

Neutralizador alternativo de resíduos ácidos e básicos gerados em aulas experimentais

Adriana L. de Sales, Darlene do S. D. Minervino e Renildo P. da Rocha

Este artigo traz a proposta de um neutralizador para descartar reagentes ácidos e bases vencidos, bem como sobras de soluções ácidas e básicas das aulas experimentais. Teve como objetivo construir um protótipo neutralizador para a destinação adequada dos resíduos químicos (ácidos e bases) que podem trazer danos ao meio ambiente e à saúde humana. O neutralizador foi construído a partir de materiais alternativos de baixo custo (garrações de água, mala de viagem sucateada, torneira de bebedouro, areia, mármore e calcário). Os resultados apontaram que o neutralizador alternativo foi compatível com a neutralização de soluções ácidas e básicas, gerando um procedimento de descarte de forma segura e correta que, aliado a um plano de gestão de resíduos químicos, pode evitar danos ao meio ambiente e prevenir acidentes no ambiente escolar.

► descarte de resíduos químicos, aulas experimentais, neutralizador alternativo ◀

Recebido em 09/05/2022, aceito em 27/02/2023

5

O gerenciamento dos resíduos químicos nos laboratórios de ensino é de suma importância, pois proporciona o descarte correto daqueles que causam danos ao meio ambiente e às pessoas. Nessa perspectiva, torna-se necessária uma rotina de separação, de armazenamento e de tratamento dos resíduos químicos, visando evitar que sejam jogados diretamente na rede de esgoto, no resíduo sólido comum ou até mesmo no solo.

Dependendo do tipo de resíduo químico, quando descartado de forma inadequada, pode contaminar o solo, as águas (superficiais e subterrâneas), o ar e os sedimentos. Assim, a falta de um local adequado para o descarte de resíduos ácidos e básicos gerados nas aulas experimentais leva à destinação inadequada de tais produtos, que são prejudiciais à saúde, causando preocupação em relação ao controle da poluição e da proteção do meio ambiente. De acordo com Cruz (2009), a maioria dos acidentes em laboratórios de ensino ocorrem por desconhecimento das regras básicas de segurança ou por falhas de quem está à frente do trabalho pedagógico.

Para minimizar a ação poluidora das atividades experimentais em laboratórios escolares faz-se necessária uma

avaliação de potenciais perigos dos produtos químicos que serão manuseados, bem como dos resíduos ácidos e básicos produzidos. Conforme Ramm (2017), são poucos os educadores que fazem o tratamento desses resíduos, pois geralmente eles são descartados na pia ou como resíduo comum.

Nas relações de ensino e aprendizagem, as atividades experimentais, seja a nível básico ou a nível superior, devem considerar determinados cuidados. Segundo Gimenez *et al.* (2006), um dos objetivos das aulas de laboratório, dentro do contexto do ensino das

ciências, é oferecer oportunidade aos alunos de exercitar, na prática, os métodos experimentais, no entanto, é preciso atenção ao perigo que certos resíduos podem causar aos indivíduos, adotando cuidados adequados no seu descarte.

Nessa perspectiva, o laboratório escolar precisa ter um diferencial maior em relação à sala de aula. Ele precisa ser um ambiente que tanto o professor quanto o aluno percebam que existem regras a serem respeitadas e cumpridas, tais como normas e procedimentos de segurança durante e depois do desenvolvimento das atividades experimentais.

Diante desse problema, quanto ao correto descarte de resíduos químicos (ácidos e básicos), gerados nas instituições de

Para minimizar a ação poluidora das atividades experimentais em laboratórios escolares faz-se necessária uma avaliação de potenciais perigos dos produtos químicos que serão manuseados, bem como dos resíduos ácidos e básicos produzidos.

ensino, é que este estudo apresenta a proposta de confecção de um protótipo móvel para a neutralização das sobras de soluções químicas ácidas e básicas geradas no espaço do laboratório escolar, bem como a eliminação do acúmulo de produtos químicos vencidos. Os resultados obtidos pelo neutralizador alternativo apontaram para a viabilidade de utilização com o intuito de atender as necessidades dos descartes produzidos durante as aulas experimentais e, assim, contribuir para uma mudança de hábito que possibilite o descarte adequado dos resíduos químicos gerados no laboratório de ensino.

Resíduos: conceitos, legislação e cuidados no espaço escolar

Nas aulas experimentais relacionadas à área de ciências da natureza, é muito comum a utilização de produtos químicos concentrados no preparo de soluções, que, consequentemente, geram resíduos que podem ser prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

De acordo com a Resolução ANVISA RDC 222, de 28 de março de 2018, os resíduos contendo produtos químicos apresentam periculosidade à saúde pública e ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade.

