



### Química, Resíduos Sólidos e ODS/ONU nº 12: atividades práticas experimentais no Ensino Médio<sup>1</sup>

Fábio Luiz Seribeli<sup>2</sup>

Instituto Federal de Educação, Ciência, Tecnologia e Educação de São Paulo - Campus Presidente Prudente (IFSP)

<https://orcid.org/0000-0002-6907-9218>

**Resumo:** O presente estudo teve como finalidade elaborar Atividades Práticas Experimentais (APE) de Química sobre Resíduos Sólidos para o Ensino Médio (EM). Após a problematização inicial e uma breve sequência de ensino, os estudantes participantes de um projeto de pesquisa realizaram uma sondagem de conteúdos para orientar a elaboração e a execução das APE, com participação da comunidade externa ao IFSP. Professores do EM analisaram o potencial das atividades para promover reflexões críticas sobre a temática dos resíduos e para evidenciar a importância da experimentação no desenvolvimento de futuras tomadas de decisão, favorecendo a sensibilização para a sustentabilidade, especialmente quanto à reutilização de resíduos sólidos. O estudo destacou o papel da iniciativa discente no processo de aprendizagem, além de indicar alternativas metodológicas adequadas ao tratamento do ODS 12. Os resultados mostraram que o engajamento dos estudantes reforçou a preocupação ambiental com materiais residuais, e o material didático produzido, fundamentado em APE, recebeu avaliação positiva dos professores do EM como contribuição ao ensino de Ciências.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Educação Ambiental. Socioquímica. Sustentabilidade.

### Química, residuos sólidos y el ODS n.º 12 de la ONU: Actividades experimentales prácticas en la escuela secundaria

**Resumen:** Este estudio tuvo como objetivo desarrollar Actividades Experimentales Prácticas (AEP) de Química sobre Residuos Sólidos para la Educación Secundaria. Tras la definición inicial del problema y una breve secuencia didáctica, los estudiantes participantes en un proyecto de investigación realizaron una encuesta de contenido para orientar el desarrollo y la ejecución de las AEP, con la participación de la comunidad externa al IFSP (Instituto Federal de São Paulo). Los docentes de secundaria analizaron el potencial de las actividades para promover la reflexión crítica sobre el tema de los residuos y destacar la importancia de la experimentación en el desarrollo de la toma de decisiones futuras, fomentando la conciencia sobre la sostenibilidad, especialmente en lo que respecta a la reutilización de residuos sólidos. El estudio resaltó el papel de la iniciativa estudiantil en el proceso de aprendizaje, además de indicar

<sup>1</sup> Recebido em: 03/01/2024. Aprovado em: 20/11/2025.

<sup>2</sup> Possui Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP - Campus Presidente Prudente (2010). Mestrado em Química pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP - Campus Presidente Prudente (2013). Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo, IQ-USP (2022). É Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência, Tecnologia de São Paulo, IFSP - Campus Presidente Prudente. Email: [fabioseribeli@ifsp.edu.br](mailto:fabioseribeli@ifsp.edu.br)

alternativas metodológicas adecuadas para abordar el ODS 12. Los resultados mostraron que la participación estudiantil reforzó la preocupación ambiental por los residuos, y el material didáctico producido, basado en las AEP, recibió una valoración positiva por parte de los docentes de secundaria como una contribución a la educación científica.

**Palabras-clave:** Enseñanza de Química. Educación Ambiental. Socioquímica. Sostenibilidad.

## **Chemistry, Solid Waste and UN SDG No. 12: Practical Experimental Activities in High School**

**Abstract:** This study aimed to develop Practical Experimental Activities (PEAs) in Chemistry on Solid Waste for High School (HS). After an initial problem statement and a brief teaching sequence, students participating in a research project conducted a content survey to guide the development and execution of the PEAs, with the participation of the community outside the IFSP (Federal Institute of São Paulo). HS teachers analyzed the potential of the activities to promote critical reflections on the topic of waste and to highlight the importance of experimentation in the development of future decision-making, fostering awareness of sustainability, especially regarding the reuse of solid waste. The study highlighted the role of student initiative in the learning process, in addition to indicating methodological alternatives suitable for addressing SDG 12. The results showed that student engagement reinforced environmental concern about waste materials, and the didactic material produced, based on PEAs, received a positive evaluation from HS teachers as a contribution to science education.

