

LABORATÓRIO DIDÁTICO: uma proposta de protótipo neutralizador para descartes de resíduos químicos produzidos a partir de aulas experimentais

DIDACTIC LABORATORY: a proposal for a neutralizing prototype for chemical waste disposal produced from experimental classes

Renildo Pantoja da Rocha¹

Darlene do Socorro Del-Tetto Minervino²

RESUMO: Este artigo traz uma proposta de protótipo neutralizador para descartar produtos químicos (ácidos e bases) vencidos e sobras de soluções referentes às aulas práticas/experimentais. A pesquisa foi realizada na E. E. Prof. Francisco Walcy Lobato Lima, que como tantas outras escolas não tem um plano de gestão de resíduos químicos, serviço de coleta e depósito para descarte. O objetivo foi construir um protótipo neutralizador para descartes das soluções ácidas/bases vencidas e que são geradas nas aulas práticas/experimentais dando uma destinação correta a esses resíduos químicos que podem trazer danos ambientais a saúde humana. A metodologia baseou-se numa pesquisa experimental feita a partir de materiais alternativos de baixo custo (garrafas de água de acrílico, mala de viagem sucateada, torneira de bebedouro, barra chata, areia, mármore e calcário). O experimento/teste serviu para realizar a manipulação direta dos objetos de estudo, seguindo etapas no processo investigativo para testagem e, assim, avaliar a qualidade final sobre os materiais manipulados. Os resultados apontaram que o protótipo neutralizador é compatível a realizar a neutralização de soluções ácidas e bases gerando um procedimento de descarte de forma segura e correta que aliado a um plano de gestão de resíduos químicos pode prevenir a saúde do ambiente escolar.

Palavras-chave: Descarte resíduos químicos. Laboratório didático. Protótipo neutralizador.

ABSTRACT: This article presents a proposal for a neutralizing prototype to discard expired chemical products (acids and bases) and leftover solutions for practical/experimental classes. The research was carried out at E. E. Prof. Francisco Walcy Lobato Lima, which, like so many other schools, does not have a chemical waste management plan, collection and disposal service. The objective was to build a neutralizing prototype for discarding expired acid/base solutions that are generated in practical/experimental classes, giving a correct destination to these chemical residues that can bring environmental damage to human health. The methodology was based on an experimental research made from low-cost alternative materials (acrylic water bottles, scrapped suitcase, water fountain tap, flat bar, sand, marble and limestone). The experiment/test served to carry out the direct manipulation of the objects of study, following steps in the investigative process for testing and, thus, evaluating the final quality of the manipulated materials. The results showed that the neutralizer prototype is compatible with carrying out the neutralization of acidic and base solutions, generating a safe and correct disposal procedure that, together with a chemical waste management plan, can prevent the health of the school environment.

Keywords: Dispose of chemical waste. Didactic laboratory. Neutralizing prototype.

Data de aprovação: 13 de Dezembro de 2021.

¹Acadêmico do curso de Pós-graduação *Lato Sensu* no Ensino de Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Macapá, e-mail: renildo.p855@gmail.com

²Mestra em Educação Agrícola pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ/ Professora do IFAP/Campus Macapá. darlene.deltetto@ifap.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se ter um gerenciamento e manejo dos resíduos químicos gerados pelos laboratórios didáticos das escolas são de suma importância para que se faça o descarte correto desses resíduos, pois ao serem usados nas aulas experimentais os restos desses materiais em função de seu caráter tóxico, causam danos ao meio ambiente e as pessoas. Por isso, é necessário criar uma rotina de separação, armazenamento e tratamento adequado, para evitar que seja jogado diretamente na rede de esgoto, no lixo comum ou até mesmo no solo, causando com isso, danos ambientais.

No que concerne à instituição de ensino, esta também possui laboratórios didáticos para aulas experimentais, seja ela de ensino superior, médio ou técnico. Sabe-se que é necessário se ter neutralizador de descarte de resíduos e produtos químicos para garantir a preservação da saúde e o bem estar de todos durante a realização das aulas práticas e/ou demonstrativas. Ressalta-se que nas instituições de ensino a fiscalização ambiental muitas vezes é inexistente, devido à falta de um órgão fiscalizador para orientar o correto manejo deste tipo de material e de descarte adequado. No entanto, é preciso buscar mecanismos para suprir essa necessidade de segurança para professores, alunos e o ambiente escolar.

Chama-se atenção, ao fato de que na maioria dos casos, os resíduos químicos utilizados dentro dos laboratórios escolares, são estocados de forma imprópria aguardando um destino final, onde muitas vezes, esses produtos são armazenados aleatoriamente. Infelizmente, a cultura do descarte inadequado é fazê-lo na pia do laboratório ou na área externa da escola. Essa realidade se dá pelo fato da maioria das instituições de ensino não possuírem um plano de gestão sobre o manejo de resíduos resultantes das aulas experimentais ocorridas no espaço laboratorial. Destaca-se que é através de um plano de gerenciamento de resíduos que se promove uma consciência responsável sobre regras de descarte de resíduos químicos no ambiente educacional.

É importante considerar que nas atividades de laboratórios didáticos são produzidos diversos tipos de resíduos considerados perigosos, e deve-se, portanto, minimizar os danos que tais resíduos venham causar ao meio ambiente e, conseqüentemente, ao ser humano. Um ponto que deve ser observado e que dificulta a escola fazer esse trabalho corretamente é a razão econômica, pois, o tratamento realizado por empresas especializadas tem um alto custo, impedindo muitas vezes a escola de fazer a contratação de tal serviço.

Diante deste problema quanto ao correto manejo de descarte de resíduos gerados nas instituições de ensino, é que o objetivo deste estudo vem apresentar uma proposta de confecção de um protótipo móvel para a neutralização das sobras de soluções químicas gerados no espaço do laboratório, e mais do que isso, eliminar o acúmulo de produtos químicos vencidos sem utilidades na escola e que não podem ser despejados em lixos comuns. Os resultados didáticos proporcionados pelo protótipo neutralizador móvel, apontou a viabilidade de utilização para atender as necessidades de descartes de resíduos químicos produzidos durante as aulas experimentais realizadas dentro e fora do laboratório escolar, podendo contribuir significativamente para uma mudança quanto a maneira adequada de se fazer o descarte de resíduos químicos visando a prevenção de saúde pública e do meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos químicos gerados nas aulas práticas/experimentais no laboratório escolar

Nos dias atuais as instituições de ensino devem promover um ensino que viabilize uma experiência educativa teórica/prática. Segundo Cruz (2007, p 23) “O laboratório deve unir a teoria à prática, deve ser o elo entre o abstrato das ideais e o concreto da realidade física”.

Porém, a autora ressalta que “O laboratório é um local de muito trabalho e muita concentração, no entanto, pode se tornar um local muito perigoso se for usado de forma inadequada por causa dos materiais e dos equipamentos existentes nele (CRUZ, 2007 p.32).