Algumas normativas institucionais trazem definições a respeito de resíduos químicos, como, por exemplo, o SENAI/RS (2003) entende que eles são matérias-primas ou insumos não aproveitados ou desperdiçados de todo material que sobra e/ou resta das substâncias submetidas à ação de vários agentes físicos ou químicos.

Para Jardim (2018), é aconselhável que as instituições de ensino cumpram a legislação existente para as indústrias, baseando-se na natureza da atividade, independentemente das quantidades geradas.

Para embasar a necessidade do trato sobre resíduos de uma forma abrangente, destaca-se a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, isto é, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dispõe sobre os princípios, os objetivos e os instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos (Brasil, 2010).

Segundo o Art. 3º, incisos XV e XVI da Lei nº. 12.305/10, entende-se que resíduo sólido é o material, a substância, o objeto ou o bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final ocorre nos estados sólidos ou semissólidos, assim como os gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

De acordo a Resolução ANVISA RDC nº 222/2018, os resíduos químicos podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade e reatividade. Vale salientar

que as informações detalhadas dos produtos químicos, como classificação, periculosidade e os procedimentos em caso de emergência, devem constar na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ, conforme NBR 14725 da ABNT.

Dessa maneira, entender os potenciais perigos de cada substância e seu descarte adequado é necessário, principalmente quando esse trabalho é desenvolvido em instituições de ensino, pois esses produtos químicos devem ser descartados seguindo os parâmetros legais, de forma que não ofereçam perigos à comunidade escolar.

A falta de um gerenciamento adequado dos resíduos químicos no espaço escolar é algo preocupante. Para mudar esse cenário, segundo Silva *et al.* (2010), é imprescindível que todos os usuários dos laboratórios de ensino sejam parte integrante do programa de gestão de resíduos institucional, sendo corresponsáveis pelas avaliações e pelos resultados obtidos. Quanto mais cedo os alunos tiverem contato com um programa de gestão, mais fácil será o desenvolvimento de uma cultura de responsabilidade comprometida com o ambiente escolar.

Resíduos químicos gerados nas aulas experimentais

A utilização do laboratório de ensino é relevante e deve estar inserida no planejamento pedagógico, proporcionando melhor organização dos conteúdos. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDBEN, Nº 9.394/96 (LDB), no seu Artigo 35, Inciso IV, diz: “É essencial a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino”. Assim, as escolas devem oferecer oportunidades de união entre a teoria e a prática para melhor desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, é verdade que a maioria das instituições de ensino de nível básico sofre com a falta de um laboratório de ensino adequado para desenvolver atividades experimentais, o que também acaba prejudicando a devida organização, tal qual o uso e armazenamento dos materiais que deveriam ser utilizados nas aulas práticas.

Para suprir a necessidade desse espaço didático, algumas escolas públicas se utilizam do Programa Dinheiro Direto na Escola – PDDE, criado pelo Governo Federal, que é regido pela Lei 11.947, de 16 de junho de 2009, e por resoluções do Conselho Deliberativo do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Sobre isso, ao tratar da aquisição de equipamento e contratação de serviços, destacam-se duas principais Resoluções:

- Resolução nº 9/2011 - Estabelece os procedimentos a serem adotados para aquisição de materiais e contratação de serviços, à custa do Programa Dinheiro Direto

De acordo com a Resolução ANVISA RDC 222, de 28 de março de 2018, os resíduos contendo produtos químicos apresentam periculosidade à saúde pública e ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade.

na Escola (PDDE), pelas Unidades Executoras Próprias (UEX), de que trata o inciso I, § 2º, do art. 22 da Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009.

- Resolução nº 10/2013 - Dispõe sobre os critérios de repasse e execução do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE), em cumprimento ao disposto na Lei 11.947, de 16 de junho de 2009.

A partir dessas normatizações, algumas escolas brasileiras foram contempladas com o Laboratório Didático Móvel (LDM). Segundo o guia de utilização do LDM, esse laboratório não necessita de obras de infraestrutura, pois ele está pronto e foi planejado considerando a periculosidade dos experimentos (Brasil, 2011). No guia do LDM também se encontra a informação de que o referido laboratório não necessita de cuidados com um local específico para o descarte dos resíduos químicos gerados, o que não está de acordo com as normas vigentes. Segundo Cavalcante e Di Vitta (2014), a gestão dos resíduos em laboratórios de ensino é uma questão importante a ser considerada pelas escolas, sendo uma responsabilidade ética, ambiental e social.