**Keywords:** Teaching Chemistry. Environmental Education. Sociochemistry. Sustainability.

## **INTRODUÇÃO**

Considerando-se a atual conjuntura de incertezas relacionadas à importância da Ciência para a sociedade, a abordagem de Questões Sociocientíficas no Ensino de Química faz-se fundamental para a formação de cidadãos mais críticos. Isso pode contribuir para tomadas de decisão, habilidade essencial aos profissionais do século XXI, baseadas em conhecimentos científicos; em oposição aos posicionamentos a partir de crenças e de opiniões (Chrispino; Melo; Albuquerque, 2020).

Segundo Vanin (2005), entre as inúmeras e distintas preocupações dos seres humanos a respeito de matérias-primas, do meio ambiente e da qualidade de vida, há uma forte ligação ao conhecimento e ao desenvolvimento da Química.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram inseridos na chamada Agenda 2030, adotada durante a Cúpula da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015, que é composta por 17 objetivos e por 169 metas a serem atingidos até 2030. Os ODS estão divididos em quatro dimensões principais: Social, Ambiental, Econômica e Institucional, elaboradas em um processo de negociação mundial que contou com a participação do Brasil em suas discussões e definições (ONU, 2025).

Muitos dos temas apontados pelo documento podem ser tratados no contexto do ensino de Química e, aqui, será enfatizado o ODS número 12, que aborda Consumo e Produção Responsáveis, em especial o 12.5, cujo propósito é, até 2030, reduzir consideravelmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização. Nesse contexto, o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) pode ser uma ferramenta importante para a abordagem do assunto no EM.

O uso da perspectiva CTSA em aulas de química tem a capacidade de instigar o interesse dos discentes pela Ciência; apresentar contribuições para o aprimoramento do pensamento crítico; auxiliar na resolução de problemas do cotidiano relacionados a aspectos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e contribuir para o protagonismo dos estudantes em temas de caráter social, político, econômico, ambiental, etc. (Marcondes *et al.*, 2009).

De acordo com Zuin, Ioriatti e Matheus (2009), a perspectiva CTSA no ensino de química vai além de uma abordagem tradicional de conteúdos em sala de aula, proporcionando outras formas de compreender o mundo. Por conseguinte, a inserção de temas relativos às questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais nos conteúdos programáticos do Ensino Médio (EM) pode contribuir para o desenvolvimento de conceitos químicos, pedagógicos e das condições e habilidades básicas concernentes à cidadania.

Nesse contexto, há uma demanda por Atividades Práticas Experimentais (APE) com ênfase na abordagem CTSA, principalmente, relacionadas à redução da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização, voltadas aos estudantes do EM.

Matheus, Machado e Aguiar (2019), destacam que, especificamente no ensino profissional de Química, integrado ao EM, há ausência de materiais didáticos publicados ou acessíveis, em especial livros didáticos voltados ao ensino técnico integrado ao ensino médio, que se apoiem em aspectos relacionados ao enfoque CTSA. Conforme os autores, em geral, a maior parte dos cursos técnicos utilizam livros, em que o público-alvo é formado por alunos de Graduação em Química, ou materiais de ensino elaborados pelos próprios professores, que, muitas vezes, não são amplamente divulgados, como apostilas de componentes curriculares específicos desses cursos técnicos.

Gonçalves *et al.* (2016), analisaram por meio de uma revisão da literatura em diferentes bases de dados, como a abordagem CTSA tem sido articulada com a experimentação no ensino de química no EM. Em resumo, identificaram que há a demanda por reflexões sobre aspectos fundamentais relacionados às atividades experimentais, a fim de que essa articulação possa ser tratada de maneira mais consistente, ao invés de, por vezes, haver a simples utilização do termo CTS como um simples slogan, sem aprofundamento dos aspectos científico-tecnológicos e sociais de cada prática experimental.

Os pesquisadores concluíram que o desenvolvimento de atividades práticas de química, a partir de uma perspectiva CTSA, pode contribuir substancialmente para a caracterização de situações de ensino contextualizadas, considerando que os distintos conteúdos de química relacionados aos experimentos estão intrinsecamente vinculados às questões sociais. Essa organização de atividades experimentais também pode auxiliar na superação de propostas que concordam com uma abordagem mais reducionista, as quais são caracterizadas pela ênfase na comprovação de teorias e no papel motivador da aprendizagem dos estudantes, vislumbrando a aula prática como aula de comprovação de conceitos teóricos e/ou forma lúdica de entendimento da ciência (Gonçalves *et al.*, 2016).