De maneira geral, para as aulas práticas/experimentais relacionadas a área das ciências da natureza é muito comum a utilização de produtos químicos na elaboração das soluções que geram sobras residuais que podem ser prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Por resíduos químicos entende-se que 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 (SENAI/RS, 2003). Por isso, é importante observar também que os resíduos como rejeitos produzidos pelo ser humano não podem e não devem ser jogados diretamente nos rios, solo e ar.

Para embasar a necessidade do trato sobre resíduos vale a pena destacar a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que normatiza:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL.2010).

Nesta lei encontra-se as diferenças dada entre resíduos e rejeitos. Segundo o Art. 3º, incisos XV e XVI da Lei n. 12.305/10, entende-se que:

XV – Rejeitos: como resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI – resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (BRASIL, 2010).

De uma maneira simplificada pode-se dizer que resíduo é todo material como, por exemplo: embalagem, casca ou outra parte de produtos processados podendo ser reutilizado ou reciclado. Já o rejeito não apresenta possibilidade técnica ou econômica de reaproveitamento e/ou reciclagem. Seja resíduo ou rejeito o fato é, que se deve identifica-los para que ocorra um tratamento ou descarte adequado de um produto e/ou substância, e assim, não apresente riscos à saúde pública. Diante disso, destaca-se a Legislação Ambiental, os efluentes devem ser descartados conforme parâmetros estabelecidos pela Resolução do Conama n. 357/2005 e Resolução Conama n. 430/2011. Quanto aos resíduos sólidos, devem obedecer ao estabelecido na norma ABNT, NBR ISO n. 10.004/2004.

Desta forma, procurar entender os riscos potenciais de cada produto e/ou substâncias no descarte adequado ou reutilizado, não parece ser uma tarefa fácil, principalmente quando esse trabalho deve ser desenvolvido nas instituições de ensino. Pois, para tal atividade exige um certo grau de conhecimento por parte de quem está manipulando a prática/experimental, e assim, tratar produtos químicos a ser eliminado ou reciclado, seguindo os parâmetros legais. Pois, os resíduos laboratoriais tem sua classificação que deve ser observada e compreendida, tais como: resíduos ativo e passivo. O ativo compreende resíduos gerados na rotina de um laboratório e de certa forma conhecidos, enquanto o passivo compreende os resíduos não

caracterizados, armazenados sem identificação e aguardando uma destinação correta. (TOLEDO & LEO, 2008).

Dependendo da classificação quando descartados de forma inadequada, podem contaminar o solo, as águas (superficiais, subterrâneas, etc.), o ar e os sedimentos. Assim, a falta de um local adequado para depósito desse descarte de materiais de laboratório leva a uma ação de uso inadequada de compostos com soluções altamente concentradas de produtos químicos prejudiciais à saúde, causando uma enorme preocupação no controle da poluição e à proteção do meio ambiente escolar. Sabe-se que a maioria dos acidentes ocorre por desconhecimento das regras básicas de segurança ou por falhas no preparo prévio de quem está na frente do trabalho pedagógico (CRUZ, 2007).

Contudo, para minimizar uma ação poluidora nas atividades experimentais em laboratórios escolares faz-se necessário realizar uma avaliação e reconhecimento dos riscos e dos perigos dos produtos químicos que serão manuseados, bem como dos resíduos ou rejeitos produzidos. Conforme RAMM (2017) são poucos os educadores que fazem reutilização destes rejeitos, outros costumam não recolher suas sobras de resíduos, ou seja, são descartados na pia ou lixo comum.

Nas relações de ensino-aprendizagem as atividades práticas/experimentais de laboratório, seja a nível básico ou a nível superior, devem ser ofertadas de maneira produtiva, oportunizando conhecimentos e cuidados ambientais. Segundo PINA (2009) um dos objetivos das aulas de laboratório, dentro do contexto do ensino das Ciências, deve ser o de oferecer oportunidade aos alunos de poderem exercitar, na prática, os métodos experimentais.

Porém, ao buscar estas atividades práticas pedagógicas nos laboratórios didáticos é preciso estar atento ao perigo que certos resíduos podem causar aos indivíduos, gerando cuidados adequados no seu descarte. Conforme os estudos de Pina (2009).

Os riscos oferecidos por um laboratório químico são devidos a vários fatores, entre os quais podemos citar: a absorção cumulativa, pelo organismo, de pequenas quantidades de substâncias presentes na atmosfera laboratorial (seja por inalação, absorção cutânea ou ingestão); a contaminação em grande escala por acidentes com produtos químicos (explosões, projeção de ácidos, etc.) e a má utilização de materiais de vidro, equipamentos elétricos e outros. (PINA, 2009, p.13).

Nesta perspectiva, o laboratório escolar precisa ter um diferencial maior em relação a sala de aula. Precisa ser um ambiente que tanto o professor, como o aluno percebam que existe uma postura e regra a ser respeitada e cumprida, tais como, normas e procedimentos de segurança durante e depois ao desenvolvimento das atividades práticas/experimentais no ambiente do laboratório didático.

2.2 Descarte de resíduos químicos do laboratório didático móvel no espaço escolar

O uso do laboratório educacional nas instituições de ensino é de extrema importância e deve estar inserido na proposta pedagógica proporcionando melhor organização dos conteúdos. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação 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 de cada disciplina”. Assim, fica claro que as escolas devem oferecer aos alunos oportunidades de união entre a teoria e a prática em cada disciplina para melhor desenvolvimento do processo ensino/aprendizagem.

No entanto, é bem verdade que a maioria das instituições de ensino de nível básico sofrem a falta de um espaço de laboratório didático adequado para desenvolver atividades experimentais, e que também acaba prejudicando uma devida organização, uso e

armazenamentos dos materiais que deveriam ser utilizados nas aulas teórica/prática. Para suprir a necessidade deste espaço didático, algumas escolas públicas se utilizaram do Programa Dinheiro Direto na Escola - PDDE proporcionado pelo Governo Federal. O PDDE 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, destaca-se duas principais resoluções, ao se tratar de aquisição de equipamento e contratação de serviços.

- Resolução nº 9/2011, que estabelece os procedimentos a serem adotados para aquisição de materiais e bens e contratação de serviços, com os repasses efetuados à custa do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE), pelas Unidades Executoras Próprias (UEX) e entidades qualificadas como beneficentes de assistência social ou de atendimento direto e gratuito ao público que ministram educação especial, denominadas de Entidades Mantenedoras (EM), 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, que 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.

É diante desta normatização legal que algumas escolas brasileiras foram contempladas com kits de Laboratório Didático Móvel (LDM). Segundo o Guia de Tecnologias Educacionais/MEC 2011-2012 coloca que para o uso do:

LDM não são necessárias obras de infraestrutura, pois ele está pronto, é só desembalar e usar. O material que o acompanha foi dimensionado levando-se em conta o equilíbrio entre o papel da Ciência experimental do Ensino Fundamental e Médio, o tempo disponível para ministrar as aulas teóricas e práticas de Ciências e a periculosidade de certos experimentos. (BRASIL/MEC, 2011).

