

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ANNE RAQUEL SOTILES

**ANÁLISE E READEQUAÇÃO DE PROTOCOLOS
EXPERIMENTAIS NA DISCIPLINA DE QUÍMICA NO ENSINO
MÉDIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2014

ANNE RAQUEL SOTILES

ANÁLISE E READEQUAÇÃO DE PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS NA DISCIPLINA DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do curso superior de Licenciatura em Química da UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciada.

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei Aparecido de Lima

Coorientadora: Prof. Dr. Larissa Macedo dos Santos

Pato Branco, 2014

FOLHA DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **ANÁLISE E READEQUAÇÃO DE PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS NA DISCIPLINA DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° 5.1.2014 -L de 2014.

Fizeram parte da banca:

Dr. Vanderlei Aparecido de Lima
(Orientador)

Dra. Larissa Macedo dos Santos
(Coorientadora)

Dra. Elídia Aparecida Vetter Ferri

RESUMO

SOTILES, Anne Raquel. Análise e readequação de protocolos experimentais na disciplina de química no ensino médio. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

O presente trabalho teve por objetivo a análise e teste de aulas práticas atualmente realizadas no primeiro ano do ensino médio de uma escola do sudoeste do Paraná, visando o custo-benefício quando da diminuição do gasto de reagentes, mas, acima de tudo, a diminuição dos resíduos formados nessas aulas práticas. Em se tratando de uma instituição de ensino, esta deve voltar-se para a conscientização de seus alunos quanto aos impactos ambientais causados pelo excesso de resíduos, norteados pelos conceitos de Química Verde e Química Ambiental e da sustentabilidade, tendo em vista a diminuição de tempo, energia e materiais necessários para o tratamento de resíduos.

Palavras-chave: experimentos, ensino de química, tratamento de resíduos, descarte, toxicidade.

ABSTRACT

SOTILES, Anne Raquel. Analysis and readjustment of experimental protocols in the discipline of chemistry in high school. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

This study aimed to analyze and test practical classes currently held in the first year of high school at a school in southwestern Paraná, seeking cost-effective when reduced expenditures of reagents but, above all, the decrease waste formed in these practical classes. In the case of an educational institution, it must turn to the awareness of students about the environmental impacts caused by excess waste, guided by the concepts of Green Chemistry and Environmental Chemistry and sustainability in order to decrease time, energy and necessary for the treatment of waste materials

Keywords: experiments, teaching chemistry, waste treatment, disposal, toxicity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Reação do zinco com sais (a)CuSO ₄ , (b)NaCl, (c)AgNO ₃	30
Figura 2 - Reatividade dos metais com HCl. (a)Al, (b)Zn, (c)Cu, (d) Fe (e)Mg.....	30
Figura 3 - Reatividade dos metais com hidróxido. (a) Al, (b) Cu, (c) Fe	31
Figura 4- Formação do nitrato de cobre	32
Figura 5 - Formação do hidróxido cúprico	32
Figura 6 - Reações do CuSO ₄ com: (a)NaCl, (b)Na ₂ CO ₃ , (c)NaOH, (d)K ₂ SO ₄ , (e) KI.	33
Figura 7 - Reações do ZnSO ₄ com: (a)NaCl, (b)Na ₂ CO ₃ , (c)NaOH, (d)K ₂ SO ₄ , (e) KI.	33
Figura 8 - Reações do AgNO ₃ com: a)NaCl, (b)Na ₂ CO ₃ , (c)NaOH, (d)K ₂ SO ₄ , (e) KI.	33
Figura 9 - Reações do CaCl ₂ com: a)NaCl, (b)Na ₂ CO ₃ , (c)NaOH, (d)K ₂ SO ₄ , (e) KI..	34
Figura 10 - Reações do BaCl ₂ com: a)NaCl, (b)Na ₂ CO ₃ , (c)NaOH, (d)K ₂ SO ₄ , (e) KI.	34
Figura 11 - Reações dos cloretos de sódio, lítio, potássio e de amônio com: (a)F ⁻ , (b) Cl ⁻ , (c)Br ⁻ , (d) I ⁻ , (e) NO ₃ ⁻ , (f)SO ₄ ⁻² , (g)CO ₃ ⁻² , (h)PO ₄ ⁻³ , (i)CrO ₄ ⁻² , (j) OH ⁻	35
Figura 12 - Reações dos demais cloretos com (a)F ⁻ , (b) Cl ⁻ , (c)Br ⁻ , (d) I ⁻ , (e) NO ₃ ⁻ , (f)SO ₄ ⁻² , (g)CO ₃ ⁻² , (h)PO ₄ ⁻³ , (i)CrO ₄ ⁻² , (j) OH ⁻	36
Figura 13 - Reação entre os reagentes iodato de potássio, bissulfito de sódio e ácido sulfúrico da cinética de Landolt	37
Figura 14 - Comparação dos resíduos gerados na metodologia anterior e na reformulada	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Série de atividade química dos metais.....	20
Tabela 2 -Reações dos Metais com Ácido Clorídrico.....	21
Tabela 3 - Resultados reações de precipitação I	25
Tabela 4 - Resultados reações de precipitação II	27
Tabela 5 - Tempo necessário para ocorrer a reação	28
Tabela 6 - Resultados KIO_3	29
Tabela 7–Resultados do tempo necessário para ocorrer a reação	37
Tabela 8 - Resultados KIO_3	38
Tabela 9- Volumes de resíduos gerados antes e após a reformulação das aulas práticas.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 O ENSINO DA QUÍMICA E A EXPERIMENTAÇÃO	12
3.2 QUÍMICA AMBIENTAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	14
3.3 QUÍMICA VERDE E PREVENÇÃO À POLUIÇÃO	15
3.4 GESTÃO DE RESÍDUOS	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 EXPERIMENTO 1: REATIVIDADE QUÍMICA DOS METAIS	19
4.1.1 Referencial Teórico	19
4.1.2 Procedimento Experimental	20
4.1.2.1 Reações de metais com sais	20
4.1.2.2 Reações de metais com ácidos	21
4.1.2.3 Reação de metais com hidróxidos	21
4.2 EXPERIMENTO 2: REAÇÕES QUÍMICAS	21
4.2.1 Fundamentação Teórica	21
4.2.1.1 Reação de Síntese, formação ou Adição	22
4.2.1.2 Reação de Deslocamento ou Simples Troca:	22
4.2.1.3 Reação de Análise ou Decomposição	22
4.2.1.4 Reação de Dupla-Troca	22
4.2.2 Materiais e Reagentes	22
4.2.3 Procedimento Experimental	23
4.3 EXPERIMENTO 3: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO I	24
4.3.1 Objetivo	24
4.3.2 Introdução	24
4.3.3 Material	25
4.3.4 Procedimento experimental	25
4.4 EXPERIMENTO 4: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO II	25
4.4.1 Objetivos	25
4.4.2 Introdução	25
4.4.3 Material	26
4.4.4 Procedimento experimental	26
4.5 EXPERIMENTO 5: CINÉTICA QUÍMICA- REAÇÃO DE LANDOLT	27

4.5.1 Objetivo	27
4.5.2 Introdução	27
4.5.3 Materiais.....	28
4.5.5 Procedimento experimental.....	28
4.5.6 Pós-laboratório - Discussões	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 EXPERIMENTO 1: REATIVIDADE QUÍMICA DOS METAIS.....	30
5.1.1 Reações de metais com sais	30
5.1.2 Reações de metais com ácidos.....	30
5.1.3 Reação de metais com hidróxidos	31
5.2 EXPERIMENTO 2: REAÇÕES QUÍMICAS.....	31
5.3 EXPERIMENTO 3: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO I.....	32
5.4 EXPERIMENTO 4: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO II.....	35
5.4 EXPERIMENTO5: CINÉTICA QUÍMICA- REAÇÃO DE LANDOLT	36
6. CONCLUSÃO	40
7 REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A Química é a ciência que estuda a composição e as propriedades das substâncias que fazem parte de todo o universo. Sabe-se que a maioria das descobertas que giram em torno dos processos químicos e reações foram feitas a partir de experimentos, e, sendo assim, a Química é uma ciência que necessita da vivência em laboratório.

O laboratório gera resíduos provenientes dos restos de amostras e produtos líquidos ou sólidos provenientes dos processos químicos, além de gases e vapores nas reações. Deve-se procurar reduzir ao mínimo a geração de resíduos químicos requisitando apenas o número necessário de amostras a ser utilizado, e sempre que possível, adotar métodos que utilizem o mínimo de amostras (FERRAZ; FEITOSA, 2003). É neste sentido que surge o conceito de Química Verde que, segundo Prado (2003), é a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias tóxicas. A Química Verde está inserida na Química Ambiental, que estuda os fenômenos ocorridos na natureza, seja pela ação do homem ou não.