Nunes, Motta e Zanotti (2020) apresentam uma proposta que aproxima os alunos em sala de aula ao cotidiano, através de uma atividade prática experimental sobre “compostagem”, fundamentada no movimento CTSA. Esse tipo de abordagem, segundo os autores, estimula a formação de cidadãos com uma nova percepção sobre questões sociais, científicas e ambientais, auxiliando em processos futuros de tomadas de decisão, pois apresenta alternativas viáveis ao destino de resíduos sólidos.

Nessa perspectiva, o presente estudo aborda a demanda pelo ensino de conteúdos de química no EM mais contextualizados e significativos aos discentes, tendo em vista o grande potencial de atividades práticas experimentais em sala de aula a partir de uma perspectiva fundamentada no movimento CTSA. Assim, a pesquisa objetiva desenvolver Atividades Práticas Experimentais de Química na EB, EM, para a abordagem de conceitos sobre a reutilização de resíduos sólidos com base no ODS 12, norteada pela seguinte questão de pesquisa: Atividades Práticas Experimentais sobre ensino de resíduos sólidos podem ser desenvolvidas e/ou adaptadas para a abordagem do ODS 12 em aulas de química no EM brasileiro?

## METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo foi desenvolvida em três etapas: a) levantamento das concepções de moradores de uma comunidade local do município de Tupã no interior de São Paulo sobre o descarte de resíduos sólidos; b) elaboração de atividades práticas experimentais de química no EM, relacionadas aos ODS, a partir do protagonismo de estudantes de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Eletrônica, integrantes de um projeto de pesquisa institucional do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) - Campus Tupã e, c) aplicação e avaliação das atividades práticas experimentais (APE) desenvolvidas, por professores de ensino médio (EM) de uma escola estadual do mesmo município.

Na primeira etapa (a), os estudantes do projeto realizaram entrevistas semiestruturadas com 36 moradores do município de Tupã (SP), com o objetivo de identificar os resíduos sólidos mais frequentemente descartados e aqueles que eram, de alguma forma, reutilizados pela comunidade. As entrevistas foram conduzidas por alunos do segundo ano do curso Técnico em Eletrônica Integrado ao Ensino Médio do IFSP – Campus Tupã, com a intenção de envolvê-los na compreensão dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 12. Esse processo inicial buscou desenvolver a capacidade dos estudantes na identificação e resolução de problemas socioambientais a partir do diagnóstico dos resíduos descartados pela população local. Embora o levantamento tenha contribuído para compreender as práticas de descarte e reaproveitamento na comunidade, ele não restringiu o desenvolvimento das atividades práticas, que já haviam sido previamente definidas com base em resíduos amplamente conhecidos e comumente gerados, como óleo de cozinha usado, borra de café, papel e latas de alumínio.

No segundo momento (b), foram elaboradas atividades práticas experimentais desenvolvidas por um grupo de oito estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Eletrônica, participantes de um projeto de pesquisa institucional e orientados pelo professor coordenador. A sequência de atividades teve início a partir dos principais dados obtidos no levantamento realizado com a comunidade local, bem como da análise de artigos científicos sobre experimentos voltados à reutilização e à reciclagem de resíduos descartados cotidianamente. As propostas metodológicas desenvolvidas buscaram apresentar alternativas viáveis para a reutilização de resíduos sólidos que, na

comunidade, eram frequentemente descartados ou reaproveitados de forma inadequada. Para isso, os estudantes mobilizaram conhecimentos químicos relevantes e incorporaram adaptações técnicas e estratégias amplamente descritas na literatura.