Sobre a periculosidade de certos experimentos acima mencionado, está na utilização de resíduos químicos gerados nas aulas práticas/experimentais. A esse respeito, vale um alerta! Pois mesmo com a escola utilizando o LDM, ainda assim, são necessários os cuidados com um local próprio e específico para o descarte de resíduos químicos, pois na maioria das vezes ocorre uma condução incorreta no descarte e/ou armazenamento na escola. De acordo com CAVALCANTE & DI VITTA (2010) a gestão dos resíduos gerados em laboratórios didáticos é uma questão muito importante a ser considerada pela instituição de ensino, sendo uma responsabilidade ética, ambiental e social para com a comunidade.

É fato que as escolas públicas sem orientação correta, muitas vezes, incorrem no erro sobre um descarte adequado dos materiais com certa periculosidade a saúde e ao meio ambiente, e que de certa forma, vai de encontro as normas ambientais que são estabelecidas em lei e em resoluções que dispõem sobre a forma correta de tratamento e gerenciamento de resíduos. Muitas vezes também, devido à falta de fiscalização e educação ambiental de órgãos competentes do estado e município para uma condução e orientação dentro das escolas, deixam-nas descobertas sobre ações corretas relativas ao manejo e descarte dos resíduos gerados nas aulas práticas/experimentais. Para Machado e Mól (2008), é preciso levar em consideração aspectos relacionados à segurança da comunidade escolar, principalmente professores e alunos, e de seu ambiente.

Portanto, será necessário um comprometimento daquele que conduz o experimento, ou seja, o professor para fazer uso e dar um destino adequado de substâncias e materiais que são empregados nas aulas experimentais, pois, assim, educar-se-á seus alunos em uma perspectiva socio ambiental e cidadã.

2.3 Estratégia de descartes de resíduos químicos a partir de um protótipo neutralizador

A utilização de laboratórios escolares exige cuidados especiais. Não dedicar uma atenção especial a este espaço didático implica colocar em risco o ambiente escolar. Garantir a segurança é primar pelo cumprimento de regulamentos e normas laboratoriais para as aulas experimentais. Apesar da carência de muitas instituições de ensino sofrerem com a ausência deste espaço didático, atualmente algumas escolas conseguem suprir essa necessidade com o LDM, bem como, professores fazem uso de estratégias metodológicas alternativas para executar experimentos com recursos de baixo custo. No entanto, em qualquer forma, seja no laboratório, seja com LDM ou usando materiais alternativos em sala de aula, todos em algum momento produzirão algum tipo de resíduos químicos que deverão ser descartados e/ou armazenados corretamente.

Diante disso, é bem verdade que quando o professor decide pela experimentação, deve considerar aspectos relacionados à segurança, tais como regras de manuseio, acondicionamento e armazenagem de produtos químicos, além da disposição final de resíduos gerados (MACHADO; MÓL, 2008). No que concerne aos resíduos de soluções químicas, em especial os ácidos e bases gerados nas aulas experimentais de Ciências da Natureza, assim como os produtos químicos de frascos que apresentam prazo de validade vencida, uma forma de conduzir o descarte correto, está na possibilidade de construção de um protótipo neutralizador que pode servir como instrumento alternativo e simples, mas que pode auxiliar na eliminação dessas substâncias tóxicas por um processo conhecido como neutralização.

Ressalta-se que para acontecer a neutralização, o meio utilizado é o processo de percolação que segundo o Dicionário Priberan (2021) é uma “Ação ou processo de passar um líquido através de interstício, para 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, canais microscópicos por onde passaria o fluido. Portanto, a prospecção da proposta de um protótipo neutralizador a ser utilizado no ambiente escolar está na possibilidade de se fazer por meio do processo de percolação o tratamento correto de soluções ácidas ou bases diluídas, podendo ser feita utilizando camadas de granulados de calcário e mármore, para corrigir e neutralizar agentes químicos de periculosidade alta, a exemplo dos ácidos e bases, obtendo assim, a neutralização parcial ou total destas substâncias aquosas usadas nas aulas práticas/experimentais.

Peruzzo e Canto (2006) vem nos dizer que se uma solução é preparada com o solvente água, é chamada de solução aquosa. Desta maneira, é devido lembrar que “Ácidos é toda substância que, em água, libera ions hidrogênio (H^+) e Bases é toda substância que, em água, libera ions hidroxila (OH^-)” (SANTOS; MÓL, 2016, p.121). Ainda segundo os autores, conforme a teoria de ácido-base de do cientista químico Arrhenius, diz que:

Segundo essa teoria, o íon de hidrogênio H^+ , que, na presença de água forma o cátion hidrônio (H_3O^+), é responsável pelas propriedades ácidas; enquanto o ânion hidroxila (OH^-) é responsável pelas propriedades básicas (SANTOS & MÓL, 2016, p.121).

Desta forma, vale ressaltar que as soluções ácidas e bases quando feita a neutralização pelo processo de percolação geram um produto final com pH adequado para descarte, no entanto, deve-se levar em consideração a escala de acidez das substâncias. Segundo Voigt (2019) as soluções aquosas com pH menor que 7, são consideradas de maior acidez de uma solução; igual 7, são classificadas como neutras; e acima de 7, são básicas. Ainda segundo a autora, quando misturamos uma solução aquosa de ácido (HCl) e uma solução aquosa de base (NaOH), ocorre uma reação entre os íons H^+ e OH^- , formando água. “Essa reação é chamada de neutralização” (VOIGT, 2019, p. 218).

Sobre este entendimento científico, o descarte de resíduos químicos deve ser feito

através de técnicas específicas e com utilização de equipamentos específicos. No entanto, ao se referenciar sobre as instituições de ensino, considera-se que pensar alternativas para este tratamento requer soluções quanto ao fazer o descarte de resíduos de forma ambientalmente correta. É necessário reconhecer que a escola muitas vezes não tem recursos e/ou estrutura física para gerenciar corretamente os resíduos produzidos nas aulas experimentais. Neste caso, a proposta de um protótipo neutralizador propõe uma alternativa de baixo custo e, ao mesmo tempo, eficiente diante da necessidade do cuidado socioambiental dentro e fora da comunidade escolar.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada na pesquisa refere-se a um estudo experimental, tendo a finalidade de testar a eficácia do protótipo neutralizador no campo do objeto de estudo. Neste caso, a pesquisa se debruça na construção de um protótipo neutralizador de resíduos químicos, tendo por finalidade investigativa realizar adequadamente os descartes de sobras de soluções das aulas experimentais, bem como, dos produtos químicos que estão com prazo de validade vencida. De acordo com GIL (2007), a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

A pesquisa também tem caráter qualitativo com intuito de analisar e interpretar aspectos de funcionalidade e etapas de processo do objeto de estudo no ambiente educacional. Segundo MINAYO (2008), os instrumentos de trabalho de campo na pesquisa qualitativa permitem uma mediação entre o marco teórico-metodológico e a realidade empírica.

