

TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO LABORATÓRIO DO IFPR - CAMPUS PARANAGUÁ

NAIURY DA SILVA MARCONDES¹
JOANA RUPPRECHT ZABLONSKY²
PRISCILA IKE³

RESUMO

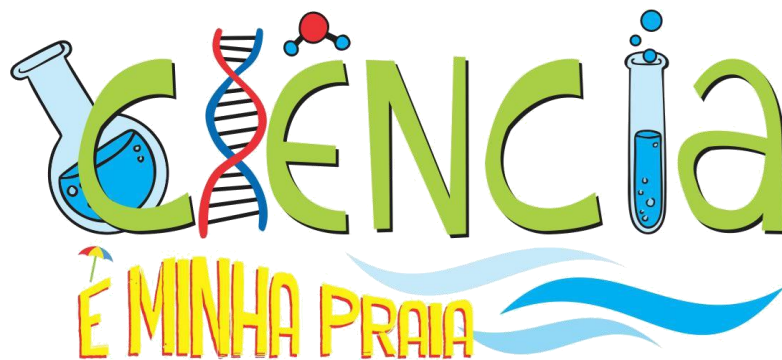
Os resíduos químicos, enquanto uma problemática ambiental, acabam por entrar no cenário dinâmico e mundial a partir da relação que se estabelece entre sua geração, o seu tratamento e sua destinação final e correta. A partir da instituição de leis e resoluções, tal relação busca, por vezes, reduzir a gama de impactos que são gerados pelo fluxo de resíduos oriundos dos exercícios humanos. Esse fluxo faz com que sejam expandidas as preocupações voltadas para essa categoria de resíduos visto que, sua nocividade à resiliência ambiental acentua-se diante dos resíduos comuns e então, acabam por merecer uma atenção especial que muitas vezes, não lhe é dada. A partir da problemática que circula a questão ambiental e a destinação desses resíduos, conceitua-se o Gerenciamento de Resíduos, que para este trabalho, será voltado para o leque de resíduos químicos e líquidos gerados no Laboratório de Química do Instituto Federal do Paraná - *campus* Paranaguá. As instituições de ensino são responsáveis pelo tratamento de resíduos gerados no meio acadêmico, ou seja, devem submeter seus laboratórios a uma política severa de gerenciamento de resíduos. Sobretudo, não se deve negligenciar os resíduos químicos, afinal, determinadas substâncias, apresentam elevado grau de toxicidade e nocividade ao meio ambiente e, portanto, precisam submeter-se à tratamentos específicos até a sua destinação à rede coletora pública. Diante disso, esse trabalho abordará um relato do tratamento dos dois resíduos químicos gerados em maior quantidade no Laboratório de Química do *campus*: resíduos de ácidos e bases e resíduos contendo os metais pesados cobre e prata.

Palavras-chave: Resíduos Químicos. Laboratório de Química. Ácidos e bases. Metais pesados. Tratamento de resíduos.

1 Graduada em Engenharia Química. Técnica em Meio Ambiente do Instituto Federal do Paraná - Campus Paranaguá.
e-mail: naiurydasilvamarcondes@gmail.com

2 Mestra em Engenharia Civil (UTFPR). Docente do Instituto Federal do Paraná - Campus Paranaguá.
e-mail: joana.zablonsky@ifpr.edu.br

3 Doutora em Química (UFSCar). Docente do Instituto Federal do Paraná - Campus Paranaguá.
e-mail: priscila.ike@ifpr.edu.br