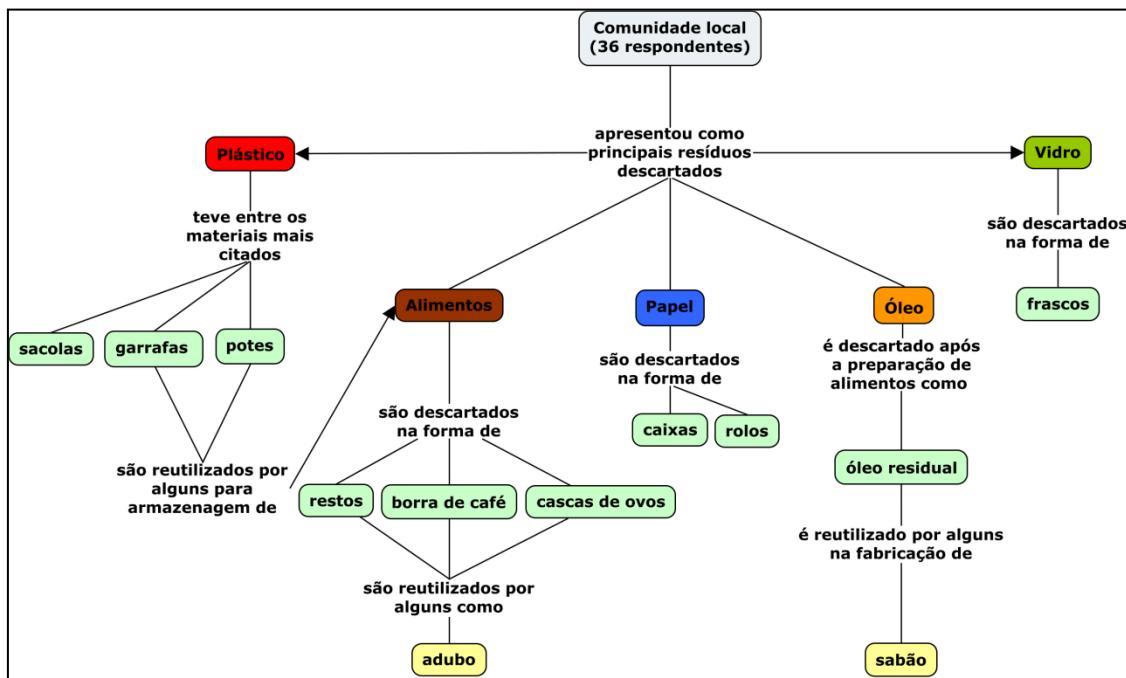
Durante o processo de elaboração, foram utilizados recursos digitais, como Padlet (2025) e Canva (2025), que auxiliaram na organização e apresentação dos dados, bem como na realização de reuniões colaborativas. Esses ambientes virtuais favoreceram o trabalho coletivo, permitindo que os estudantes planejassem, discutissem e aperfeiçoassem soluções práticas para a reciclagem e/ou reutilização dos diferentes tipos de resíduos mencionados pelos entrevistados.

Por fim, a terceira etapa (c) consistiu na análise das concepções de professores do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Tupã sobre as atividades desenvolvidas. Essa etapa buscou avaliar tanto o potencial das propostas para abordar conteúdos de Química quanto sua eficácia na promoção da sensibilização e da compreensão de aspectos científicos relacionados ao ODS 12.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

(a) A primeira questão do roteiro de entrevistas foi: *Qual é o tipo de resíduo que você descarta, reutiliza ou recicla no seu dia a dia?* Para melhor apresentar as respostas, um mapa conceitual (Figura 1) foi elaborado, segundo o método de transformação de texto em mapa conceitual de Maximiano, Martins e Seribeli (2021), com ênfase aos principais conceitos levantados.

Figura 1: Mapa conceitual evidenciando os principais resíduos descartados pelos entrevistados



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

É importante destacar que o município onde residem os entrevistados conta com serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos realizado semanalmente. Apesar disso, aproximadamente 17% dos participantes afirmaram não separar seus resíduos para a coleta, e pouco mais de 30% declararam desejar mais informações sobre como realizar adequadamente essa separação. Os entrevistados também apresentaram justificativas para a presença de resíduos dispostos inadequadamente nas vias públicas; a maioria (70%) atribuiu esse problema à falta de sensibilização ambiental da população, especialmente no que se refere à adoção de práticas de preservação ambiental, como a participação efetiva na coleta seletiva.