3.1 Objeto de estudo

A realização dessa pesquisa experimental ocorreu na Escola Estadual Prof^o Francisco Walcy Lobato Lima, localizada no bairro Nova Brasília no Município de Santana-AP. A 1^a etapa da ação investigativa e levantamento de dados, ocorreu uma parte no laboratório didático escolar, onde também foi feita a efetivação das etapas e manipulação da pesquisa, sendo utilizado o Laboratório Didático Móvel – LDM, que é composto por equipamentos de vidrarias e produtos químicos específicos para as aulas experimentais. Destaca-se que foi utilizado a areia, o mármore e o calcário para compor as camadas no interior do protótipo neutralizador, neste caso, para deixa-las em tamanho apropriado para a execução da pesquisa, outro ambiente que compôs o processo científico da pesquisa, foi o Laboratório de Mineração do Instituto Federal do Amapá – IFAP, no qual possibilitou ao pesquisador o uso dos equipamentos tais como: britador, peneiras, agitador de peneiras.

Todavia, devido ao período pandêmico da Covid-19, onde foram suspensas as atividades escolares presenciais, a 2^a etapa investigativa foi adaptada e executada na residência do pesquisador. Nesta etapa, foi realizado a construção do protótipo neutralizador e, assim, testar a sua funcionalidade e eficácia. A proposta da pesquisa foi chegar num produto de baixo custo que possibilitará uma alternativa de gestão de resíduos gerados nas aulas práticas/experimentais.

3.2 Descrição do LDM e seus benefícios educacionais

O Laboratório Didático Móvel (LDM), é um equipamento desenvolvido pela empresa brasileira, AUTOLABOR INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, localizada no município de Palhoça/SC, que desenvolve, produz e comercializa soluções em equipamentos e serviços nas áreas de educação e saúde. Ressalta-se que o LDM, dispensa o uso de ambiente próprio, pois sua mobilidade e autonomia permitem que o professor leve-o para sala de aula (completo ou

apenas o material necessário para ministrar a aula teórica/prática (AUTOLABOR, 2003).

Segundo a empresa Autolabor (2003), o LDM foi desenvolvido para atender a realidade da grande maioria das escolas, que não dispõem de espaço físico apropriado para as aulas experimentais, é um equipamento compacto (carrinho) com as seguintes dimensões: 1,3m de comprimento, 0,66m de largura e 0,955m de altura, com mobilidade, flexibilidade na acomodação dos materiais, sendo autossuficiente em água, energia elétrica e fonte de calor. Também é equipado com um conjunto de materiais e manuais para atender às aulas práticas das disciplinas de Ciências da Natureza, Química, Física e Biologia. No entanto, ainda assim, são necessários cuidados quanto aos resíduos químicos gerados com o uso do LDM, pois apesar de contribuir significativamente para as aulas práticas/experimentais, não possui um reservatório específico para o devido descarte das sobras de soluções químicas geradas pelas atividades práticas de laboratório.

Figura 1 – LDM (Autolabor)



Fonte: Galeria de imagens – LDM - Autolabor

3.3 Coleta e tratamento dos dados

Para a efetivação das etapas de constituição do processo metodológico para execução da pesquisa, foi criado um plano de ação com intuito de registrar os passos da construção do protótipo neutralizador e das etapas seguintes. A categorização dos materiais, serviços e equipamentos foram necessários para dar suporte e apoio técnico ao pesquisador para efetivar os procedimentos de implementação dos experimentos/testes. Portanto, as etapas de coleta e tratamento dos dados seguiu uma ordem de atividades obedecendo a uma sequência conforme delineada no plano de ação e registro do pesquisador (Quadro 1):

Quadro 1 – Plano de ação de registro das etapas e atividades

PLANO DE AÇÃO E REGISTROS	
ETAPAS	REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES
Identificação e coleta dos produtos químicos vencidos e observação sobre as sobras de resíduos gerados no ambiente do laboratório escolar.	Levantamento de todos os produtos químicos com prazo de validade vencida e verificação de sobras de resíduos gerados no ambiente do laboratório e, assim propor um descarte correto a partir da construção do protótipo neutralizador.
- Selecionar e coletar materiais para a construção do protótipo.	- Foi selecionado todos os tipos de materiais a serem utilizados na construção do protótipo, sendo preferencialmente um garrafão de acrílico, pois entrará em contato com soluções ácidas e básicas. Também deve ser de cor clara para possibilitar uma visão interna do processo de percolação que será feita entre as camadas de grânulos de mármore, calcário e areia.
- Etapa de cortes das partes estruturais do protótipo neutralizador.	- Realização dos cortes, perfurações e lixar os 3 garrafões utilizados para a construção do protótipo, obedecendo o tamanho adequado para atender a necessidade correta de descarte dos resíduos químicos.

- Construção da Base Móvel do protótipo (serviço de soldagem).	- Efetivar serviço de solda para compor o modelo da base de sustentação do protótipo neutralizador que é feita a partir do reaproveitamento do puxador de malas. Para isso, foi feita adaptações deste puxador sobre uma base circular de metal, onde foi colocada roldanas e pequenas barras, modelo tripé.
- Parte externa e finalização do Protótipo.	- Fixar parafusos na base estrutural que formará a partemóvel. Na parte de cima do protótipo receberá o encaixe superior onde ficará o ponto de apoio para locomoção.
- Coleta de Mármore.	- Coletar sobras de mármore branco em local especializado como ambientes de marmoraria.
- Coleta de Calcário.	- Coletar rochas de calcário em lojas de material de construção.
- Coleta de areia.	- Coletar de areia em loja de material de construção.
- Britagem do Mármore no laboratório de mineração do IFAP.	- Realizar a moagem e cuminuição do mármore utilizando um britador de mandíbula no laboratório de mineração do IFAP.
- Britagem do Calcário no laboratório de mineração do FAP.	- Realizar a moagem e cuminuição do calcário utilizando um britador de mandíbula no laboratório de mineração do IFAP.
- Peneiração do Mármore no laboratório de mineração do IFAP.	- Produzir grânulos de 8mesh, 6mesh e 4mesh de mármore utilizando o agitador de peneiras no laboratório de mineração do IFAP.
- Peneiração do Calcário no laboratório de mineração do IFAP.	- Produzir grânulos de 8mesh, 6mesh e 4mesh de calcário utilizando o agitador de peneiras no laboratório demineração do IFAP.
- Parte interna do protótipo neutralizador.	- Distribuir em camadas os grânulos de mármore, calcário e a areia corretamente no interior do protótipo neutralizador.
- Preparar esquema que mostre o processo de funcionalidade e aplicabilidade do protótipo neutralizador.	- Fazer um desenho esquemático do processo de funcionamento do neutralizador desde o contato da solução a ser descartada, mostrando sua percolação até o produto final produzido.
- Utilizar os materiais e produtos químicos coletados do laboratório escolar para o experimento/teste do protótipo Neutralizador.	- Realizar a separação dos materiais e produtos químicos coletados do laboratório escolar para o experimento/teste com protótipo neutralizador. OBS: os testes foram feitos mais com soluções ácidas e básicas.
- Experimentação/Teste com resíduos químicos (ácidos e bases) usando o protótipo neutralizador.	- Preparar as soluções ácidas e básica, extrato de repolho roxo que será usado como indicador. - Preparar uma solução ácida e básica com extrato de repolho roxo que servirá como coloração padrão de referência de pH para a neutralização do produto final do descarte.