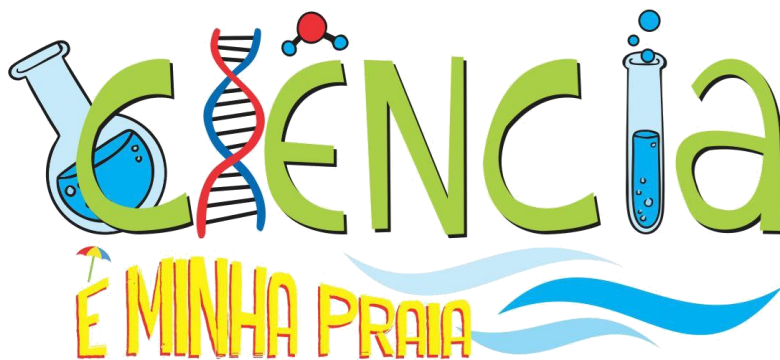


1 INTRODUÇÃO

De acordo com o processo civilizatório, há um crescimento exponencial dos subprodutos referente aos exercícios humanos e que acabam por entrar no vasto fluxo de resíduos ao gerar diversas problemáticas diante da capacidade de resiliência do meio ambiente, visto que, alguns resíduos apresentam individual nocividade à dinâmica ambiental. Partindo disso, com o decorrer da inserção das pautas que giram em torno das problemáticas ambientais em congressos e conferências multinacionais, cria-se um processo de gerenciamento de diversos tipos de resíduos cuja finalidade volta-se para uma destinação final correta dos mesmos e que reduz o impacto ambiental que esse resíduo irá gerar em seu processo de deposição (buscando sempre o nulo). Portanto, a instituição de leis como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada em 2010 e mais conhecida como Lei nº12.305/10, visa uma organização de resíduos nos diversos setores públicos e privados e uma maior transparência desse gerenciamento.

Nesse contexto, as universidades, tanto públicas quanto privadas, entram enquanto um setor gerador de resíduos no que se refere desde o meio técnico e acadêmico até o meio social (alunos). Diante disso, o enfoque deste trabalho será voltado para o meio técnico e acadêmico, no qual, os resíduos químicos entram como protagonistas no meio laboratorial a partir das experiências que foram feitas para pesquisas ou demonstrações em aula. Ademais, a gestão desses resíduos químicos foi mediada a partir de uma posição ativa dentro das instituições de ensino para que o descarte desses resíduos nocivos ao meio ambiente, não gerem problemas maiores para o futuro. Essa prática foi elaborada no Laboratório de Química do Instituto Federal do Paraná - *Campus* Paranaguá - com alguns dos principais resíduos químicos gerados em aulas práticas e atividades de pesquisas

Frente ao exposto, o objetivo deste artigo é relatar uma experiência onde os principais resíduos gerados no Laboratório de Química foram quantificados e tratados dando início ao processo de implementação de um Plano de Gestão de Resíduos Químicos; além de surgir como proposta de um caderno de protocolos para o tratamento de resíduos, baseado em de experiências compiladas da literatura e adequadas ao Laboratório de Química do IFPR.



1.1. Gerenciamento de resíduos

A definição de resíduos de acordo com a norma NBR 10.004:2004 (ABNT), é colocada como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. A partir disso, serviços para gerenciamento dos resíduos sólidos tornam-se pauta diante da criação de uma política nacional cujo objetivo é normatizar e operacionalizar a gestão de resíduos por meio de uma ação mais política do que técnica.

Uma definição mais abrangente trata dos resíduos químicos, que inclui não somente os resíduos sólidos. De acordo com a Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, são resíduos químicos:

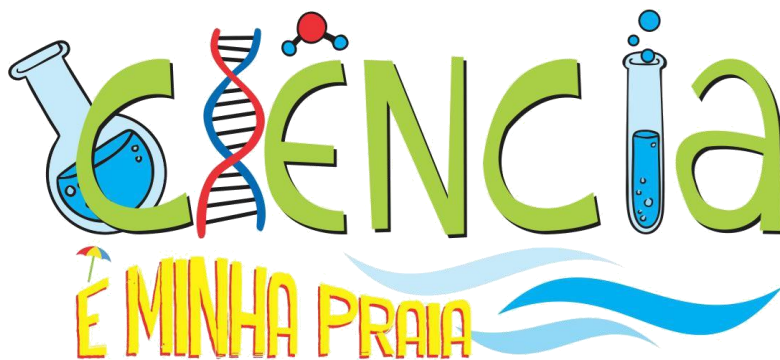
Todo material ou substância com característica de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização ou reciclagem, que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

A partir disso, resíduos químicos tornam-se particulares diante do seu tratamento, afinal, é dever do responsável pelo laboratório a elaboração de um inventário que acomode os resíduos existentes, além de uma estimativa da geração de resíduos. Ademais, os resíduos devem ser amenizados com processos que devem ser adotados sempre que possível, para que estes sejam destinados de forma correta.

1.2 Tratamento de Resíduos Químicos

Contemplar a classe de Resíduos Químicos significa contemplar a gama de resíduos tóxicos-químicos gerados pelos diversos setores sociais. De certa forma, sua notoriedade denota de uma importância extrema simplesmente pelo fato desses resíduos possuírem um grau de nocividade e preocupação mais acentuada que os resíduos sólidos comuns.