Para Machado e Mól (2008), é preciso levar em consideração os aspectos relacionados à segurança da comunidade escolar, tal e qual a do meio ambiente. Portanto, é necessário dar um destino adequado às substâncias e aos materiais que são empregados nas aulas experimentais, pois, assim, os alunos serão educados em uma perspectiva socioambiental e cidadã.

O processo de neutralização dos resíduos químicos

Quando o professor decide pela experimentação deve considerar aspectos relacionados à segurança, às regras de manuseio, ao acondicionamento e à armazenagem de produtos químicos, além da disposição final dos resíduos gerados (Machado e Mól, 2008).

No que concerne aos resíduos de soluções químicas, em especial os ácidos e bases gerados nas aulas experimentais, assim como os reagentes que apresentam prazo de validade vencido, uma forma de conduzir o descarte correto é realizar a sua neutralização.

A reação de neutralização ocorre quando misturamos uma solução aquosa de ácido (Ex.: HCl) com uma solução aquosa de base (Ex.: NaOH), ocasionando uma reação entre os íons H^+ e OH^- , obtendo como produtos sal e água, sendo que estes não têm características ácidas nem básicas (Brown, 2019).

Uma das técnicas utilizadas para a neutralização de substâncias é a percolação que, segundo Prieberan (2021), é a ação de passar um líquido através de interstício com a finalidade de filtrar ou para com ele extrair componentes solúveis ou resíduos de uma substância. Fontes (1996) corrobora dizendo que a percolação é o fenômeno de transporte de um fluido através de um meio poroso, ou seja, canais microscópicos por onde passaria o fluido.

Para compreender o processo de neutralização, é salutar que os alunos tenham consciência de que o ácido é toda substância que, em água, libera íons hidrogênio (H^+); e de que a base é toda substância que, em água, libera íons hidroxila (OH^-) (Santos e Mól, 2016).

É imprescindível reconhecer que a escola geralmente não tem recursos e/ou estrutura física para gerenciar corretamente os resíduos produzidos nas aulas experimentais. Nesse caso, a proposta de um protótipo neutralizador propõe uma alternativa de baixo custo e eficiente diante da necessidade do cuidado socioambiental dentro e fora da comunidade escolar.

Descrição do trabalho

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um neutralizador alternativo de baixo custo que utiliza o processo de percolação para tratamento de soluções ácidas e básicas, possibilitando uma alternativa de gestão de resíduos químicos produzidos nas aulas experimentais. Para isso, foram montadas camadas de areia, calcário e mármore.

O lócus desta pesquisa experimental foi a Escola Estadual Profº Francisco Walcy Lobato Lima, localizada no bairro Nova Brasília no Município de Santana-AP, na qual foi realizada a análise dos resíduos químicos gerados pelo Laboratório Didático Móvel – LDM da escola.

Construção do neutralizador alternativo

O neutralizador consiste em uma estrutura que permite a percolação dos resíduos químicos por camadas de grânulos de mármore, calcário e areia. Para a sua construção, foram utilizados os materiais conforme Tabela 1, que são de fácil acesso e com um baixo custo, por se tratar de um protótipo que poderá ser reproduzido por outras escolas.

O suporte para a mala de viagem (reaproveitado) foi utilizado com o intuito de possibilitar o transporte do neutralizador para diferentes espaços do ambiente escolar, no entanto, caso ocorra dificuldade em encontrar esse material, ele poderá ser suprimido e o neutralizador ficará fixo em um determinado local.

1ª Etapa - Cortes, perfurações e lixamentos dos 3 garrações

- Garrafão 1 - cortar o gargalo 34 cm de altura (Figura 1), usando uma maquina; depois fazer furos no fundo com espaçamentos de 2 cm (Figura 2), usando uma broca.
- Garrafão 2 - retirar o gargalo e fixar quatro parafusos com porcas que servirão como funil do neutralizador (Figura 3); retirar o fundo com corte de 1,5 cm de medida e colocar um puxador de porta de armário na tampa para facilitar o abrir e fechar durante a utilização (Figura 4), o que servirá de tampa para o neutralizador.

No que concerne aos resíduos de soluções químicas, em especial os ácidos e bases gerados nas aulas experimentais, assim como os reagentes que apresentam prazo de validade vencido, uma forma de conduzir o descarte correto é realizar a sua neutralização.

Tabela 1: Materiais de baixo custo utilizados.