Fonte: Acervo do autor (2020).

3.4 Identificação e coleta dos produtos químicos vencidos no ambiente do laboratório escolar

No laboratório escolar, especificamente na utilização do LDM, foi realizada uma identificação e coleta dos reagentes e produtos químicos armazenados com prazos de validade vencidas, bem como, o levantamento dos resíduos gerados rotineiramente durante as aulas de práticas/experimentais, para serem descartados com o protótipo neutralizador (experimento/teste). Em seguida, após esses procedimentos realizou-se um estudo minucioso sobre as reatividades e toxicidade dos reagentes químicos, dando preferência especial aos

produtos químicos de ácidos e bases.

3.5 Materiais e serviços para a construção do Protótipo Neutralizador

Para o desenvolvimento do protótipo neutralizador, este foi pensado a partir de uma estrutura que pudesse permitir o contato com soluções ácidas e básicas, ao mesmo tempo que fosse perceptível a percolação entre as camadas de granulos de mármore, calcário e areia e, assim, ocorrer a neutralização das soluções químicas. Desataca-se que para a construção adequada do protótipo neutralizador móvel dentro da pesquisa, o protótipo/teste foi finalizado obedecendo as seguintes medidas: 50 cm de altura por 20 cm de diâmetro, de acordo com os materiais e serviços especificados na tabela abaixo:

Tabela 1 - Materiais alternativos de custos acessíveis e serviços

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

Fonte: Acervo do autor (2020).

3.6 Etapas estruturais de construção do protótipo neutralizador

➤ ETAPA 1 – Cortes, perfurações e lixamentos dos 3 garrafões

Para execução dos cortes dos garrafões de acrílicos foi utilizado uma maquita de serra. A medida feita no primeiro garrafão foi de 34 cm de altura, depois foi utilizado uma furadeira com broca de 5 mm para serem feitos furos sob o fundo do garrafão com espaçamentos de 2 cm de um para o outro.

Figura 2 – Corpo do protótipo neutralizador (cortado)



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 3 – Furos (fundo)



Fonte: Acervo do autor (2020)

Para compor o funil do protótipo neutralizador foi retirado do segundo garrafão o gargalo que foi fixado por quatro parafusos com polcas. E do mesmo garrafão, foi retirado o fundo com corte de 1,5 de medida que servirá de tampa para o protótipo. Também foi colocado um puxador de porta de armário na tampa para facilitar o abrir e fechar durante o seu uso.

Figura 4 – Funil



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 5 – Tampa com puxador



Fonte: Acervo do autor (2020)

Com o terceiro garrafão, foi realizado um corte do fundo para cima medindo 12 cm de altura. Em seguida, foi feito um furo para receber uma adaptação de uma torneira de bebedouro obedecendo uma altura de 5cm de baixo para cima. Ressalta-se que, em cada etapa de corte e na perfuração, houve a necessidade de usar a lixa para retirada de pontas ásperas deixada pela serra e a broca.

Figura 6 – Base inferior



Fonte: Acervo do autor (2020)

➤ ETAPA 2 - Construção da Base Móvel do Protótipo Neutralizador (serviço de soldagem)

Para construção da base do protótipo neutralizador foi necessário serviço de soldagem para compor uma base que possibilitará a movimentação do mesmo, feita de puxador de mala de viagem adaptada numa chapa circular de ferro que receberá a parte inferior retirada do terceiro garrafão, sendo fixada por parafusos (ver figura abaixo). Para esta fase foram utilizadas 03 (três) pequenas barras de chapa de ferro de 6cm de altura distribuídas em forma de triângulo, além das 02 (duas) rodanas retiradas do suporte da mala que servirá como apoio e movimento do protótipo neutralizador. E, para vedar os espaços entre o acrílico da base e os parafusos foi usado cola de silicone.

Figura 7–Base e Suporte do neutralizador



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 8–Base do neutralizador



Fonte: Acervo do autor (2020)

➤ ETAPA 3 – Montagem final do Protótipo Neutralizador

Nesta etapa foi feita a montagem do protótipo neutralizador (móvel) utilizando as estruturas cortadas dos garrafões dando a forma do produto final de acordo com a demonstração das figuras abaixo:

Figura 9 – Neutralizador Móvel (lado)



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 10 – Neutralizador Móvel (Cima)



Fonte: Acervo do autor (2020)

3.7 Coletas de Mármore, Calcário e areia

Para composição interna do protótipo neutralizador os materiais necessários para efetuar a percolação dos resíduos químicos das sobras das soluções ácidos e bases foram usados três tipos de materiais são eles: mármore, calcário e areia. O mármore foi coletado numa empresa de marmoraria. Foram selecionados pedaços de rochas de mármore branco beneficiado que já não mais tinham utilidades nos serviços que oferecem aos seus clientes. O calcário e a areia foram coletados numa empresa de materiais de construção.

Figura 12 – Mármore



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 13 – Calcário



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 14 – Areia



Fonte: Acervo do autor (2020)

3.8 Britagem e peneiramento do mármore e calcário

Para a realização dessa etapa do trabalho foi utilizado o Laboratório de Mineração do IFAP, com o objetivo de realizar a cuminuição do mármore e do calcário coletados, para composição interna do protótipo neutralizador. Os equipamentos usados dentro do Laboratório de Mineração foram: o britador de mandíbula, o agitador de peneiras e 03 (três) peneiras com abertura de mesh com diferentes tamanhos. As peneiras utilizadas para este trabalho foram de 8mesh/tyler (2,36mm) para formar a primeira camada inferior, 6mesh/tyler (3,35mm) para a camada intermediária e a de 4mesh/tyler (4,75mm) para camada superior.

➤ ETAPA 1 – Britagem do mármore e calcário

O processo de britagem do mármore e do calcário, utilizou-se o britador de mandíbula que realizou a trituração em partes menores. Assim, foram triturados 20kg de mármore e 20 kg de calcário. De acordo com CHAVES & PEREZ (2003) britagem pode ser definida como conjunto de operações que objetiva a fragmentação de blocos de minérios vindos da mina,

levando-os a granulometria compatíveis para utilização direta ou para posterior processamento.