A atual sociedade capitalista e o consumismo exagerado são os responsáveis pelo aumento da degradação do meio ambiente e vêm mostrando os limites da natureza, como os desequilíbrios ambientais. Por meio da implementação dos 3R – Reduzir, Reutilizar e Reciclar é possível adquirir a consciência ecológica para zelar pelo meio ambiente com o intuito de alcançar o desenvolvimento sustentável.

Com o objetivo da redução na quantidade de reagentes necessárias para que as reações ocorram de forma visível, é que foi desenvolvido este trabalho, no qual algumas aulas práticas que são realizadas atualmente na disciplina de Química no Ensino Médio Integrado de uma escola em um município do sudoeste do Paraná, foram analisadas, testadas e reformuladas, para que a geração de resíduos também fosse mínima. Tendo em vista o mesmo objetivo, também foram testados alguns novos protocolos experimentais, readequando suas metodologias, visando colaborar e ampliar com novas perspectivas da Química Verde.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e readequar as práticas laboratoriais da disciplina de Química Geral no ensino médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reduzir a quantidade de reagentes utilizados nas práticas de Química do ensino médio;
- Priorizar protocolos experimentais que gerem menor quantidade de resíduo químico nas aulas experimentais do ensino médio;
- Sugerir atividades práticas alternativas e alterações nos roteiros experimentais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O ENSINO DA QUÍMICA E A EXPERIMENTAÇÃO

O objetivo da Química compreende a natureza, e os experimentos propiciam ao aluno uma compreensão mais científica das transformações que nela ocorrem. A própria essência da Química revela a importância de introduzir este tipo de atividade ao ambiente do aluno. Esta ciência se relaciona com a natureza, e sendo assim, os experimentos propiciam ao estudante uma compreensão mais científica das transformações que ocorrem na natureza, bem como sua modificação. O ensino de Química deve desenvolver nos alunos a capacidade de compreender os fenômenos químicos presente em seu dia-a-dia (FARIAS, 2009).

Segundo Giordan (1999), a experimentação exerce a função não só de instrumento para o desenvolvimento de competências, mas também de veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos constituam a palavra final sobre o entendimento do fenômeno em causa.

O conceito de atividade prática não pode limitar-se somente àqueles que são criados e reproduzidos na sala de aula ou no laboratório, mas também materializados na vivência social e que permeiam as negociações de significado do ponto de vista dos alunos. Nesta perspectiva, as questões socioambientais passam a ter um papel crucial, na medida em que propiciam a percepção individual motivadora para uma consciência coletiva, que pode resultar em mudanças de atitudes em relação ao conceito de meio ambiente, tornando a experimentação uma ação de Educação Ambiental (SILVA, 2008).

As Universidades são instituições onde o conhecimento científico é produzido, onde normalmente novos produtos e tecnologias surgem, construindo o seu papel na sociedade e interferindo diretamente na mesma. A formação vai muito além da execução de um determinado curso de graduação, as experiências através do contato com professores, laboratório, aprendizagem, atividades básicas de investigação científica, entre outros. Não há como negar que tal experiência será parte deste futuro profissional da educação com possíveis reflexos em nossa sociedade. As Universidades, como formadoras de opinião, devem proporcionar

oportunidades para criar condições de auto avaliação, buscando a formação de futuros profissionais com consciência ambiental, ética e co-responsabilidade. Neste sentido, é relevante enfatizar o fato de que não há sustentabilidade na estrutura sócio-ambiental das Universidades, seja no relacionamento entre as pessoas, ou a relação entre a natureza, as pessoas e os resíduos (LIMA, 2011).

Comumente a mídia relaciona a palavra "Química" a fatores prejudiciais à saúde e há a preocupação da população com respeito aos produtos químicos tóxicos e, as agressões ao meio ambiente é uma realidade que não se pode esconder (BAIRD, 2002;FARIAS, 2009). Sendo assim, o desafio atual para a Química é transformar seus processos antigos em outros mais econômicos e limpos, tornando a Química mais positiva para a opinião pública. As pesquisas químicas devem ser desenvolvidas com a preocupação de se minimizarem não só os riscos dos processos e efluentes, como também a garantia de qualidade dos produtos químicos para o consumidor (FARIAS, 2009).

As atividades experimentais e produtivas na área de Química são normalmente de risco e potenciais causadoras de poluição, visto que quando se trabalha com substâncias muitas vezes tóxicas e/ou inflamáveis e após um processo químico normalmente geram um "lixo tóxico" que precisa ser tratado(SILVA, 2005).

Segundo Lenardão et al. (2003) apud SILVA(2008) apesar da geração de resíduos e de todas as implicações atreladas a ela permearem o meio educacional, ainda não houve incorporação concreta nas ações diárias das Instituições de Ensino. Isto pode ser observado na maioria das práticas experimentais, seja no ensino, pesquisa ou extensão, que não são guiadas por preceitos norteadores da Química Verde.

A atual conscientização da sociedade com relação à questão ambiental, o processo de globalização e a normatização crescente ratificam a necessidade de criação de um programa de gerenciamento de resíduos. O gerenciamento e a disposição segura de resíduos de laboratório dão um bom exemplo aos estudantes e os treina para serem cidadãos e cientistas responsáveis. Desta forma, a criação de um programa de gerenciamento de resíduos em Instituições de Ensino é fundamental não só como forma de minimizar os impactos causados ao meio ambiente, mas principalmente para educar os futuros profissionais (MICARONI, 2002).

3.2 QUÍMICA AMBIENTAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Baird (2002), a Química Ambiental envolve o estudo de um grande número de diferentes agentes químicos, processos e procedimentos de remediação. É o estudo das fontes, das reações, do transporte e do destino das espécies químicas nos ambientes: ar, água e solo, assim como de seus efeitos para a saúde humana (MANO, 2010).

A Educação Ambiental é aquela cujos ensinamentos conduzem ao uso racional dos recursos naturais e à manutenção de um nível ótimo de produtividade dos ecossistemas naturais ou gerenciados pelos seres humanos (LEITE, 2011).

É a Educação Ambiental do ser, que estabelece os elos com o mundo e, a do saber cuidar, como uma ética do humano de compaixão pela Terra e visa à sustentabilidade da vida do planeta. A Educação Ambiental deve se debruçar a entender e agir sobre as relações que originaram os problemas ambientais e não apenas nos restringirmos a no máximo informarmos as suas consequências. O sentido de educar ambientalmente hoje vai além de sensibilizar a população para o problema. Não basta mais apenas sabermos o que é certo e o que é errado em relação ao meio ambiente. É preciso incorporar a questão ambiental no cotidiano de nossa ação como prioridade (CUNHA; GUERRA, 2005).

A Educação Ambiental não se refere exclusivamente às relações vistas como naturais ou ecológicas, mas sim a todas as relações que nos situam no planeta e que ocorrem em sociedade. Assim, o educar ambientalmente se define pela singularidade dos processos que problematizam as características dos grupos sociais (LEITE, 2011).

De acordo com Leme (2003), embora a questão de Educação Ambiental esteja em foco atualmente, principalmente em se tratando das Instituições de Ensino, são poucas que realmente colocam os conceitos em prática, devido à formação precária dos professores na área de Química Ambiental.

A formação do professor em Educação Ambiental deve permitir a vivência de situações participativas e democráticas, ele deve aprender fazendo, vivenciando e refletindo, mas acima de tudo, é importante estimular o professor a buscar informação, reconhecer onde e como acessá-las e conhecer quais são os possíveis canais de participação na sociedade. Trata-se da formação de uma identidade pessoal e profissional. Assim, mais do que a formação de professores em Educação

Ambiental, mais do que uma capacitação buscando agregar nova habilidade pedagógica, desafia a formação de um sujeito ecológico, capaz de encarnar os dilemas societários, éticos e estéticos configurados pela crise societária em sua tradução contracultural; tributário de um projeto de sociedade socialmente emancipada e ambientalmente sustentável. Contudo, ainda resta o desafio de internalizar nos espaços institucionais estruturantes do campo educativo, a formação de uma sensibilidade e de uma leitura crítica dos problemas ambientais (LEME 2003; SATO; CARVALHO, 2005).

A Química Ambiental expande os horizontes da química convencional, dando a ela uma dimensão socioeconômica, além de propiciar parcerias com outras áreas do conhecimento como a toxicologia, a engenharia sanitária e a biologia. Sendo assim praticada, a Química Ambiental revive a Química como uma ciência natural e, deve ser encarada como a ferramenta mais poderosa no resgate da importância da Química como uma das ciências que mais tem trazido benefícios ao homem (MOZETO, 2002).

3.3 QUÍMICA VERDE E PREVENÇÃO À POLUIÇÃO

A Química Verde engloba todos os aspectos e tipos de processos químicos que reduzem os impactos negativos à saúde humana e ao ambiente (MICARONI, 2002). Esta área da Química tem a preocupação do desenvolvimento de tecnologias e processos incapazes de causar poluição. Idealmente, a aplicação dos princípios da Química Verde conduz à regulamentação, ao controle para não causar a uma remediação desnecessária. Além dos benefícios ambientais, tal pensamento apresenta também um impacto econômico graças à diminuição de gastos com o armazenamento e tratamento de resíduos, a descontaminação e o pagamento de indenizações. A Química Verde é um tipo de prevenção da poluição causada na área da química (PRADO, 2003).