Descrição do material	Quantidade
Garrafão acrílico de 20L	03
Suporte de mala de viagem (reutilização)	01
Torneira de bebedouro (pequena)	01
Puxador de porta de armário (pequeno)	01
Calcário e mármore (moagem)	20kg de cada
Areia branca	1kg
Maquina de serra, furadeira e brocas	01 de cada
Barras de chapa de ferro de 6cm	03
Parafusos com porcas (médios)	03
Cola de silicone	01
Lixas de 100 (grossa)	03
Chapa de ferro circular de 26cm de diâmetro	01
Serviços de soldagem (para base estrutural)	01



Figura 1: Corpo do protótipo neutralizador.



Figura 2: Furos (fundo).



Figura 3: Funil.



Figura 4: Tampa com puxador.

- Garrafão 3 – cortar 12 cm de altura (do fundo para cima); em seguida, fazer um furo a uma altura de 5 cm (de baixo para cima) para colocar uma torneira de bebedouro. Ressalta-se que, em cada etapa de corte e na perfuração, deve-se usar a lixa para retirada de pontas ásperas deixadas pela serra e a broca.

2ª Etapa - Montagem da estrutura externa do neutralizador

Deve-se construir a base móvel do neutralizador da seguinte forma: pegar um puxador de mala com rodinha, soldar numa chapa circular de ferro, que receberá a parte inferior com torneira retirada do garrafão 3, sendo fixada por parafuso; usar cola de silicone para vedar os espaços entre o acrílico da base e os parafusos. Para montar a estrutura final do neutralizador (Figuras 5 e 6), utilizar as partes cortadas dos garrafões.



Figura 5: Neutralizador (lado).



Figura 6: Neutralizador (cima).

3ª Etapa - Coleta e preparo do mármore, calcário e areia

A parte interna do neutralizador deve conter os materiais necessários para efetuar a percolação dos resíduos químicos, composta por: mármore, calcário e areia. Pode-se coletar mármore em empresa de marmoraria, selecionando sobras sem utilidade nos serviços que oferecem aos seus clientes. O calcário e a areia podem ser adquiridos em empresa de materiais de construção.

O preparo dos materiais foi realizado no Laboratório de Mineração do IFAP/Campus Macapá, com o objetivo de realizar a fragmentação do mármore e do calcário coletados.

- Britagem do mármore e calcário: utilizar o britador de mandíbula para obter, ao final do processo, 20 kg de mármore e 20 kg de calcário. De acordo com Chaves e Perez (2003), a britagem pode ser definida como um conjunto de operações para fragmentação de blocos de minérios, levando-os a granulometria menor.
- Peneiramento do mármore e calcário: utilizar o agitador de peneiras, com capacidade para 3 (três) peneiras com as seguintes dimensões: 8 mesh/tyler (2,36 mm) para a primeira camada inferior; 6 mesh/tyler (3,35 mm) para a camada intermediária; e 4 mesh/tyler (4,75 mm) para a camada superior. Obter, ao final do processo, uma quantidade de aproximadamente de 2,7 kg tanto de mármore como de calcário que deverão ser distribuídos em camadas para a composição interna do neutralizador.

4ª Etapa - Montagem final do neutralizador alternativo

Para a preparação interna do neutralizador alternativo, deve-se dividir em 7 (sete) camadas, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Montagem da estrutura interna do neutralizador.

Camada	Descrição
1	Formada de 1cm de areia branca no fundo neutralizador
2	Colocar 3 cm granulados de mármore de 8 mesh/tyler (2,36 mm)
3	Adicionar 3 cm granulados de calcário de 8 mesh/tyler (2,36 mm)
4	Colocar 3 cm granulados de mármore de 6 mesh/tyler (3,35 mm)
5	Adicionar 3 cm granulados de calcário de 6 mesh/tyler (3,35 mm)
6	Adicionar 3 cm granulados de mármore de 4 mesh/tyler (4,75 mm)
7	Colocar 3 cm granulados de calcário de 4 mesh/tyler (4,75 mm)

A estrutura no interior do neutralizador (Figura 7), formada por camadas de mármore e calcário de tamanhos diferenciados, corrigirá a acidez através da percolação. Ela deve ser acoplada à estrutura externa, conforme Figura 8,

obtendo assim o neutralizador com dimensões de 50 cm de altura por 20 cm de diâmetro.



Figura 7: Camadas no interior do protótipo.