Diante disso, ao tratar da questão de destinação final dos resíduos químicos, infere-se a resolução da ANVISA Nº 306, de 7 de dezembro de 2004, que estabelece no Art. 11.18.3: que “Resíduos no estado líquido podem ser lançados na rede coletora de esgoto ou em corpo receptor, desde que atendam respectivamente as diretrizes estabelecidas pelos órgãos



ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes”. Partindo disso, resíduos químicos bifurcam-se entre os diferentes tipos de resíduos líquidos e destacam-se pelas soluções de pH demasiadamente ácidas ou básicas e soluções contendo íons metálicos.

Ácidos e Bases

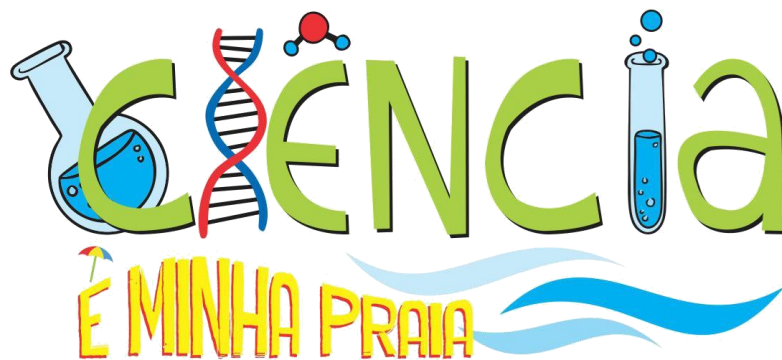
Nóbrega (2005, p. 212) pontua que “ácidos possuem um sabor azedo, reagem com metais, alteram de maneira específica a cor de determinadas substâncias conhecidas como indicadores ácido-base”. Bases “têm gosto amargo ou cáustico, são escorregadias e alteram, também de maneira específica, a cor dos indicadores ácido-base” (NÓBREGA, 2005 p. 216). Segundo a ABNT NBR 10007 soluções aquosas com pH extremo, abaixo de 2 ou acima de 12,5 são caracterizadas como resíduo corrosivo, capaz de destruir superfícies, incluindo os tecidos vivos.

A presença de íons H^+ , oriundos de ácidos, ou íons OH^- , oriundos de bases, podem interferir no meio ambiente, uma vez que interagem com moléculas presentes no meio, modificando suas características químicas e, conseqüentemente, afetando processos químicos de ocorrência natural.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. (CETESB, 2018, p. 16)

Metais Pesados

Outras substâncias que merecem destaque são os metais pesados, afinal estes apresentam uma configuração altamente tóxica. Esses minerais são frequentemente associados a doenças degenerativas do sistema nervoso central e têm a características de serem bioacumulativos, uma vez que não são metabolizados pelos organismos (AZEVEDO, 1999). Dessa forma, Novaes e Aguiar (2002, p. 1) definem que líquidos que apresentam tais metais em sua constituição, não devem ser descartados na rede pública, para tratamento em



conjunto com o esgoto doméstico, justamente por apresentarem uma nocividade ao corpo receptor, mesmo que em concentração de cátions reduzidas.

A priori, particulariza-se uma busca pelo reconhecimento de quais soluções se enquadram em cada tipo de resíduos que contemplam a possibilidade de descarte direto na rede coletora de esgotos. Ou seja, uma essencial medida em que o desconhecimento se torna nocivo ao meio ambiente gera uma preocupação para “manualizar” esses resíduos. A Tabela 1 (SILVA, 2014) traz um breve resumo sobre a destinação de alguns resíduos bastante comuns em laboratórios de ensino de química.