De acordo com Mano (2010), a poluição é toda alteração das propriedades naturais do meio ambiente que seja prejudicial à saúde, à segurança ou ao bem-estar da população sujeita aos seus efeitos, causada por agente de qualquer espécie.

O conceito de Prevenção à Poluição pode ser definido da seguinte forma: “Qualquer prática que reduz a quantidade ou impacto ambiental e na saúde de qualquer poluente antes da sua reciclagem, tratamento ou disposição final, incluindo modificação de equipamentos ou tecnologias, reformulação ou *redesign* de produtos, substituição de matérias-primas e melhoria organizacional, treinamento ou controle de inventário (DUNCAN, 1994 apud BRAGA et al. 2005).

Segundo Braga (et al. 2005), o principal objetivo de qualquer iniciativa de Prevenção da Poluição é reduzir os impactos ambientais agregados a todo o ciclo de vida de um produto ou substância, com a finalidade de proteger nossa saúde e o meio ambiente.

Ainda segundo Braga (et al. 2005), os programas educacionais devem estar diretamente ligados com a prevenção à poluição, por intermédio dos quais há a possibilidade de desenvolver programas de conscientização, abordando os problemas associados à poluição, enfatizando a necessidade da adoção de estratégias de prevenção, além dos benefícios que essas podem proporcionar.

3.4 GESTÃO DE RESÍDUOS

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, resíduo químico é todo material ou substância com característica de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização ou reciclagem, que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade (UNIFAL, 2014).

Atualmente, existe uma preocupação mundial em torno dos impactos ambientais ocasionados pelos resíduos sólidos efluentes líquidos e compostos voláteis. Esta preocupação é resultado das contaminações ambientais que afetam a saúde pública e a biodiversidade e foram geradas pela má administração de resíduos produzidos (SISSINO, 2000).

No Brasil, devido à falta de uma legislação específica para o tratamento de resíduos químicos, de um controle mais efetivo e de fiscalização em Instituições de Ensino, pesquisa ou prestadoras de serviços, estas unidades geradoras têm feito muito pouco com relação à minimização da produção e ao descarte correto de resíduos potencialmente perigosos (MICARONI, 2002).

Os Institutos e Departamentos de Química das Universidades, além de todas as unidades que utilizam produtos químicos em suas rotinas de trabalho, têm sido confrontados, ao longo de muitos anos, com o problema relacionado ao tratamento e à disposição final dos resíduos gerado sem seus laboratórios de ensino e pesquisa. Esses resíduos diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem baixo volume, mas grande diversidade de composições, o que dificulta a tarefa de estabelecer um tratamento químico e/ou uma disposição final padrão para todos (GERBASE, 2005).

Os resíduos gerados por Universidades e instituições de pesquisa causam grande preocupação, uma vez que no Brasil cerca de 80% dos esgotos não recebem qualquer tipo de tratamento e são despejados diretamente em mares, rios, lagos e mananciais. Mesmo que as Instituições de Ensino e pesquisa sejam servidas pelo sistema público de tratamento de esgotos, essas devem ser bastante cuidadosas com relação ao descarte de seus resíduos tóxicos, pois muitas vezes os tratamentos convencionais de efluentes (biológico e sedimentação química) são efetivos para a remoção de poluentes convencionais, mas ineficientes para a eliminação de muitos reagentes químicos tóxicos (MICARONI, 2002).

A norma NBR 10004 (ABNT, 2004) – “Resíduos Sólidos – Classificação”, classifica os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais resíduos devem ter manuseio e destinação mais rigidamente controlados. De acordo com essa norma, os resíduos são classificados em três categorias:

Resíduos Classe I – Perigosos: resíduos sólidos ou mistura de resíduos que em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Resíduos Classe II – Não inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe III: Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos à testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas (MACEDO, 2006).

Os resíduos tóxicos são aqueles que podem causar prejuízo à saúde das pessoas ou de outros seres vivos ao entrar em contato com seus organismos (BAIRD, 2002). Nesta classe enquadram-se os metais pesados, que constituem a maioria dos resíduos armazenados nas Instituições de Ensino.

Os metais são substâncias não-degradáveis, de maneira que podem acumular-se nos componentes do ambiente onde manifestam sua toxicidade. Quimicamente, os metais pesados são definidos como um grupo de elementos situados, a Tabela Periódica, perto da parte inferior, mais precisamente entre o cobre e o chumbo, apresentando elevadas massas atômicas e densidades. São metais altamente reativos e bio-acumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los (BAIRD, 2002 & GUERREIRO, 2013).

Os resíduos químicos quase sempre vão conter íons de metal com potencial tóxico como Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanádio (V), Alumínio (Al), Prata (Ag), Cádmiio (Cd), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Chumbo (Pb), etc. Porém as atividades humanas vêm aumentando os níveis de íons metálicos em muitos dos nossos ecossistemas (MACEDO, 2006).

A redução da fonte de produção de resíduos é uma estratégia preventiva e pode ser realizada com uma política específica executada por meio de instrumentos regulatórios, econômicos e sociais (LIMA, 2005).

Segundo Maroun (2006), é de fundamental importância desenvolver e implantar um Plano de Gerenciamento de Resíduos e, para tal há a necessidade de se seguir algumas etapas como planejamento, implementação e operação, e verificação e ações corretivas. O planejamento do Plano de Gerenciamento de resíduos deve ser feito de forma a definir em que processo é produzido o resíduo, em que classificação ele se enquadra e quanto dele é gerado em um intervalo determinado de tempo. A gestão dos resíduos deve realizar-se de acordo com a Política dos 3R – Reduzir, Reutilizar, Reciclar: a redução da geração de resíduos na fonte, a reutilização deles e por último, sua reciclagem (APED, 2010).

A implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos, é a etapa mais difícil e demorada, pois abrange desde o treinamento dos profissionais envolvidos com os resíduos, até o manuseio e armazenagem dos mesmos para um posterior tratamento. Por fim, devem ser feitas avaliações do correto andamento do planejamento feito, através de indicadores e monitoramento, de forma que o gerenciamento de resíduos seja efetivo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram reformuladas algumas práticas laboratoriais da apostila referente à disciplina de Química Geral, que são realizadas atualmente no primeiro ano do Ensino Médio Integrado de uma escola pública em um município do sudoeste do Paraná e, em seguida, foram testadas outras práticas, da apostila da disciplina de Química Geral e Experimental da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, para possível substituição ou até mesmo implantação de um novo experimento na escola pública, que agregue uma economia maior de materiais e reagentes.

Após a determinação das práticas a serem trabalhadas, estas foram revisadas a fim de garantir a utilização das menores quantidades possíveis de reagentes, buscando da melhoria do custo-benefício, com a redução de gastos com reagentes iniciais, dos resíduos gerados e conseqüentemente a diminuição dos gastos necessários com o tratamento destes resíduos, além da diminuição dos impactos ambientais causados pelo descarte incorreto de resíduos.

As práticas analisadas encontram-se nos tópicos 4.1 e 4.2. Enquanto que as práticas alternativas testadas estão nos tópicos 4.3 a 4.5.

4.1 EXPERIMENTO 1: REATIVIDADE QUÍMICA DOS METAIS

4.1.1 Referencial Teórico

Ao se colocar uma lâmina de Zn em uma solução de sulfato de Cu, verifica-se que o Zn fica recoberto por uma substância vermelho-escuro (cobre metálico), em quanto os íons Zn^{2+} migraram para a solução, que se tornou incolor.

A reação ocorre porque o Zn apresenta maior capacidade de doar elétrons que o Cu e quanto maior for à reatividade de um metal, maior será a sua capacidade de doar elétrons. A Tabela 1 mostra a série de atividade química dos metais.

Tabela 1 - Série de atividade química dos metais

Estado Reduzido	Estado Oxidado	F.E.M. (Volts)
Cs	Cs ⁺	+3,02
Li	Li ⁺	+3,02
Rb	Rb ⁺	+2,99
K	K ⁺	+2,92
Ba	Ba ⁺	+2,90
Sr	Sr ⁺⁺	+2,89
Ca	Ca ⁺⁺	+2,87
Na	Na ⁺	+2,71
Mg	Mg ⁺⁺	+2,34
Al	Al ⁺⁺⁺	+1,67
Mn	Mn ⁺⁺	+1,05
Zn	Zn ⁺⁺	+0,76
Cr	Cr ⁺⁺	+0,71
Fe	Fe ⁺⁺	+0,44
Co	Co ⁺⁺	+0,28
Ni	Ni ⁺⁺	+0,25
Sn	Sn ⁺⁺	+0,14
Pb	Pb ⁺⁺	+0,13
H	H ⁺	0,00
Bi	Bi ⁺⁺⁺	-0,32
Cu	Cu ⁺	-0,35
Hg	Hg ⁺⁺	-0,80
Ag	Ag ⁺	-0,80
Hg	Hg ₂ ⁺	-0,85
Pt	Pt ⁺⁺	-1,20
Au	Au ⁺⁺⁺	-1,42

Para ocorrer uma reação que envolva a transferência de elétrons, é necessário levar em consideração a série de reatividade química dos metais, pois eles apresentam tendência a perder elétrons, ou seja, oxidar-se, sendo que o que possui maior facilidade de doar elétrons é o mais reativo.