De forma geral, o processo de funcionamento do neutralizador alternativo (Figura 8) consiste em: adicionar o resíduo químico na parte superior do neutralizador pelo funil que, em contato com a 1ª camada (superior) de 6 cm, formada por grânulos de mármore e calcário (4 mesh/tyler), absorve o primeiro impacto de correção de acidez ou basicidade, dando início à primeira fase de neutralização da solução (ácido ou base). Em seguida, ainda em percolação, na solução da 2ª camada (intermediária), de 6 cm, formada por grânulos de mármore e calcário (6 mesh/tyler), a solução (ácido ou base) continua sofrendo a correção. Por fim, ao percorrer a 3ª camada de 6 cm, também formada por grânulos de mármore e calcário (8 mesh/tyler), ocorre a correção final de acidez/basicidade, resultando em água e sal que, em contato com a última camada feita de areia, irá separar o sal da água.

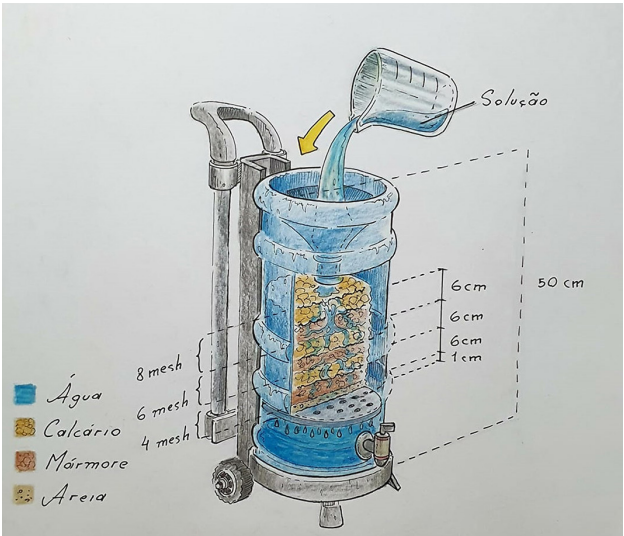


Figura 8: Esquema de Funcionalidade. Fonte: Desenho Jair Penafor (2021).

Por ser um material frágil, a estrutura formada pelos garrafões de acrílico necessita de reparos ou troca (dependendo do cuidado na utilização, isso pode ser realizado aproximadamente a cada seis meses). O descarte dos materiais que

compõem o protótipo internamente poderá ser realizado como resíduo comum, tendo em vista que, o protótipo neutraliza os resíduos ácidos e básicos. Vale salientar que soluções que impliquem na periculosidade do resíduo químico não poderão ser tratadas por este método.

Tratamento dos resíduos químicos gerados pelo Laboratório Didático Móvel (LDM)

O Laboratório Didático Móvel - LDM é um produto desenvolvido pela empresa brasileira AUTOLABOR INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, localizada no município de Palhoça/SC. O LDM (Figura 9) dispensa o uso de ambiente próprio, pois sua mobilidade e autonomia permitem que o professor o leve para a sala de aula (completo ou apenas o material necessário para ministrar a aula prática) (Autolabor, 2003).



Figura 9: LDM (Autolabor). Fonte: Galeria de imagens (Autolabor - LTDA).

Segundo Autolabor (2003), o LDM é um equipamento compacto (carrinho) com dimensões de 1,3 m de comprimento, 0,66 m de largura e 0,955 m de altura, com mobilidade, flexibilidade na acomodação dos materiais, água, energia elétrica e fonte de calor.

Inicialmente foi realizada a identificação dos reagentes (ácidos e bases) vencidos existentes no LDM, assim como o levantamento dos resíduos (ácidos e bases) gerados durante as aulas experimentais para serem posteriormente tratados com o neutralizador alternativo, conforme descrito a seguir.

Teste do neutralizador

Nesta etapa final foram realizados três experimentos para testar a eficiência do neutralizador no tratamento de resíduos químicos de soluções ácidas e básicas, utilizando vidrarias e reagentes (Tabela 3) do LDM.

No caso do descarte de resíduos (ácidos e bases), após a realização do experimento é importante que o professor faça uma explicação sobre o processo como um todo, falando do protótipo neutralizador e das reações envolvidas (pode utilizar como subsídio o item deste artigo que trata sobre neutralização), bem como ressaltar os problemas ambientais que eventualmente os resíduos dos experimentos realizados

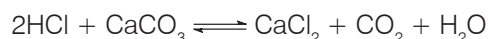
Tabela 3: Reagentes e vidrarias para teste do neutralizador.