Figura 15 – Britador de Mandíbula



Fonte: Acervo do autor (2020)

➤ ETAPA 2 – Peneiramento do mármore e calcário

Para a definição de abertura das peneiras com o tamanho adequado dos grânulos de mármore e calcário, foi realizado um processo de peneiramento feito através do equipamento de agitador de peneiras, sendo este com capacidade de agitar 03 (três) peneiras. Assim, foram distribuídas da seguinte forma: 8mesh/tyler (2,36mm) para formar a primeira camada inferior, 6mesh/tyler (3,35mm) para a camada intermediária e a de 4mesh/tyler (4,75mm) para camada superior.

A partir disso, os materiais produzidos na britagem passando pelo processo de peneiramento possibilitou realizar o ensaio de análise granulométrica com objetivo de se obter uma quantidade suficiente de aproximadamente de 2,7 kg tanto de mármore como de calcário a serem distribuídas em camadas para composição interna do neutralizador. SAMPAIO et al (2007) o peneiramento é compreendido como um processo de classificação de partículas por tamanho.

Figura 16 – Peneiras



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 17 – Agitador de peneiras



Fonte: Acervo do autor (2020)

Figura 18 – Produção de material no laboratório



Fonte: Acervo do autor (2020)

3.8 Preparação no interior do Protótipo Neutralizador Móvel

Para a preparação interna do protótipo neutralizador este foi dividido em 7 (sete) camadas conforme descrito abaixo:

- 1ª camada (fundo) é formada de 1cm de areia branca.
- 2ª camada de 3cm granulados de mármore de 8mesh/tyler (2,36mm).
- 3ª camada de 3cm granulados de calcário de 8mesh/tyler (2,36mm).
- 4ª camada de 3cm granulados de mármore de 6mesh/tyler (3,35mm).
- 5ª camada de 3cm granulados de calcário de 6mesh/tyler (3,35mm).
- 6ª camada de 3cm granulados de mármore de 4mesh/tyler (4,75mm).
- 7ª camada de 3cm granulados de calcário de 4mesh/tyler (4,75mm).

Figura 19 – Camadas no interior do protótipo

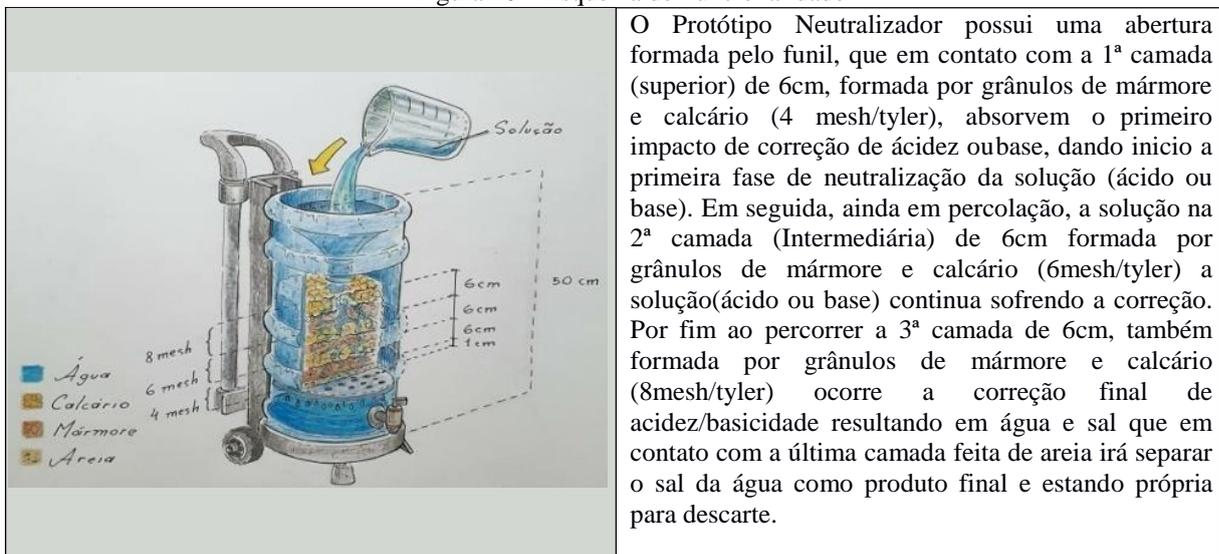


Fonte: Acervo do autor (2020)

3.9 Função esquemática do Protótipo Neutralizador

O protótipo neutralizador trabalhará na funcionalidade em descartar soluções ácidas e básicas de resíduos químicos e sobras de soluções de aulas práticas/experimentais. Assim, toda sua estrutura interior funciona como absorção do impacto de neutralização do material químico (ácidos e bases) corrigindo a acidez através das camadas de mármore e calcário que pelas camadas em tamanhos diferenciados funcionam através do processo de retenção de percolação, ou seja, absorve a sequência de percolato da solução analisada combatendo em especial a acidez da substância e, assim, resultando desta solução água e sal. Por fim, na última a camada constituída de 1cm de areia, têm a função de reter sais resultando como produto final de todo o processo realizado no neutralizador a água sem acidez ou base, própria para descarte.

Figura 20 – Esquema de Funcionalidade



Fonte: Desenho Jair Penafor (2021)

3.10 Materiais para teste de experimentação no protótipo neutralizador

Os materiais necessários para o teste de experimentação foram retirados do laboratório e do LDM da instituição escolar. Ressalta-se que devido a suspensão das aulas no período da Covid-19, o teste experimental foi realizado na residência do pesquisador, onde foi feita uma cautela de pedido desses materiais para a direção da escola, sendo deferido. Abaixo estão descritos os materiais e produtos solicitados para o teste experimental.

Tabela 2 – Identificação de Materiais e Produtos

Descrição de materiais (vidrarias) e Produtos	Quantidade
Proveta de 50ml	01
Becker de 100ml	01
Becker de 1000ml	01
Erlenmeyer de 125ml	01
Ácido clorídrico (20%)	02 frascos 100ml
Hidróxido de sódio (40g/mol)	02 frascos 100g

Fonte: Acervo do autor (2020)

3.11 Teste de experimentação no protótipo neutralizador

Para essa etapa final realizou-se 3 testes experimentais, destacando as etapas de desenvolvimento, e os objetivos de instrumentação e processamento dos dados obtidos.

➤ Experimento 1: teste com solução ácida.

Objetivo:

- Realizar a neutralização da solução ácida no protótipo neutralizador;

Materiais e reagentes

- Becker de 1000ml;
- Erlenmeyer de 125ml;
- Ácido clorídrico (20%);
- Água;

Descrição experimental

Neste experimento foi preparado uma solução ácida de concentração molar de 2,4 mol/L, com volume da solução de 0,825L com 75ml de HCl, que em seguida, foi adicionada no protótipo neutralizador com objetivo de observar o processo de neutralização percorrido entre as camadas no interior do protótipo até a base reservatória de líquido. Neste caso, a solução ácida ao entrar em contato com a primeira camada de granulados de mármore e calcário, sofreu uma liberação de calor em forma de vapores que foram diminuindo à medida que passava para as camadas seguintes. Assim, durante uma reação química ocorre variação de temperatura, no caso do experimento citado ocorreu uma reação exotérmica (BASTOS et al, 2011).