4.1.2 Procedimento Experimental

4.1.2.1 Reações de metais com sais

Colocar uma lâmina de Zn em três tubos de ensaio.

Ao primeiro, adicionar 2mL de solução de sulfato de cobre (CuSO₄).

Ao segundo, adicionar 2mL de solução de cloreto de sódio.

Ao terceiro, adicionar 2mL de solução de nitrato de prata.

Aguardar 10 minutos, agitar e observar.

4.1.2.2 Reações de metais com ácidos

Numerar 5 tubos de ensaio.

Colocar 2mL de HCl $0,5 \text{ molL}^{-1}$ em cada um dos tubos numerados.

Adicionar a cada tubo aparas de metais, segundo a Tabela 2.

Tabela 2-Reações dos Metais com Ácido Clorídrico

Tubo	Metal	Observa-se	Conclui-se
1	Al ⁰		
2	Zn ⁰		
3	Cu ⁰		
4	Fe ⁰		
5	Mg ⁰		

Ordenar os metais em ordem crescente de reatividade de acordo com tempo gasto na reação. Comparar com a fila de atividade química.

Colocar um pequeno pedaço de cobre em um tubo de ensaio e adicionar 2mL de ácido nítrico (HNO₃) concentrado (Não aspirar os vapores, porque são tóxicos).

4.1.2.3 Reação de metais com hidróxidos

Em três tubos de ensaio, colocar 3mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH).

Adicionar um pequeno pedaço de alumínio ao primeiro.

Adicionar um pequeno pedaço de cobre ao segundo.

Adicionar um pequeno pedaço de ferro ao terceiro.

Aquecer e observar.

4.2 EXPERIMENTO 2: REAÇÕES QUÍMICAS

4.2.1 Fundamentação Teórica

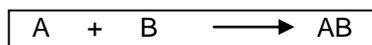
Quando uma ou mais substâncias se transformam em outra, chamamos de Reação Química.

A equação química é a representação de uma reação, onde aparecem os reagentes (substâncias que reagem) e os produtos (substâncias formadas).



4.2.1.1 Reação de Síntese, formação ou Adição.

São reações químicas em que duas ou mais substâncias reagem para formar uma única substância.



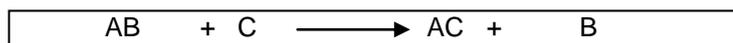
A reação de síntese pode ser:

Total: quando todos os reagentes são substâncias simples.

Parcial: quando houver uma ou mais substâncias compostas.

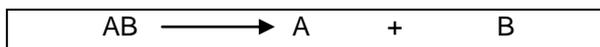
4.2.1.2 Reação de Deslocamento ou Simples Troca:

São reações químicas em que uma substância simples reage com uma substância composta deslocando um de seus elementos, originando outra substância simples e composta.



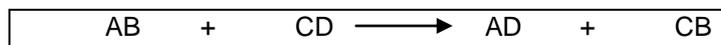
4.2.1.3 Reação de Análise ou Decomposição

São reações químicas que apresentam um único reagente formando duas ou mais substâncias.



4.2.1.4 Reação de Dupla-Troca

São reações químicas em que suas substâncias compostas trocam seus cátions ou ânions para formar outras duas substâncias compostas.



As reações entre um ácido e uma base são de dupla - troca e podem ser chamadas de reações de neutralização ou salificação.

4.2.2 Materiais e Reagentes

- | | |
|---------------------|---|
| - Tubos de ensaio | - Solução de nitrato de prata (AgNO_3) |
| - Pipetas de 10 mL | - Solução de sulfato de cobre (CuSO_4) |
| - Suporte para tubo | - Água de cloro |
| - Frasco lavador | - Lâmina de Magnésio (Mg) |

- Escova para tubo
- Espátula
- Palitos de fósforo
- Solução de NaCl
- Solução de KI
- Pinça de madeira
- Solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
- Lâmina de Cu
- Lâmina de Zn
- Lâmina de Al
- Fenolftaleína
- Solução de NaOH
- Solução de HCl

4.2.3 Procedimento Experimental

a) O Mg reage com o oxigênio formando o seu óxido. Para observar esta reação, proceda da seguinte forma:

- colocar na ponta de uma espátula um pedaço de Mg e levar à chama do bico de Bunsen até o aparecimento de um pó branco, que é o óxido de Mg.

b) O óxido de Mg é um ácido básico, que em contato com a água forma uma base, para observar a reação: colocar o óxido obtido no item a, em um tubo de ensaio, acrescentar 10 mL de água deionizada uma gota de indicador fenolftaleína. O aparecimento da coloração vermelha comprova o meio básico.

c). Os elementos têm uma escala de reatividade. Uma reação química ocorre entre uma substância simples e uma substância composta, quando o elemento da substância simples (metal ou não metal) for mais reativo que o metal ou não - metal da substância composta.

d) Colocar em um tubo de ensaio 0,5mL de solução de nitrato de prata e introduza uma lâmina de cobre previamente limpa. Aguardar alguns minutos e observar o que acontece.

e) Colocar em outro tubo de ensaio 2mL de solução de sulfato de Cu e introduza uma lâmina de Zn previamente limpa. Aguardar alguns minutos e observar o que acontece.

f) Em um terceiro tubo de ensaio, colocar 2mL de solução de cloreto de sódio e acrescentar uma lâmina de alumínio. Aguardar alguns minutos e observar o que acontece.

g) Em um quarto tubo de ensaio colocar 2mL de solução de iodeto de potássio, adicionar 1mL de água de cloro e observar o que acontece.

h) Algumas substâncias compostas transformam-se em outras substâncias mais simples, quando exposta à ação de calor, luz, etc. Colocar em um tubo de ensaio 5 ml de solução de hidróxido de amônio. Levar à chama do bico de Bunsen e sentir o odor característico do gás amônia.

i) Duas substâncias compostas reagem formando duas novas substâncias compostas:

Colocar em um tubo de ensaio 2 mL de solução de hidróxido de sódio e duas gotas de indicador fenolftaleína. Acrescentar, gota a gota, 2 mL de solução de ácido clorídrico e observar o desaparecimento da coloração do indicador.

j) Colocar em um tubo de ensaio 2 ml de solução de CuSO_4 e acrescentar 2 ml de solução de hidróxido de sódio. Observar a formação de um precipitado azul de hidróxido cúprico. Analisar a reação ocorrida.

k) Aqueça o tubo de ensaio até a formação de um precipitado preto. Analisar a reação ocorrida.

l) Colocar em um tubo de ensaio 2 mL de solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ e uma gota de indicador fenolftaleína.

m) Acrescentar 2 mL de ácido clorídrico e observar o deslocamento do indicador. Analisar a reação ocorrida.

n) Deixar o tubo de ensaio no suporte e aguardar mais ou menos uns 2 minutos. Observar o aparecimento de uma coloração esbranquiçada e um odor característico de enxofre. Analisar a reação ocorrida.

4.3 EXPERIMENTO 3: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO I.

4.3.1 Objetivo.

Observar uma reação de precipitação.

Analisar a solubilidade dos compostos envolvidos em função da troca de ânions.

4.3.2 Introdução.

As reações que resultam na formação de um composto pouco solúvel (insolúvel) são conhecidas como reações de precipitação. As reações de precipitação ocorrem quando certos pares de íons de cargas opostas se atraem tão fortemente que formam um sólido iônico.

4.3.3 Material

- Água destilada
- Solução de cloreto de cálcio (CaCl_2)
- Solução de sulfato de zinco (ZnSO_4)
- Solução de sulfato de cobre (CuSO_4)
- Solução de cloreto de sódio (NaCl)
- Solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3)
- Solução de cromato de potássio (K_2CrO_4)
- 12 conta- gotas
- Solução de cloreto de bário (BaCl_2)
- Solução de nitrato de prata (AgNO_3)
- Solução de nitrato de chumbo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)
- Solução de sulfato de potássio (K_2SO_4)
- Solução de iodeto de potássio (KI)
- Solução de hidróxido de sódio (NaOH)

4.3.4 Procedimento experimental.

Em uma folha colocar uma gota de cada uma das soluções aquosas e com o auxílio do bastão de vidro, juntar as gotas das soluções. Repetir este procedimento com todas as soluções aquosas. Anotar na Tabela 3 os resultados observados.