Descrição	Quantidade
Proveta de 50 mL	01
Becker de 100 mL e de 1000mL	01
Erlenmeyer de 125 mL	01
Ácido clorídrico (20%)	200 mL
Hidróxido de sódio (40g/mol)	200 g

podem causar ao meio ambiente e à saúde humana. Após a explicação do professor, os alunos podem utilizar o neutralizador para realizar o processo de descarte dos resíduos ácidos e básicos gerados durante a aula experimental.

Experimento 1 - Teste com solução ácida.

- Objetivo: realizar a neutralização da solução ácida no protótipo neutralizador.
- Materiais e reagentes: becker de 1 L; erlenmeyer de 125 mL; ácido clorídrico (20%); água.
- Descrição experimental: preparar HCl 2,4 mol/L, adicionar no neutralizador, observar que a solução de ácido clorídrico (HCl), ao entrar em contato com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente na primeira camada do neutralizador, que contém granulados de mármore e calcário, sofre liberação de calor, o que pode ser observado visualmente pelos alunos através da eliminação do gás dióxido de carbono (CO_2), que diminui à medida que o líquido passa para as camadas seguintes. É importante que o aluno compreenda que a liberação de calor indica a ocorrência de uma reação química exotérmica, representada pela seguinte equação:



Dessa forma, ocorreu uma reação de neutralização do HCl, que formou o sal cloreto de cálcio (CaCl_2), mais água (H_2O), com a liberação de gás devido ao fato de ser uma reação exotérmica.

Experimento 2 - Teste com solução básica.

- Objetivo: realizar a neutralização da solução básica no protótipo neutralizador.
- Materiais e reagentes: becker de 1000 mL; becker de 100 mL; hidróxido de sódio (40g/mol); água.
- Descrição experimental: preparar 1 L de solução NaOH 2,2 mol/L e adicionar no interior do neutralizador; o aluno irá observar visualmente que não ocorrerá liberação de vapores. É importante que o aluno compreenda que a solução básica de hidróxido de sódio (NaOH), em contato com o carbonato de cálcio (CaCO_3) presente no mármore e calcário, resulta em uma reação endotérmica, ou seja, absorção de calor, representada por:



De acordo com Whangchai *et al.* (2004), o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) formado possui elevado poder neutralizante (132%). Dessa forma, justifica-se a neutralização do NaOH, apesar de não ocorrer na reação a formação de sal mais água.

Experimento 3 - Identificação da eficiência do neutralizador.

- Objetivo: comparar as amostras líquidas obtidas após a neutralização com as respectivas soluções antes do tratamento.
- Materiais e reagentes: becker de 100 mL; erlenmeyer de 125 mL; proveta 50 mL; ácido clorídrico (20%); hidróxido de sódio (40 g/mol); extrato de repolho roxo; amostras resultantes dos experimentos 1 e 2 após a neutralização.
- Descrição experimental: preparar inicialmente o indicador natural de ácido-base, com 30 g do repolho roxo em pedaços pequenos, imersos em cerca de 50 mL de álcool etílico 96°, suficiente para cobrir todo o tecido vegetal, manter esse sistema por 10 minutos e depois filtrar, obtendo uma solução de coloração vinho. Segundo Guimarães *et. al* (2012), as substâncias presentes nas folhas de repolho roxo o fazem mudar de cor, em meio ácido ou base, são as antocianinas, pigmentos vegetais que indicam a variação de pH.

Posteriormente, deve-se preparar padrões de referência colorimétrica para análise de comparação do experimento da seguinte forma: colocar no erlenmeyer 50 mL de ácido clorídrico (HCl); colocar no becker 25 mL de hidróxido de sódio (NaOH) e, logo depois, adicionar 50 mL de extrato de repolho roxo no becker e no erlenmeyer, obtendo o seguinte padrão de referência colorimétrico: a cor avermelhada na solução ácida e a cor esverdeada na solução básica.

Colocar 20 mL do líquido resultante do experimento 1 em uma proveta de 50 mL e 20 mL do líquido resultante do experimento 2 em outra proveta de 50 mL. Em seguida, adicionar em ambas as provetas 30 mL do extrato de repolho roxo. Será observada a mudança da coloração roxa (Figura 10), indicando o pH neutro e, conseqüentemente, a neutralização dessas soluções, estando adequadas para o descarte.