➤ Experimento 2: Teste com solução básica.

Objetivo:

- Realizar a neutralização da solução básica no protótipo neutralizador;

Materiais e reagentes

- Backer de 1000ml;
- Backer de 100ml;
- Hidróxido de sódio (40g/mol);
- Água;

Descrição experimental

Neste experimento foi preparado uma solução básica de concentração molar de 2,2 mol/L, com volume da solução de 0,825L com 75g de NaOH, onde a princípio ao fazer a preparação da solução básica do calor do Hidróxido de sódio com a água, ocorre uma reação exotérmica, haja vista, que por ser uma substância bastante solúvel em água, ocorre a dissociação de íons. Conforme Peruzzo e Canto (2006) dissociação iônica é a separação dos íons de uma substância iônica, que acontece quando ela se dissolve em água. Feita a solução básica, esta foi adicionada no interior do protótipo com objetivo de observar o processo de neutralização percorrido entre as camadas até a base reservatória de líquido. Portanto, a solução básica em contato com o carbonato de cálcio presente no mármore e calcário, ocorre uma reação endotérmica, ou seja, absorção de calor.

- Experimento 3: análise de comparação com indicador de ácido e base com extrato de repolho roxo.

Objetivo: Fazer análise de comparação de cores com o indicador de ácido e base usando extrato de repolho roxo para verificação de neutralização das amostras líquidas resultantes das soluções ácidas e básicas provenientes dos experimentos 1 e 2.

Materiais e reagentes

- Backer de 100ml;
- Erlenmeyer de 125ml;
- Proveta 50ml;
- Ácido clorídrico (20%);
- Hidróxido de sódio (40g/mol);
- Extrato de repolho roxo;
- Amostras resultantes dos experimentos 1 e 2;

Descrição experimental

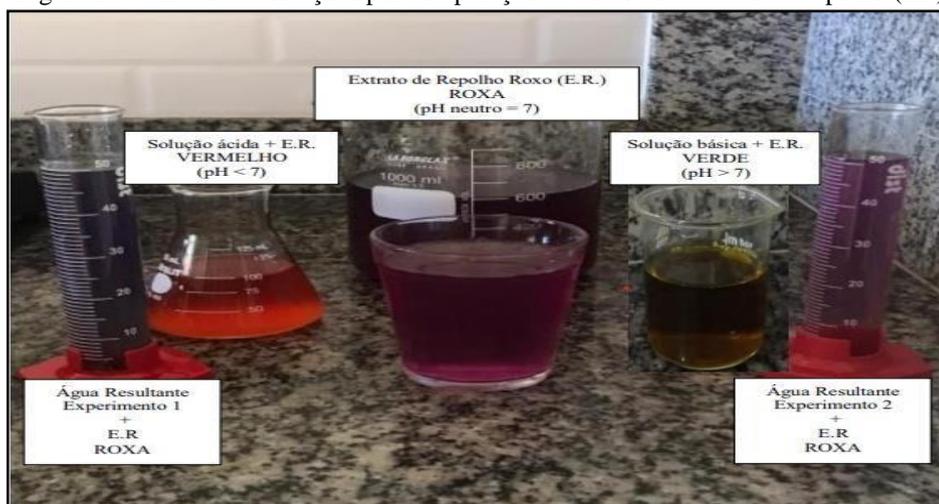
Para a etapa de análise final de teste do protótipo neutralizador, foi feito um padrão de referência de indicador de ácido-base para verificação do pH das amostras líquidas resultantes das soluções ácidas e básicas provenientes dos experimentos 1 e 2. Para fazer o parâmetro de pH, foi utilizado o extrato de repolho roxo como indicador natural de ácido-base, que dentro de uma escala de cores informa se a substância está ácida ou básica. FOGAÇA (2017) diz que as substâncias presentes nas folhas de repolho roxo que o fazem mudar de cor em meio ácidos e bases são as antocianinas, pigmentos vegetais que indicam a variação de pH.

Desta forma, como padrão de referência para análise de comparação do experimento teste, colocou-se no erlenmeyer(125ml), a quantidade de 50ml de ácido clorídrico (HCl) e no backer (100ml) a quantidade de 25ml de hidróxido de sódio (NaOH), em solução. Ambas foram adicionadas 50ml de extrato de repolho roxo, onde obteve-se como resultado para uma escala de comparação de pH a cor avermelhada na solução ácida, para indicar o pH ácido, e a cor esverdeada, na solução básica, para indicar o pH básico.

Após se ter estabelecido um referencial para a análise de pH, foi utilizado os líquidos resultantes do protótipo neutralizador (experimentos 1 e 2), e misturados com o extrato de

repolho roxo para verificação da neutralização das soluções ácidas e básicas. Assim, foi colocado numa proveta (50ml), 20ml do líquido resultante do experimento 1, e em outra proveta (50ml) também 20ml do líquido resultante do experimento 2. A partir disso, foi acrescentado 30ml de extrato de repolho roxo, tendo como resultado final da análise a cor roxa, na qual constatou o pH neutro, indicando dessa maneira, a neutralização dessas soluções ácidas e básicas estando aptas para o descarte adequado, conforme demonstrado na figura 21. Diante disso, o teste experimental indicou que o protótipo neutralizador apontou um resultado satisfatório quanto a viabilidade de uso para neutralizar soluções ácidas e básicas provenientes de aulas experimentais.

Figura 21 – Análise de soluções por comparação de cores com extrato de repolho (ER)



Fonte: Acervo do autor (2020)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Discutir a questão de resíduos gerados em laboratórios didático escolar é tratar de uma polêmica problemática de ampla abrangência em relação à saúde humana e ao meio ambiente. Sendo assim, as escolas precisam formar alunos responsáveis e conscientes de seu papel na sociedade, devem também preocupar-se considerando que nas atividades laboratoriais realizadas em aulas experimentais é uma boa oportunidade de não somente desenvolver conhecimento teórico/prático da disciplina de química, como também desenvolver posturas de cidadania quanto ao trato correto desses resíduos químicos.

“Por se tratar de substâncias altamente perigosas e tóxicas para o ser humano e meio ambiente necessitam de atenção, cuidado, conhecimento e principalmente a conscientização das pessoas envolvidas (SEDUC/CE, p. 5). No caso das instituições de ensino, devem pensar em soluções e agir dentro da realidade e desafios apresentados sobre esses aspectos, pois a adoção de normas de segurança para uso e descarte desses reagentes químicos, deve propiciar não só a proteção do meio ambiente, mas a proteção a saúde das pessoas envolvidas nesse processo.