Tabela 3 - Resultados reações de precipitação I

	NaCl	Na_2CO_3	NaOH	K_2SO_4	KI
CaCl_2					
BaCl_2					
ZnSO_4					
CuSO_4					
AgNO_3					

4.4 EXPERIMENTO 4: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO II

4.4.1 Objetivos.

Observar uma reação de precipitação e através dos experimentos, discutir a solubilidade de sólidos iônicos e comparar com suas propriedades periódicas.

4.4.2 Introdução.

As reações de precipitação têm muitas aplicações. Uma é a produção de compostos. A estratégia é escolher soluções que forneçam, ao serem misturadas um precipitado do composto insolúvel desejado, separando-o por filtração.

Na análise qualitativa, a formação de um precipitado é usada para confirmar a identidade de certos íons. Na análise quantitativa, o objetivo é determinar a quantidade de cada substância ou elementos presentes na amostra. A análise quantitativa é muito usada no monitoramento ambiental para encontrar a quantidade de chumbo ou mercúrio que existe na amostra de água.

4.4.3 Material

Tubos de ensaio	Cloreto de cálcio (CaCl_2).
Béquer de 100 mL.	Cloreto de estrôncio (SrCl_2).
Água destilada.	Cloreto de bário (BaCl_2)
Papel absorvente.	Cloreto de alumínio (AlCl_3).
Papel laboratório.	Cloreto de manganês (MnCl_2)
Cloreto de lítio (LiCl)	Cloreto de zinco (ZnCl_2).
Cloreto de sódio (NaCl)	Cloreto de prata (AgCl)
Cloreto de potássio (KCl).	Cloreto de chumbo (PbCl_2).
Cloreto de magnésio (MgCl_2).	Cloreto de amônia (NH_4Cl).
Soluções de fluoreto, brometo, iodeto, nitrato, carbonato, sulfato, fosfato, cromato e hidróxido.	

4.4.4 Procedimento experimental

Em uma folha, colocar uma gota de cada uma das soluções aquosas nas células correspondentes e com o auxílio do bastão de vidro, juntar as gotas das soluções que estão em cada célula, sobre a linha que separa a célula em duas.

Repetir este procedimento com todas as gotas das soluções aquosas.

Após a análise das reações, utilize tubos de ensaio para os casos que houver formação de precipitados. Nesse caso o procedimento deve ser repetido com algumas gotas (3 gotas) dos reagentes e acrescentar gota a gota (não ultrapasse 5 gotas) de ácido e anote os casos em que há a dissolução do precipitado.

Anote os resultados obtidos na Tabela 4, quanto à formação de precipitado e a dissolução do mesmo com o ácido.

Tabela 4 - Resultados reações de precipitação II

	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	PO ₄ ⁻²	Cr ₂ O ₄ ⁻²	OH ⁻
LiCl										
NaCl										
KCl										
MgCl ₂										
CaCl ₂										
SrCl ₂										
BaCl ₂										
AlCl ₃										
MnCl ₂										
ZnCl ₂										
AgCl										
NH ₄ Cl										

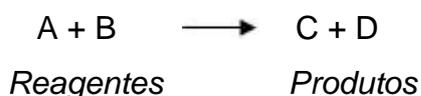
4.5 EXPERIMENTO5: CINÉTICA QUÍMICA- REAÇÃO DE LANDOLT

4.5.1 Objetivo

Analisar o efeito da variação da concentração de iodato de potássio e sobre a velocidade da reação com bissulfito de sódio e ácido clorídrico,

4.5.2 Introdução

Existe um ramo na ciência que estuda a velocidade das reações químicas e os fatores que a influenciam, é a chamada Cinética Química. Pode se definir reações químicas como sendo um conjunto de fenômenos nos quais duas ou mais substâncias reagem entre si, dando origem a diferentes compostos. Equação química é a representação gráfica de uma reação química, onde os reagentes aparecem no primeiro membro, e os produtos no segundo.



A velocidade de uma reação é a rapidez com que os reagentes são consumidos ou rapidez com que os produtos são formados. A combustão de uma vela e a formação de ferrugem são exemplos de reações lentas. Na dinamite, a decomposição da nitroglicerina é uma reação rápida.

As velocidades das reações químicas são determinadas através de leis empíricas, chamadas leis da velocidade, deduzidas a partir do efeito da concentração dos reagentes e produtos na velocidade da reação. (Equação 1).

$$v = [A]^a[B]^b$$

Onde a e b correspondem à ordem de reação em relação aquele reagente, e só pode ser determinado experimentalmente.

4.5.3 Materiais

Béqueres e proveta

Solução B: Bissulfito de sódio 1 g/L.

Solução A: Iodato de potássio (KIO_3).
4,3 g/L.

Amido 4 g/L.

Ácido Sulfúrico a 1 mol/L.

4.5.5 Procedimento experimental

Enumerar 10 béqueres. Ao béquer 1 adicione 10 mL da solução A e a seguir, ao demais, segundo os valores na tabela e em seguida coloque a quantidade em água com indicado na tabela.

Com as soluções prontas, adicione a solução B em respectivos béqueres e marque o tempo para que a reação ocorra.

Anote os valores na Tabela 5.

Tabela 5 - Tempo necessário para ocorrer a reação

Solução	Solução A (mL)	H ₂ O (mL)	Solução B (mL)	Tempo marcado (s)
1	10,0	-	5,0	
2	9,0	1,0	5,0	
3	8,0	2,0	5,0	
4	7,0	3,0	5,0	
5	6,0	4,0	5,0	
6	5,0	5,0	5,0	
7	4,0	6,0	5,0	
8	3,0	7,0	5,0	

9	2,0	8,0	5,0
10	1,0	9,0	5,0

4.5.6 Pós-laboratório - Discussões

- Calcule a concentração de KIO_3 em cada tubo, anotando os valores encontrados na Tabela 6 e esboce um gráfico da concentração versus tempo de reação e defina ordem de reação e a constante de velocidade da reação.
- Escreva as reações ocorridas no experimento e analise-a os resultados obtidos na experiência baseados na teoria cinética.
- Construa um gráfico do tempo em segundos versus concentração de KIO_3 .

Tabela 6 - Resultados KIO_3

	[] da solução A	$\Delta n =$ Numero de mols de KIO_3 que reagiu	Tempo de reação (s)	Velocidade $\Delta n/\Delta t$
1	$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$	$\Delta n = V_{\text{total}} \cdot M$		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXPERIMENTO 1: REATIVIDADE QUÍMICA DOS METAIS

5.1.1 Reações de metais com sais

Após a adição do zinco e de 0,2mL das soluções de CuSO_4 , NaCl e AgNO_3 (Figura1), observou-se que apenas com o NaCl não houve reação, uma vez que este é mais reativo que o Zn . No caso do CuSO_4 (Equação 1) e do AgNO_3 (Equação 2), os íons da solução aderiram à placa, enquanto que os do Zn migraram para a solução.

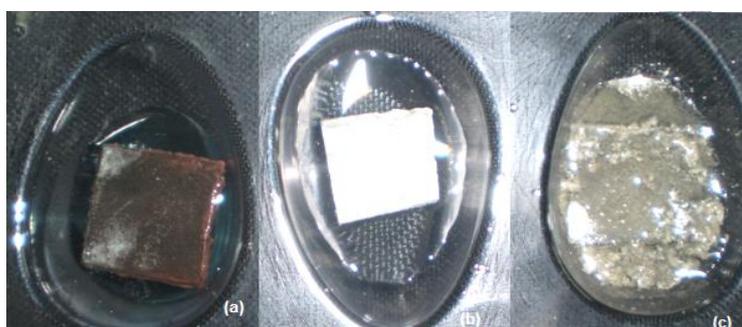
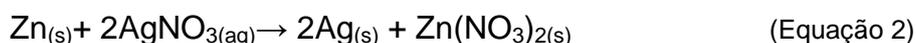
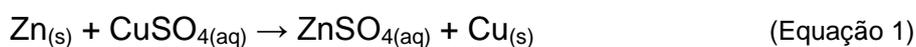


Figura 1- Reação do zinco com sais (a) CuSO_4 , (b) NaCl , (c) AgNO_3 .
Fonte: Própria.



5.1.2 Reações de metais com ácidos

Com a adição de 0,2mL de HCl foi possível observar a reatividade dos metais (Figura 2). Alguns não ocorreram instantaneamente, mas após alguns minutos, a reação teve início.