O neutralizador também foi testado com os reagentes

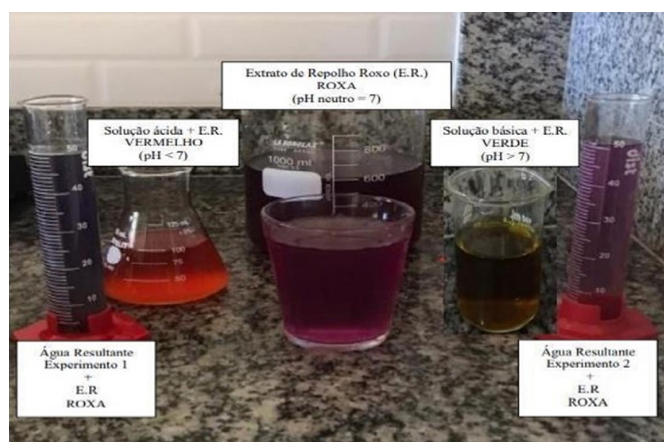


Figura 10: Análise de soluções por comparação de cores com extrato de repolho (ER).

ácidos e bases vencidos do LDM, obtendo a neutralização deles. Diante disso, o teste experimental indicou que o neutralizador alternativo obteve resultado satisfatório quanto à viabilidade de seu uso para neutralizar soluções ácidas e básicas provenientes de aulas experimentais.

Esse protótipo pode ser redimensionado para tamanhos maiores e pode ter diferentes concentrações de ácidos e bases, com isso, espera-se obter os mesmos resultados tendo em vista que a reação de neutralização continuará ocorrendo.

A escola como foco do trabalho

Discutir a questão de resíduos gerados em laboratório escolar é tratar de uma problemática polêmica em relação à saúde humana e ao meio ambiente. Sendo assim, as aulas experimentais devem não somente desenvolver o conhecimento teórico/prático, mas também desenvolver posturas de cidadania quanto ao trato correto desses resíduos químicos.

Por se tratar de substâncias perigosas para o ser humano e para o meio ambiente, necessita-se de atenção, de cuidado, de conhecimento e principalmente da conscientização das pessoas envolvidas (SEDUC/CE, 2008).

É verdade que o ambiente escolar enfrenta diariamente muitos desafios de diversas naturezas, exigindo a tomada de decisão e soluções rápidas, práticas e eficazes. Desse modo, a viabilidade técnica do neutralizador alternativo é uma proposta eficaz e de grande relevância diante da carência que as escolas apresentam para realizar corretamente o descarte de resíduos químicos.

O neutralizador tratou inicialmente soluções, ácidas e básicas, nessa perspectiva, pode avançar como instrumento técnico na realização de outras pesquisas. Segundo Machado e Mól (2008), realizar gestão de resíduos químicos ajuda a perceber que a química como ciência possui um grande compromisso ético com a vida.

Conclusões

O estudo realizado apontou que o neutralizador alternativo desenvolvido é viável para o descarte seguro de resíduos químicos, mais especificamente, é eficaz para o descarte de reagentes ácidos e básicos vencidos existentes no laboratório de ensino, bem como de soluções (ácidas e básicas) geradas durante as aulas experimentais. Além do que, pode ser construído com material de baixo custo e de fácil aquisição.

Como resultados dos testes experimentais, obteve-se pH neutro e conseqüentemente a neutralização das soluções ácidas e básicas, assim como dos reagentes vencidos, estando estes adequados para o descarte. Dessa forma, o neutralizador alternativo obteve resultado satisfatório e poderá ser utilizado em aulas experimentais visando neutralizar soluções ácidas e básicas.

Vale salientar que o neutralizador alternativo demonstrou não só a viabilidade de uso pela escola, considerando a própria necessidade de se fazer corretamente o procedimento de descarte dos resíduos de ácidos e bases, como também

da possibilidade de ser um projeto que, se aliado a um plano de gestão de resíduos químicos, pode evitar danos ao meio ambiente e prevenir acidentes.

Adriana Lucena de Sales (adriana.sales@ifap.edu.br), doutoranda em Química pela Universidade Estadual de Campinas, mestre em Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba, professora de Química no Instituto Federal de Educação, Ciência

e Tecnologia do Amapá. Macapá, AP – BR. **Darlene Do Socorro Del-Tetto Minervino** (darlene.deltetto@ifap.edu.br), doutoranda pela Universidade Tecnológica Intercontinental, mestre em Educação Agrícola pela Universidade Rural do Rio de Janeiro, professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá. Macapá, AP – BR. **Renildo Pantoja Da Rocha** (renildo.p855@gmail.com), especialista no Ensino de Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, graduado em Biologia pela Universidade Federal do Amapá, professor de Biologia na Escola Estadual Profº Francisco Walcy Lobato Lima. Santana, AP – BR.

Referências

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o Regulamento das Boas Práticas para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf, acesso em set. 2023.

AUTOLABOR, Indústria e Comércio Ltda. *Soluções inteligentes*. Santa Catarina, 2003. Disponível em: <http://autolabor.com.br>, acesso em set. 2021.