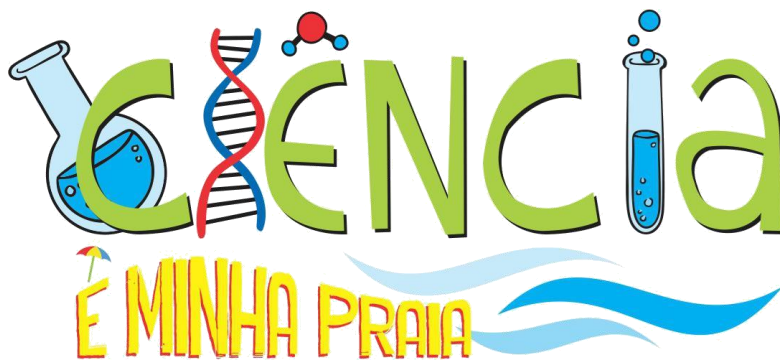
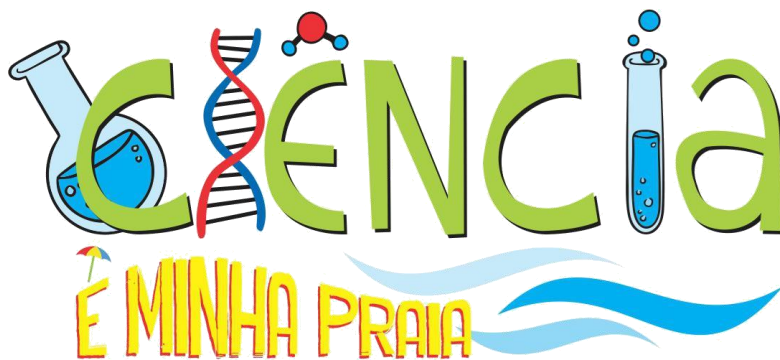


Tabela1: Classificação e descarte de resíduos químicos.

Classe	Substância	Descarte
Orgânicos não tóxicos.	Açúcares, amido, aminoácidos, ácido cítrico, ácido lático.	Podem ser descartados na pia ou lixo comum*.
Soluções ácidas de ânions não tóxicos	HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , H ₃ PO ₄ , H ₂ CO ₃ , CH ₃ COOH, H ₃ BO ₃ , HI	Devem ser neutralizadas com solução alcalinas de cátions não tóxicos e descartadas na pia*.
Soluções alcalinas de cátions não tóxicos	NaOH, KOH, Ca(OH) ₂ , Mg(OH) ₂ , NH ₄ OH	Não devem ser armazenadas em recipientes de vidro e devem ser neutralizadas com solução ácidas de ânions não tóxicos e descartadas na pia*.
Soluções neutras de íons inorgânicos não tóxicos	Ânions: Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , SO ₃ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , CH ₃ COO ⁻ , HCO ₃ ⁻ , BO ₃ ³⁻ , I ⁻ , OH ⁻ Cátions: Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ .	Podem ser descartados na pia*.
Soluções de cátions tóxicos	As ³⁺ , As ⁵⁺ , Ba ²⁺ , Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ , Mn ²⁺ , Mn ⁴⁺ , Mn ⁷⁺ , Hg ⁺ , Hg ²⁺ , Mo ⁶⁺ , Se ⁴⁺ , Se ⁶⁺ , Ag ⁺ , Zn ²⁺ , Al ³⁺	Devem ser tratadas com solução alcalina concentrada. Os hidróxidos precipitados devem ser removidos da solução por filtração.
Soluções de ânions tóxicos	S ²⁻ , CN ⁻	Devem ser tratados com agentes oxidantes, como hipoclorito.
Solventes orgânicos	Álcoois, cetonas, éteres, ésteres, hexano, benzeno, tolueno, etc	Devem ser armazenados em recipientes de vidro e destilados.
Solventes orgânicos halogenados	Clorofórmio, diclorometano, dibromometano, tetracloreto de carbono, etc	Devem ser armazenados em recipientes de vidro e destilados.

* O descarte de substâncias diretamente na rede coletora deve ser comedido, uma vez que mesmo as substâncias de baixa toxicidade e não bioacumuladoras, em excesso podem contribuir para poluição ambiental gerando, por exemplo, proliferação descontrolada de micro-organismos em corpos hídricos.

A partir disso, os resíduos devem submeter-se a um tipo de tratamento específico até estarem aptos para um descarte direto e somente após isso, a operação da gestão adequada destes resíduos líquidos e químicos estará finalizada.



2. METODOLOGIA

2.1. Separação dos Resíduos

Primeiramente, os resíduos químicos foram armazenados dentro de recipientes individuais cujo rótulo indicava o conteúdo químico que estava sendo depositado nele. Para o tratamento dos resíduos, buscou-se a reutilização de resíduos alcalinos para participar das reações de neutralização e/ou precipitação. Essencialmente, três resíduos foram tratados durante esse processo: descarte de ácidos e bases, solução de sulfato de cobre e solução de nitrato de prata com sulfato de cobre.