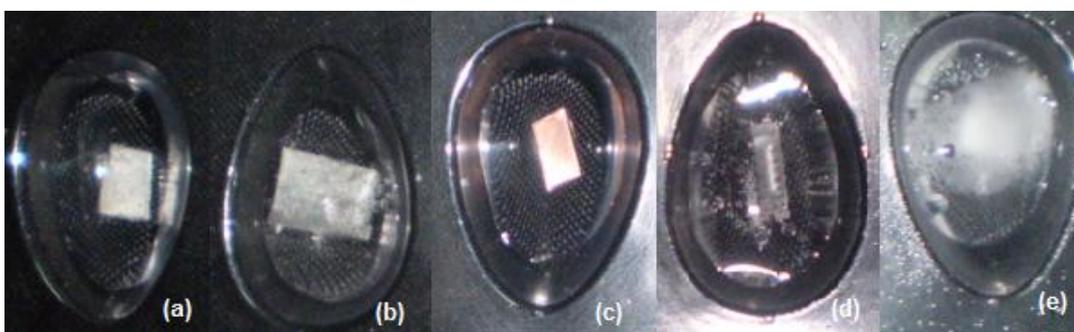
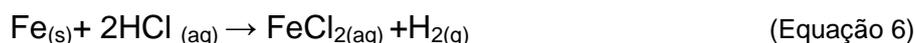
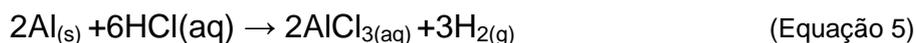
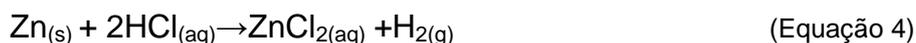
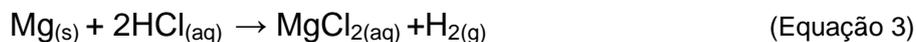


Figura 2 - Reatividade dos metais com HCl . (a) Al , (b) Zn , (c) Cu , (d) Fe (e) Mg .
Fonte: Própria.

Com a execução do experimento, verificou-se que a ordem de reatividade dos metais em ordem crescente é:



As reações dos metais com ácidos encontram-se nas Equações 3 a 6.



5.1.3 Reação de metais com hidróxidos

Também foi possível a visualização da reação com a adição de 0,2mL de NaOH.

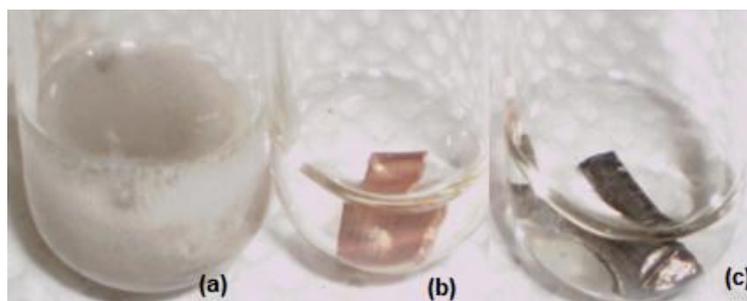
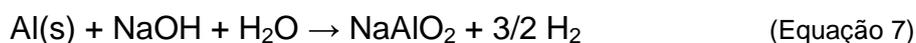


Figura 3 - Reatividade dos metais com hidróxido. (a) Al, (b) Cu, (c) Fe
Fonte: Própria.

A reação com Al ocorre espontaneamente, de acordo com a reação descrita na Equação 7.



Já no caso do Cu e do Fe, a reação não ocorre nem com o aquecimento, pois o sódio é mais reativo, não ocorrendo assim a troca dos íons.

5.2 EXPERIMENTO 2: REAÇÕES QUÍMICAS

Na reação do Cu metálico com 0,2mL de nitrato de prata com, observa-se uma reação de simples troca, na qual a prata adere ao metal, enquanto que a solução fica azulada devido ao cobre, de acordo com a Equação 8 e Figura 4.





Figura 4- Formação do nitrato de cobre
Fonte: Própria

O CuSO_4 é um sal que quando em meio alcalino, ocorre a formação de um precipitado gelatinoso do íon metálico na forma de hidróxido cúprico, de acordo com a Equação 9 e Figura 5.

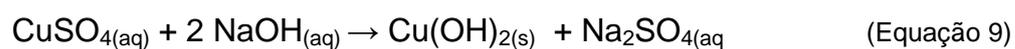


Figura 5 - Formação do hidróxido cúprico
Fonte: Própria.

5.3 EXPERIMENTO 3: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO I.

Após a adição de 0,2 mL das soluções de acordo com o procedimento, pode-se verificar a formação do precipitado em algumas, enquanto que em outras, nada ocorreu.

As reações ocorridas com o CuSO_4 estão na Figura 6, e nas Equações 10 a 14.

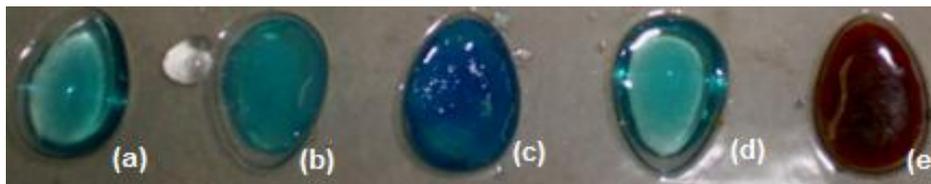
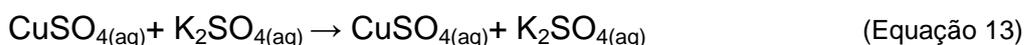
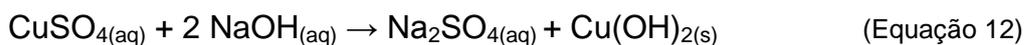
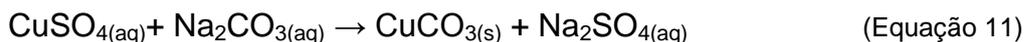
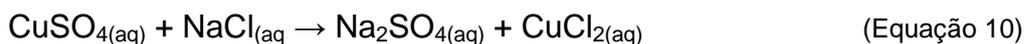


Figura 6 - Reações do CuSO_4 com: (a) NaCl , (b) Na_2CO_3 , (c) NaOH , (d) K_2SO_4 , (e) KI .
Fonte: Própria.



Para o ZnSO_4 , os comportamentos aos do CuSO_4 , sendo possível observar a formação dos precipitados na forma de carbonato e de hidróxido, como mostra a Figura 7 e nas Equações 15 a 19.

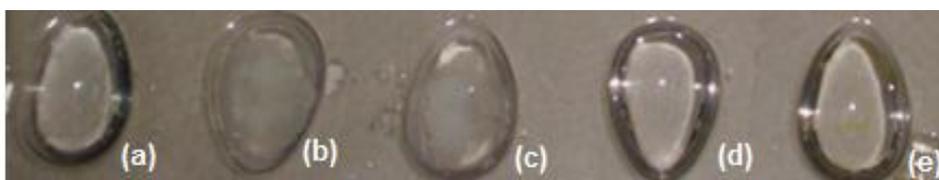
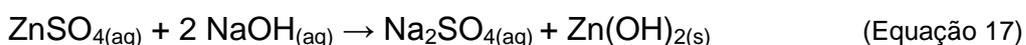
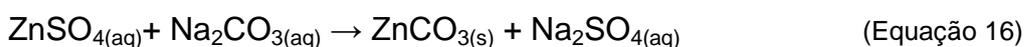
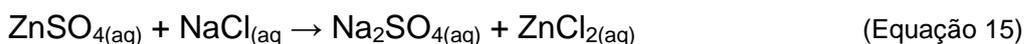


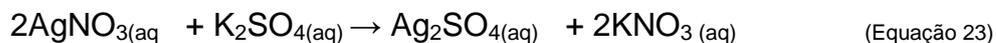
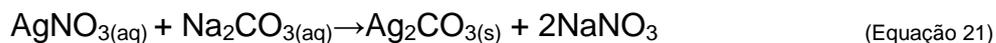
Figura 7 - Reações do ZnSO_4 com: (a) NaCl , (b) Na_2CO_3 , (c) NaOH , (d) K_2SO_4 , (e) KI .
Fonte: Própria.



No caso da prata, ocorreu a formação de precipitados com todas as soluções, sendo que as reações estão nas Equações 20 –24 e Figura 8.



Figura 8 - Reações do AgNO_3 com: a) NaCl , (b) Na_2CO_3 , (c) NaOH , (d) K_2SO_4 , (e) KI .
Fonte: Própria.



O cloreto de cálcio e o cloreto de bário apresentaram comportamentos semelhantes quanto aos resultados do experimento (Figuras 9 e 10).