BRASIL, *Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm, acesso em set. 2021.

_____. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm, acesso em set. 2021.

_____. *Lei nº 11.947, de 16 de Junho de 2009*. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm, acesso em set. 2021.

_____. *Resolução CD/FNDE nº 9 de 2 de março de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos para aquisição de materiais e contratação de serviços, com os repasses do Programa Dinheiro Direto na Escola. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pdde/legislacao/resolucao-cd-fnde-no-9-de-2-de-marco-de-2011.pdf>, acesso em set. 2021.

_____. *Resolução CD/FNDE nº 10 de 18 de abril de 2013*. Dispõe sobre os critérios de repasses e execução do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE). Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pdde/legislacao/resolucao-cd-fnde-no-10-de-18-de-abril-de-2013.pdf>, acesso em set. 2021.

_____. *Guia de Tecnologias Educacionais*. Organização COGETEC. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 1ª ed. 196 p. Brasília, 2011.

BROWN, T.; LEMAY, H. E. e BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 9ª ed. Prentice-Hall, 2019.

CAVALCANTE, C. e DI VITTA, P. B. Gerenciamento de resíduos de laboratórios didáticos do Ensino Médio: Núcleo comum e Ensino Técnico. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*.

p. 1-9, 2014.

CRUZ, J. B. *Laboratórios: Cursos Técnicos de Formação para os Funcionários da Educação*. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

FONTES, L.R. *Notas em Percolação*. Instituto de Matemática e Estatística. USP, 1996.

GIMENEZ, S. M. N.; ALFAYA, A. A. S.; ALFAYA, R. V. S.; YABE, M. J. S.; GALAO, O. F.; BUENO, E. A. S.; PASCHOALINO, M. P.; PESCADÁ, C. E. A.; HIROSSI, T. e BONFIM, P. Diagnóstico das condições de laboratório, execução de atividades práticas e resíduos químicos produzidos nas escolas de Ensino Médio de Londrina – PR, *Química Nova na Escola*, v. 23, p. 32-36, 2006.

GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R. e ANTONIOSI FILHO, N. R. Antocianinas em extratos vegetais: aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. *Química Nova*, v. 35, n. 8, p. 1673-1679. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000800030>, acesso em set. 2023.

JARDIM, W. F. *Gerenciamento de resíduos químicos*. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Instituto de Química. Laboratório de Química Ambiental - LQA, 2018. Disponível em: <https://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/LivroCap11.PDF>, acesso em set. 2023

MACHADO, P. F. L. e MÓL. G. S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que Fazer? *Química Nova na Escola*, n. 9. p. 1 - 4, 2008.

RAMM, J. G. *Desenvolvimento de um Programa de Gestão de Resíduos no Ensino Técnico em Química*. 2017. 221f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

SANTOS, W. P. L. e MÓL, G. D. *Química Cidadã: 2ª série Ensino Médio*. v. 2. 3ª edição. São Paulo: AJS, 2016.

SEDUC - CE. *Manual de descartes de produtos químicos*. CEDET/COEDP. Ceará – CE, 2008.

SENAI. RS. *Questões ambientais e Produção mais*. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologia Limpas SENAI, 2003.

SILVA, A. F.; SOARES, T. R. S. e AFONSO, J. C. Gestão de resíduos de laboratório: uma abordagem para o ensino médio. *Química Nova na Escola*. v. 32, n. 1, p. 37 – 42, 2010.

WHANGCHAI, N.; VERONICA, P.; MIGO, P.; ALFAFARA, C.G.; YOUNG, K.H.; NOMURA, N. e MATSUMURA, M., Strategies for alkalinity and pH control for ozonated shrimp pond water. *Aquacult. Eng.* vol. 30, 1–13, 2004.

Abstract: Alternative neutralizer acid and basic waste generated in experimental classes. This article proposes a neutralizer to discard expired acid and base reagents and solution leftovers from experimental classes. The objective was to build a neutralizing prototype for the proper disposal of chemical residues (acid and basic) that can cause environmental damage to the environment and human health. The neutralizer was constructed from alternative low-cost materials (acrylic water bottles, scrapped suitcase, drinking fountain faucet, sand, marble and limestone). The results showed that the alternative neutralizer was compatible with the neutralization of acid and base solutions, generating a safe and correct disposal procedure that, combined with a chemical waste management plan, can avoid damage to the environment and prevent accidents in the school environment.

Keywords: chemical waste disposal, experimental lessons, alternative neutralizer.