É bem verdade que o ambiente escolar enfrenta diariamente muitos desafios de diversas naturezas exigindo dos servidores da escola tomada de decisão e soluções rápidas, práticas e eficazes. Neste sentido, a viabilidade técnica do Protótipo Neutralizador, foi pensada para responder a uma demanda da escola pesquisada se apresentando como uma proposta eficaz e de grande relevância diante da carência que a escola apresenta quanto a realizar corretamente o descarte de resíduos químicos. Como ponto de partida o experimento/teste propiciou tratar inicialmente soluções, ácidos e bases, podendo avançar como instrumento técnico na realização de outras pesquisas e testes de produtos químicos que

também necessitam de tratamento para fazer seu descarte corretamente. Realizar gestão de resíduos químicos ajuda a perceber que a Química como ciência possui um grande compromisso ético com a vida (MACHADO; MÓL, 2008).

Nesta pesquisa a adoção de estratégia através da construção do protótipo neutralizador constatou que é possível minimizar os danos ambientais e riscos a saúde fazendo o controle de gestão de resíduos de soluções de ácidos e bases, gerados nos laboratórios escolares através de um projeto feito a partir de materiais de baixo custo, aplicando os conhecimentos científicos da química e de mineração para desenvolver ações concretas com objetivo de redução de desperdícios e descarte correto de substâncias tóxicas e poluentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da gestão de resíduos químicos nas instituições escolares deve ter uma atenção por parte de todos os envolvidos no processo de ensino. No que se refere ao tratamento correto de resíduos gerados em aulas práticas/experimentais dos laboratórios didáticos, é preciso ter responsabilidade ética, ambiental e social, devendo ser uma preocupação da escola e do professor que se utiliza desse espaço para conduzir suas aulas práticas/experimentais. Portanto, desde o planejamento de gestão ao planejamento do professor, devem estar alicerçados em uma rotina que considere adotar ações com intuito de minimizar o impacto ambiental e a saúde humana, no sentido de dar um destino adequado quanto ao descarte e armazenamento desses produtos químicos.

Sobre esse entendimento, o estudo trouxe conclusões que não só é preciso considerar os aspectos acima mencionados, como também, propõe uma ideia inovadora e de baixo custo (protótipo neutralizador) proposto a partir da verificação da carência sobre a escola pesquisada de um local adequado para o descarte correto dos resíduos gerados nas aulas práticas/experimentais. A esse respeito chama-se atenção, que entre muitos problemas do cotidiano escolar poderiam ser solucionados se os educadores com conhecimentos científicos, juntos colocassem em prática iniciativas mobilizadoras para colocar a serviço da comunidade escolar propostas que viabilizasse soluções para problemas do cotidiano escolar. Sobre as atividades práticas é sempre bom considerar que os materiais de alto risco e tóxico não podem ser descartados de qualquer jeito, e isso, é problema de todos que devem participar buscando soluções viáveis ao realizar a prática correta de descarte, pois é dever da escola primar por uma educação cidadã, tornando também uma grande oportunidade de aprendizagem para professores e alunos sobre a importância de se adotar medidas conscientes e responsável visando a prevenção da saúde dentro e fora do ambiente escolar.

Portanto, ao concluir o teste do protótipo neutralizador, este demonstrou não só a viabilidade de uso pela escola, como também a possibilidade de ser aliado a um plano de gestão de resíduos químicos, criando assim, uma rotina no laboratório didático de separação, rotulagem e armazenamento. Ao sintetizar esta pesquisa, pode-se fechar na reflexão de que ao identificar como trabalhar os desafios gerados no cotidiano escolar, com certeza ficará muito mais fácil com sugestões idealizadas pela comunidade escolar.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004) ABNT NBR 10004: **Resíduos Sólidos** - Classificação. Rio de Janeiro/RJ. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004- Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 06 set. 2021.
- AUTOLABOR INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. **Soluções inteligentes**. Santa Catarina. 2003. Disponível em: <http://autolabor.com.br>. Acesso em: 22 set. 2021.
- BASTOS, A. L. M; RODRIGUES, E. M. S; SOUZA, J. P. I. **FÍSICO-QUÍMICA**. Belém-PA: UFPA, 2011.
- BRASIL, **Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 06 set. 2021.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL. **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/111947.htm. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL/MEC. **Guia de Tecnologias Educacionais 2011/12/organização COGETEC**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 1ª ed. 196 p. Brasília, 2011.
- CAVALCANTE, C.; DI VITTA, P. **Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios Didáticos do Ensino Médio : Núcleo Comum e Ensino Técnico**. p. 1 a 9, 2010.
- CHAVES, A.P; PERES, A.E.C. **Teoria e prática do tratamento de minérios: Britagem, peneiramento e moagem**. Vol. 3. 2ª edição. São Paulo: Signus, 2003.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357. Acesso em: 06 set. 2021.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 06 set. 2021.
- CRUZ, J B. DA. **Laboratórios/Cursos Técnicos de Formação para os Funcionários da Educação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
- DICIONÁRIO ON LINE. **Priberam da Língua Portuguesa 2008-2021**. Disponível em:

<<https://dicionario.priberam.org/chave>> Acesso em: 18 set. 2021

FOGAÇA, J. **Indicador ácido-base com repolho roxo**. Manual da Química, 2017. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/experimentos-quimica/indicador-acido-base-com-repolho-roxo.htm>. Acesso em: 19 nov. 2021

FONTES.L.R.. **Percolação, notas do IMPA**. Rio de Janeiro, 1996.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

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

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

PERUZZO, F.M, & CANTO, E.L. **Química na Abordagem do Cotidiano: Química Geral e Inorgânica**. Vol 1. 4ª edição. São Paulo: Moderna, 2006.

PINA, M. V. DE C. F. **A gestão dos resíduos químicos dos laboratórios escolares - um projeto educacional e ambiental**. Cardiology Clinics, v. 27, n. 1, p. 1 a 198, 2009.

RAMM, J. G. **Desenvolvimento de um Programa de Gestão de Resíduos no Ensino Técnico em Química**. Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Química, p. 1 a 221,2017.

SANTOS, W.PL, & MÓL, G.D. **Química Cidadã: 2ª série Ensino Médio**. Vol 2. 3ª edição. São Paulo: AJS, 2016.

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

SENAI. RS. **Questões ambientais e Produção mais Limpa (Série Manuais de Produção mais Limpa)**. UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI. Porto Alegre, 2003.

TOLEDO, A. C. T. de; LEO, V. M. M., **Gerenciamento de resíduos químicos: uma experiência de aprendizagem em aulas de laboratório em ensino superior**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ), UFPR, 21 a 24 de julho de 2008. Curitiba.

VOIGT, C. L. **O ensino de química 2**. Ponta Grossa - PR, Atena Editora, v.2, 2019. ISBN 978-85-7247-290-6.