2.2. Tratamento de ácidos e bases

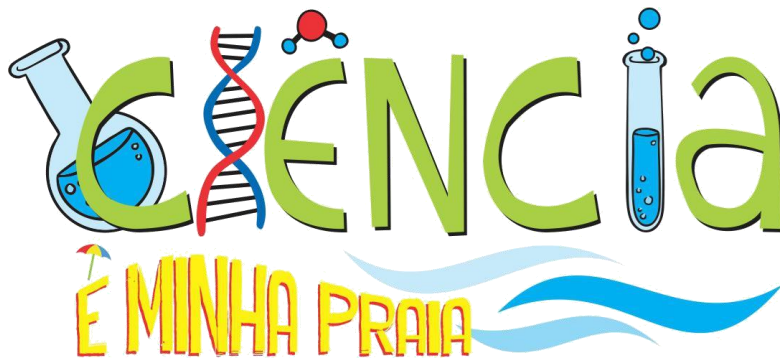
O primeiro resíduo a ser tratado foi o conteúdo do recipiente onde foram descartados ácidos e bases. Utilizando uma proveta o volume total deste resíduo foi medido. Em seguida, utilizando-se um pHmetro, mediu-se o pH da solução a ser tratada. Posteriormente, adicionou-se hidróxido de sódio à solução até que o pH atingisse valores entre 6 e 8. Após a neutralização, a solução pôde ser descartada na pia.

2.3. Tratamento de resíduos contendo metais

Para o tratamento do resíduo contendo sulfato de cobre (CuSO_4) ocorreu, primeiramente, a medição do seu volume com o uso da proveta. Posteriormente adicionou-se NaOH a esta solução. Em seguida, a solução foi diretamente despejada em Funil de Buchner para retenção do material sólido formado.

O volume do resíduo líquido contendo nitrato de prata (AgNO_3) com sulfato de cobre (CuSO_4) também foi medido. Utilizou-se a solução alcalina que restou no Erlenmeyer, obtida após a filtração do sólido formado no tratamento do CuSO_4 , para tratar a solução contendo os sais de AgNO_3 e CuSO_4 . Da mesma maneira, o sólido formado foi retido por meio de filtração em Funil de Buchner.

Todo material sólido obtido após o tratamento dos resíduos contendo metais foi colocado em estufa a 50°C para a redução do seu tamanho por meio da desidratação do

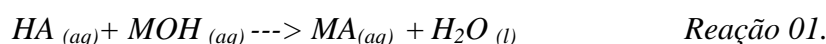


sólido. Os materiais utilizados no processo de manejo dos resíduos químicos foram acondicionados em um recipiente específico, devidamente rotulado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento dos resíduos ocorreu durante o período de 33 dias. O primeiro resíduo a ser tratado foi o resíduo de ácidos e bases. Este resíduo consistia em 3,5 L de uma solução formada pelo descarte de soluções dos ácidos clorídrico, sulfúrico, nítrico e fosfórico; e dos hidróxidos de sódio, potássio e cálcio. Logo, esta solução contém íons comumente presentes em sistemas biológicos e que não são considerados tóxicos. Portanto, o tratamento indicado para esta solução consistiu na sua neutralização a um nível de pH próximo de 7.

Este resíduo caracterizava-se por apresentar um nível de acidez extremamente elevado, pH igual a -0,5. Por essa razão, o processo de neutralização desta solução ácida foi feito com a adição de uma base, o hidróxido de sódio (NaOH). A reação de neutralização é uma reação que ocorre entre um ácido e uma base e forma-se um sal, cujo cátion (M^+) vem da base e o ânion (A^-) vem do ácido (Reação 01).



O pH final após a adição de NaOH era 7,3. Desta forma, a solução entrou na faixa adequada para o descarte direto na pia. Devido à alta concentração da solução neutralizada, uma parte do sal formado na reação (NaCl) precipitou, conforme mostra a Figura 1.

Ciência

É MINHA PRAIA

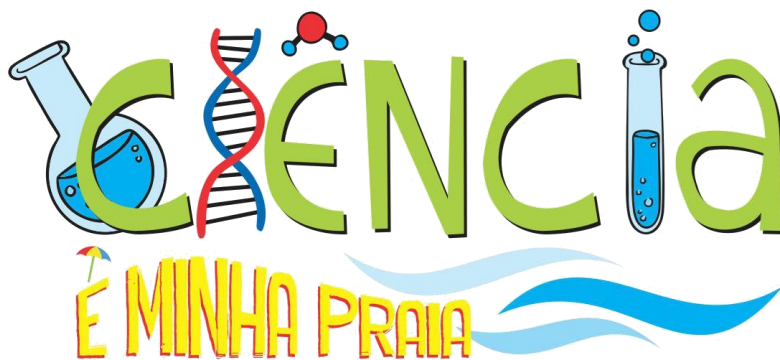


Figura 1: Resíduo de ácidos após tratamento. Fonte: O autor.