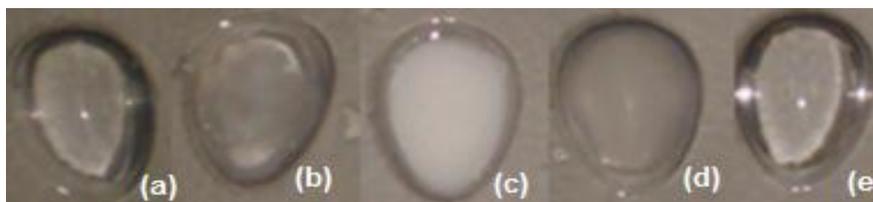
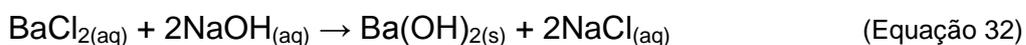
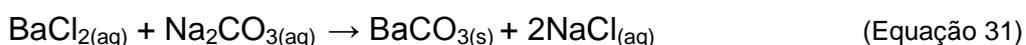
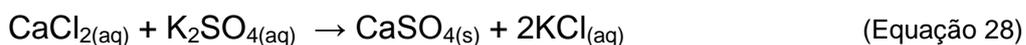
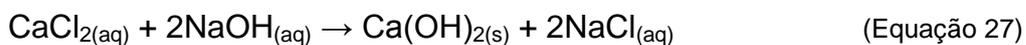
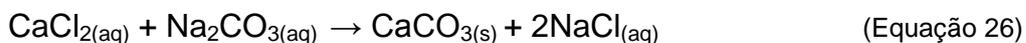


Figura 9 - Reações do CaCl_2 com: a) NaCl , b) Na_2CO_3 , c) NaOH , d) K_2SO_4 , e) KI .
Fonte: Própria.



Figura 10 - Reações do BaCl_2 com: a) NaCl , b) Na_2CO_3 , c) NaOH , d) K_2SO_4 , e) KI .
Fonte: Própria.

As reações do cálcio e do bário com as demais substâncias são apresentadas nas Equações 25 a 29 e nas Equações 30 a 34, respectivamente.



5.4 EXPERIMENTO4: REAÇÕES DE PRECIPITAÇÃO II

Assim como as reações da prática de precipitação anterior, nesta também foi possível a visualização dos resultados com apenas 0,2mL de cada reagente.

Para o caso dos cloretos de lítio, sódio e potássio e de amônio, as reações foram iguais, de acordo com a Figura 11 e com as Equações 35 a 43, nas quais os ânions são representados por um X.

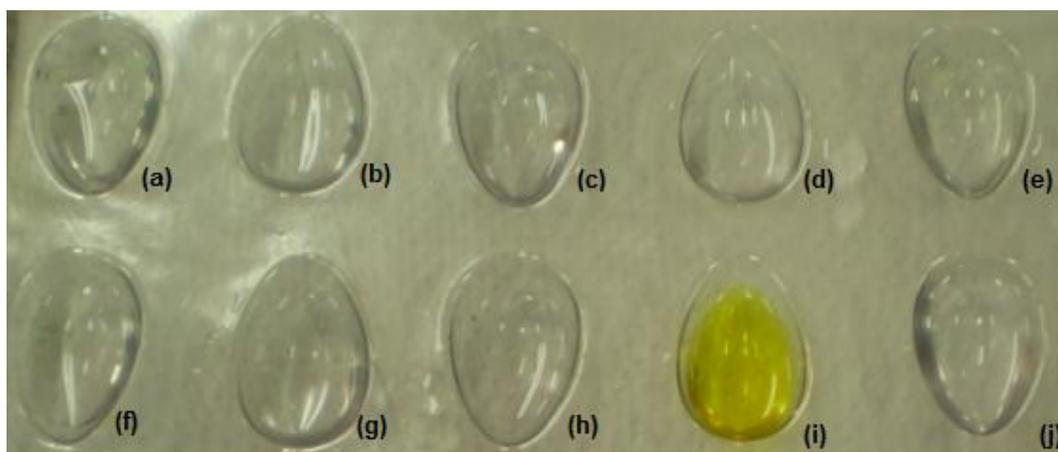


Figura 11 - Reações dos cloretos de sódio, lítio, potássio e de amônio com: (a) F^- , (b) Cl^- , (c) Br^- , (d) I^- , (e) NO_3^- , (f) SO_4^{2-} , (g) CO_3^{2-} , (h) PO_4^{3-} , (i) CrO_4^{2-} , (j) OH^-

Fonte: Própria



Os cloretos de magnésio, cálcio, estrôncio, bário, alumínio, zinco, prata e manganês, também apresentaram os mesmos comportamentos, de acordo com as reações descritas nas Equações 44 a 52 nas quais os ânions são representados por um Y e Figura 12.

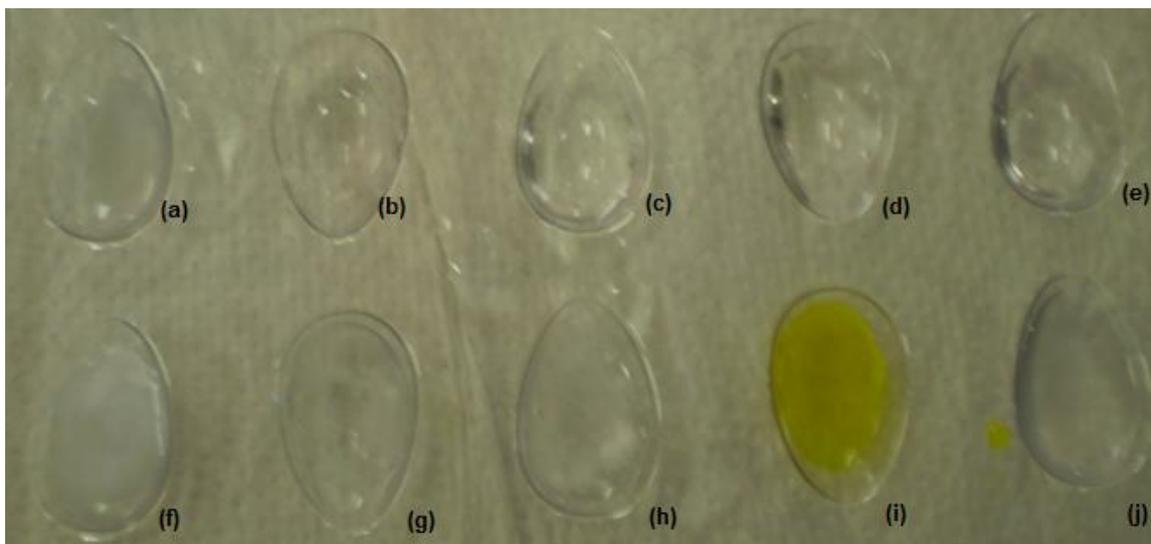


Figura 12 - Reações dos demais cloretos com (a)F⁻, (b) Cl⁻, (c)Br⁻, (d) I⁻, (e) NO₃⁻, (f)SO₄⁻², (g)CO₃⁻², (h)PO₄⁻³, (i)CrO₄⁻², (j) OH⁻
Fonte:Própria

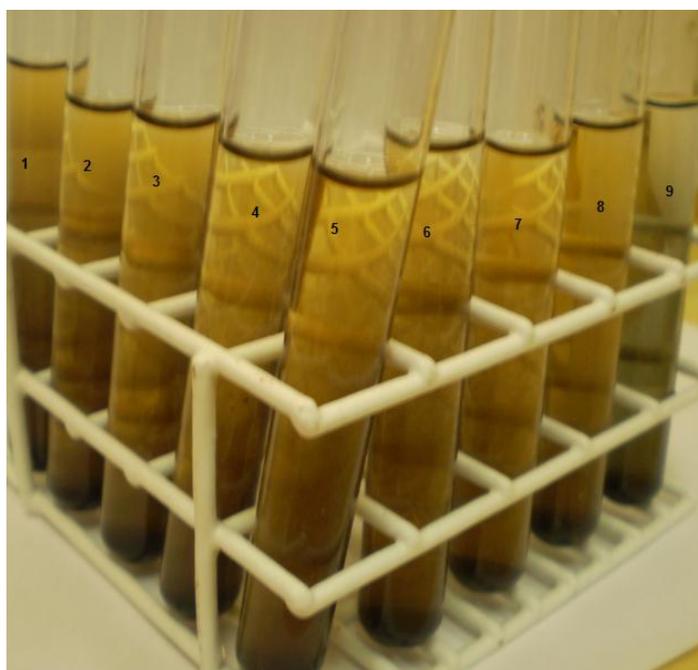


5.4 EXPERIMENTO5: CINÉTICA QUÍMICA- REAÇÃO DE LANDOLT

Após a reação que ocorre entre as soluções A (iodato de potássio) e B (ácido sulfúrico, bissulfito de sódio e indicador de amido) nas proporções designadas na Tabela 5 determinou-se o tempo necessário para visualizar a ocorrência da reação (Figura13). As leituras dos tempos encontram-se na tabela 7.

Tabela 7–Resultados do tempo necessário para ocorrer a reação

Tubo	Solução A (mL)	H ₂ O (mL)	Solução B (mL)	Tempo marcado (s)
1	1,0	-	2,0	1,00
2	0,9	0,1	2,0	1,38
3	0,8	0,2	2,0	1,62
4	0,7	0,3	2,0	2,18
5	0,6	0,4	2,0	2,69
6	0,5	0,5	2,0	3,45
7	0,4	0,6	2,0	4,13
8	0,3	0,7	2,0	5,20
9	0,2	0,8	2,0	6,95
10	0,1	0,9	2,0	Não detectado

**Figura 13** - Reação entre os reagentes iodato de potássio, bissulfito de sódio e ácido sulfúrico da cinética de Landolt**Fonte:** Própria.

