilizando como indicador a fenolftaleína.

➤ **[FQ7] LEI DE HESS**

Coloque a água no calorímetro à temperatura ambiente e agite a água até a temperatura permanecer constante, isto é, atingir o equilíbrio térmico. Coloque 100 g de água no béquer, e aqueça a água a uma temperatura de 50°C. Adicione rapidamente a água aquecida à água dentro do calorímetro, tampe-o. Resfrie o termômetro em água corrente, antes de introduzi-lo no calorímetro. Agite a água até a temperatura permanecer constante, isto é, até atingir o equilíbrio térmico.

➤ **[FQ8] DETERMINAÇÃO DA ENTROPIA DE REAÇÃO**

Adicione no calorímetro 200 mL de HCl 2 mol L⁻¹, medidos com a proveta, agite com cuidado até a temperatura permanecer constante. Pese 200 mg de raspas de zinco e coloque no calorímetro contendo a solução de HCl, agite com cuidado e anote a temperatura mais alta obtida durante a oxidação do metal; Após total dissolução do metal, meça a densidade da solução.

➤ **[FQ9] ORDEM DE REAÇÃO E EQUAÇÃO DE ARRHENIUS**

Pipete em tubo de ensaio 5 mL de H₂C₂O₄ 0,25 mol.L⁻¹, adicione 1 mL de solução de ácido sulfúrico 4 mol.L⁻¹. A temperatura para este experimento deverá ser de 30°C, empregue um banho termostático. Deixe a mistura do tubo por 4 minutos no banho, com agitação. Uma solução de KMnO₄ 0,008 mol.L⁻¹ deve estar no banho por todo o desenrolar do experimento. Retire o tubo do banho e acrescente a mistura 4 mL da solução de KMnO₄ 0,008 mol.L⁻¹, observando o tempo até a completa mudança de coloração da solução.

➤ **[FQ10] TIPOS DE ELETRODOS**

Metal ativo / íon metálico comum ao eletrodo: Lixar uma placa de Zinco e depois a coloque em um béquer (100 mL) contendo 50 mL de ZnSO₄ 0,5 mol L⁻¹ aguarde um minuto e retire a placa.

Metal ativo / íon metálico não comum ao eletrodo: Lixar uma placa de Zinco e depois a coloque em um béquer (100 mL) contendo 50 mL de CuSO₄ 0,5 mol L⁻¹ aguarde um minuto e retire a placa.

Metal ativo / íon metálico não comum ao eletrodo: Lixar um prego e depois o coloque em um béquer (100 mL) contendo 50 mL de CuSO₄ 0,5 mol L⁻¹ aguarde um minuto e retire o prego.

Metal ativo / íon metálico não comum ao eletrodo: (a) Lixar um fio de cobre e depois o coloque em um béquer (100 mL) contendo 50 mL de AgNO₃ 0,2 mol L⁻¹ aguarde cinco minutos, retire o fio e explique o que aconteceu? (b) Lixe novamente o fio de cobre e adicione 50 mL AgNO₃ 0,2 mol L⁻¹.