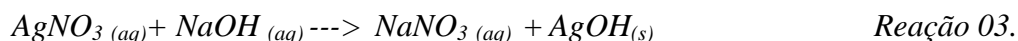
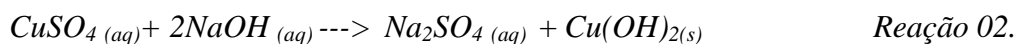
Para o tratamento dos resíduos contendo metais temos que considerar que, cobre e prata são metais classificados como pesados e apresentam elevados graus de toxicidade. Conseqüentemente, uma solução contendo cátions Ag^+ e Cu^{2+} , mesmo que esteja neutra, não pode ser descartada diretamente na rede de esgoto. É necessário que esses metais sejam removidos da solução. Uma maneira eficiente de promover esta remoção é através da adição de hidróxido de sódio (bastante solúvel) que provoca a precipitação dos hidróxidos de prata e cobre, ambos de baixíssima solubilidade (Figura 2).



Figura 2: Resíduos de sulfato de cobre (à esquerda) e nitrato de prata com sulfato de cobre (ao meio), material sólido obtido após o tratamento (à direita). Fonte: O autor.



As reações entre sulfato de cobre e nitrato de prata com NaOH podem ser descritas pelas reações 02 e 03, respectivamente.



Após tratamento destes resíduos, 910 mL das soluções contendo metal foram reduzidos a um material sólido que pode ser armazenado em um recipiente de volume inferior a 200 mL. As soluções obtidas após a remoção dos metais pesados foram armazenadas para posterior tratamento e descarte ou reutilização.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

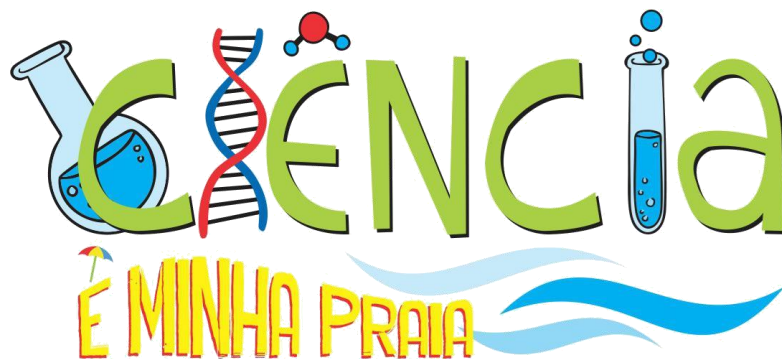
A partir das análises realizadas e dos estudos aqui apresentados, foi possível observar que há uma gama de resíduos químicos que se compreendem nos ambientes preparados para a realização de atividades de ensino e pesquisa científica e que estes, não devem ser negligenciados pelas instituições que a eles coordenam. Este trabalho mostrou ser possível utilizar conhecimentos básicos de química para tratar alguns dos principais resíduos produzidos no Laboratório de Química do IFPR de Paranaguá.

5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, Mônica Regina Marques Palermo de; NOVAES, Amanda Cardoso. **REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR ALUMINOSSILICATOS**. Química Nova, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1145, 2002.

AZEVEDO, Eduardo Bessa. Poluição vs. **Tratamento de Água: duas faces da mesma moeda**. Química Nova na Escola. No. 10, Novembro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos**. 71 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 71 p. Disponível em: <<http://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2019.



BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Resolução CONAMA n° 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. Publicada no DOU no 84, de 4 de maio de 2005.

Brasil. Ministério da Saúde (MS). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução ANVISA n° 306**, de 07/12/2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Publicada no DOU de 22 de dezembro de 2000.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Fundamentos do Controle de Poluição de Águas**. 2018, p 16.

LASSALI, T. A. F. **Gerenciamento de Resíduos Químicos: Normas e Procedimento Gerais. XXI**. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.

NÓBREGA, Olívio Salgado; SILVA, Eduardo Roberto; SILVA, Ruth Hashimoto. **Química - Volume único**. Ed. Ética, São Paulo, 2007.

SILVA, R. R.; BOCCHI, N.; ROCHA-FILHO, R. C.; MACHADO, P.F. **Introdução à Química Experimental**. Editora EDUFSCar, 2ª. Edição, 2014.