Foi determinada a concentração de KIO₃ em cada tubo, bem como o número de mols de reagiram ao longo do tempo, de acordo com a Equação 53.

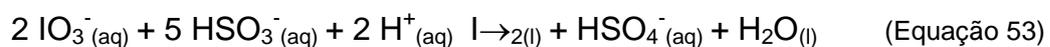


Tabela 8 - Resultados KIO_3

	[] da solução A (mol/L)	mols de KIO_3 que reagiu	Tempo de reação (s)	Velocidade (mol/s)
1	0,00004	0,00004	1,00	0,000040
2	0,03600	0,03240	1,38	0,023478
3	0,03200	0,02560	1,62	0,015802
4	0,02800	0,01960	2,18	0,008991
5	0,02400	0,01440	2,69	0,005353
6	0,02000	0,01000	3,45	0,002899
7	0,01600	0,00640	4,13	0,001550
8	0,01200	0,00360	5,20	0,000692
9	0,00800	0,00160	6,95	0,000230
10	0,00400	0,00040	-	-

5.5 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Após a realização dos experimentos, quantificou-se o volume total de resíduos normalmente gerados e o volume a ser gerado com a adoção das novas práticas. Os valores encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9- Volumes de resíduos gerados antes e após a reformulação das aulas práticas

Resíduo	Volume utilizado Inicialmente (mL)	Volume após a redução (mL)
CuSO_4	112	11,2
AgNO_3	96	9,6
Cromo	16	1,6
Chumbo	32	3,2
Bário	32	3,2
Estrôncio	16	1,6
Manganês	16	1,6
Total	320	32

Por intermédio dos testes efetuados, foi possível a redução do volume de reagentes utilizados e, conseqüentemente diminuição no volume de resíduos a 10% do valor que era utilizado inicialmente, conforme expressa a Figura 14.

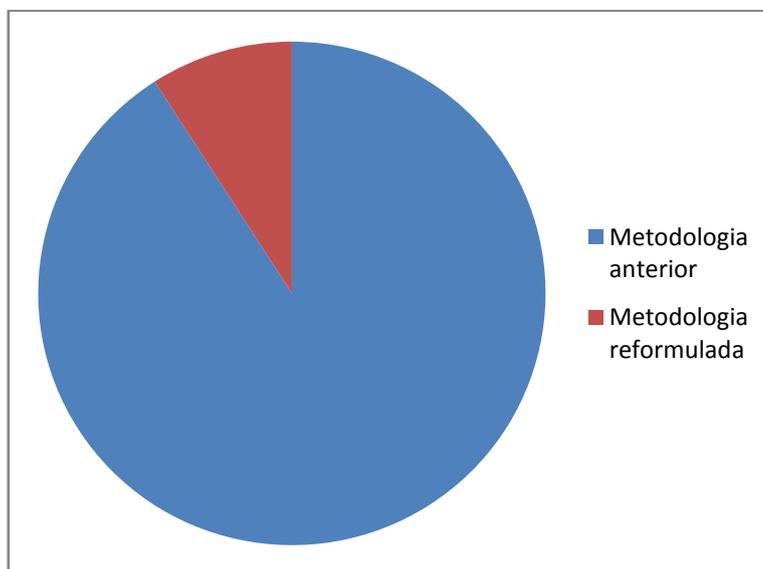


Figura 14 - Comparação dos resíduos gerados na metodologia anterior e na reformulada

Após a realização das práticas, percebe-se que estas podem ser realizadas com a utilização de pouca quantidade de material e podem ser visualizadas até mesmo em pequenas escalas, principalmente em se tratando de reações químicas nas quais há a formação de resíduos contendo metais pesados, que não podem ser descartados no meio ambiente, devendo, portanto, ser armazenados ou tratados.

Para o tratamento, além do gasto de tempo e energia, são utilizados outros materiais, sendo que quanto maior a quantidade de resíduos, maior será a quantidade necessária de reagentes para o tratamento.

Quando se diminui a quantidade de reagentes a ser utilizada, além de contribuir para a redução dos impactos ambientais causados pela formação de substâncias tóxicas, contribui também para a redução de gastos do laboratório, cooperando para a conscientização dos alunos.

6. CONCLUSÃO

A redução na fonte geradora de resíduos é de fundamental importância, pois o sistema de tratamento de resíduos pode ser, por muitas vezes ineficiente, não removendo todas as substâncias tóxicas presentes e ocorrendo o descarte em esgotos, na rede pública de saneamento. Essa redução deve ser baseada na conscientização inicialmente do docente e este deve repassar a seus alunos, com base nos princípios da Química Ambiental atrelados aos da Química Verde, visando a Educação Ambiental. Principalmente levando-se em consideração que a quantidade de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) vem preocupando grande parte da população devido aos impactos ambientais.

Após a realização deste trabalho, foi possível a redução de 90% do volume utilizado de reagentes, sem prejudicar a visualização da reação, e consequentemente houve o mesmo percentual de redução dos resíduos finais formados.

Devido à inexistência de uma legislação específica para o tratamento de resíduos químicos e da fiscalização em Instituições de Ensino e pesquisa, muito pouco se tem feito com relação à minimização da geração e ao descarte correto de resíduos perigosos.

Principalmente quando se trata de Instituições de Ensino, há a necessidade de programas educacionais norteados pela Química Ambiental, voltados para a prevenção da poluição, visando reduzir os impactos ambientais, com a finalidade de proteger nossa saúde e o meio ambiente.

7 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

APED – Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição. **Guia de Boas Práticas Ambientais**. Lisboa, 2010.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Trad. de Maria Angeles Lobo Recio e Luis Carlos Marques Carrera. 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

FARIAS, C.S.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. **A importância das atividades experimentais no Ensino de Química**. 1º Congresso Paranaense de Educação em Química, 2009.

FERRAZ, F.C.; FEITOSA, A.C. **Técnicas de Segurança em Laboratórios: Regras e Práticas**. São Paulo: Hemus, 2003.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. **Gerenciamentos de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino**. *Quim. Nova*, Vol. 28, No. 1, 3, 2005.

GIORDAN, M. **O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO no ensino de ciências**. *Química nova na escola*, no. 10, 43-49, Nov. 1999.

GUERREIRO, L. **Metais pesados no organismo**. Disponível em: <<http://alimentacaoviva.blogspot.com.br/2007/07/metais-pesados-no-organismo>> Acesso em 05 de março de 2013.

LEITE, R.F.; RODRIGUES, M. A. **Educação Ambiental: Reflexões sobre a prática de um grupo de professores de química**. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 1, p. 145-161, 2011.

LEME, T. N. **Os conhecimentos práticos produzidos pelos professores que fazem Educação Ambiental na escola: percorrendo caminhos entre a teoria e a prática**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, 2003.

LIMA, J. D. de. **Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos**. Paraíba: Gráfica JB, 2005.

LIMA, P. C.G.; LIMA, V. A.; KATAOKA, A. M. Overview Management Chemical Residues of Laboratories in Academic Institutions in Brazil. In: BRONIEWICZ, E. **Environmental Management InPractice**. Croácia: InTech, 2011. Pag. 351.

MACEDO, J. A. B. **Introdução à Química Ambiental: Química & Meio Ambiente & Sociedade.** Minas Gerais: CRQ-MG, 2006.

MANO E. B.; PACHECO,É. B. A. V.; BONELLI. C. M. C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem.** São Paulo: Blucher, 2010.

MAROUN, C.A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo.** Rio de Janeiro: GMA, 2006.

MICARONI, R. C. C. M.; **Gestão de Resíduos em Laboratórios do Instituto de Química da UNICAMP.** Universidade Estadual de Campinas: Tese de Doutorado – Instituto de Química, 2002.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. F. **A Química Ambiental no Brasil.** Quim. Nova, Vol. 25, Supl. 1, 7-11, 2002.

PRADO, A. G. S. **Química Verde, os Desafios Da Química Do Novo Milênio.** Quim. Nova, Vol. 26, No. 5, 738-744, 2003.

SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: pesquisa e desafios.** Porto Alegre: Artmed, 2005.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S B.; JUNIOR, J. J. **Desenvolvimento Sustentável e Química Verde.** Química Nova, Vol. 28, No. 1, 103-110, 2005.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. **Experimentação no ensino médio de Química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso.** Ciência & Educação, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SISSINO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. **Resíduos sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.

UNICENTRO. **Apostila Da Disciplina de Química Geral e Experimental II do Curso De Química.** Guarapuava, 2012.

UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas. **Descarte de resíduos.** Comissão de Riscos Químicos. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/riscosquimicos/descarte>>. Acesso em: 18 de julho de 2014.

UTFPR. **Apostila de Práticas Laboratoriais de Química Geral do Ensino Médio,** Pato Branco, 2013.