De acordo com Trevisol (2003), a Educação Ambiental (EA) pode causar a sensibilização e a reflexão das pessoas sobre suas concepções e hábitos, contribuindo para uma relação mais harmoniosa e sustentável entre homem e meio ambiente. O autor considera que a EA é uma necessidade histórica latente e inadiável, e que essa emergência decorre da profunda crise socioambiental global contemporânea, chamada de emergência climática. Nesse cenário, a Educação para a Sustentabilidade, entendida como um conjunto de práticas e saberes que integra a Educação Ambiental e busca desenvolver conhecimentos, valores e atitudes voltados para a proteção do meio

ambiente, torna-se indispensável na formação dos estudantes. Essa necessidade se intensifica diante do agravamento das relações entre sociedade e natureza, marcado pela exploração excessiva dos recursos naturais, pela perda de biodiversidade e pelo avanço da emergência climática, caracterizada pelo rápido aquecimento global e pela intensificação de eventos extremos. Tais processos geram tensões alarmantes tanto para a vida humana quanto para a biosfera, exigindo que a educação contribua para formar cidadãos capazes de compreender, enfrentar e transformar essas realidades.

Para que a Educação Ambiental seja plenamente compreendida e capaz de orientar novas atitudes, práticas e tomadas de decisão alinhadas a uma perspectiva sustentável, é essencial que os estudantes reconheçam a relação direta entre os problemas socioambientais e suas próprias vivências. Nesse sentido, atividades de ensino de Química no Ensino Médio que abordam resíduos sólidos podem aproximar esses temas da realidade dos alunos, tornando o processo formativo mais significativo e conectado ao seu cotidiano.

A elaboração das Atividades Práticas Experimentais contou com o protagonismo dos estudantes do projeto, que participaram ativamente da seleção e da reutilização/reciclagem de diferentes resíduos identificados no levantamento realizado junto à comunidade local. Dessa forma, o projeto integrou duas ferramentas metodológicas eficazes no processo de ensino e aprendizagem em Ciências: o desenvolvimento de atividades experimentais e a valorização do protagonismo discente.

(b) O conjunto de atividades práticas experimentais elaboradas pelos estudantes do projeto, em parceria com o professor coordenador (Quadro 1), foi direcionado à reutilização e à reciclagem de sete tipos de resíduos: papel, óleo vegetal, plástico, pilhas comuns, biomassa, vidro e metal (Figuras 2 e 3). Para fundamentar a construção dessas propostas, os estudantes realizaram a leitura de publicações previamente selecionadas pelo professor, que abordavam atividades experimentais relacionadas ao ODS 12.

Após a análise das publicações selecionadas, o artigo de Delgado *et al.* (2021) foi escolhido como principal referência para orientar o desenvolvimento das atividades práticas, por apresentar propostas voltadas ao engajamento de estudantes universitários de Física e Química em processos de separação e reciclagem de resíduos. Esse trabalho serviu como guia para a definição, a elaboração e a adaptação das ações realizadas ao longo do projeto. A partir dessa referência, cada atividade prática experimental relacionada a um processo de reciclagem foi detalhada pelos estudantes, incluindo

descrição do procedimento, especificação dos materiais e reagentes necessários, bem como o planejamento adequado de sua execução. Antes da realização dos experimentos em laboratório, todas as propostas passaram por revisão e aprovação obrigatória do professor coordenador.

Embora fundamentadas em processos químicos diversos, as atividades desenvolvidas mantiveram um esquema comum baseado na abordagem do ODS 12. Tanto a compreensão dos princípios químicos envolvidos quanto a adequação metodológica das propostas foram avaliadas pelo coordenador IFSP. Na sequência, apresentam-se as atividades elaboradas, destacando os conceitos químicos mobilizados em cada processo de reutilização ou reciclagem e seus respectivos benefícios pedagógicos.

Quadro 1: Atividades Práticas Experimentais sobre resíduos sólidos relacionadas ao ODS 12 no ensino de química no EM

Resíduo	Atividades	Temas de Química
Papel	Produção de papel reciclado	Composição química, polímeros orgânicos e forças intermoleculares
Plástico	Reciclagem de Poliestireno Expandido	Polímeros, forças intermoleculares, polaridade e solubilidade
Vidro	Espelho de prata em garrafas de vidro	Funções orgânicas, reações de oxirredução e solubilidade
Metal	Síntese do alúmen de potássio	Reações de oxirredução, funções inorgânicas e soluções
Orgânico	Biossorção de metais tóxicos	Elementos químicos, solubilidade de sais e estequiométrica
Eletrônico	Reações com partes da pilha comum	Eletroquímica, dissociação iônica, reações, cinética química e catalisadores
Óleo vegetal	Síntese de sabão e biodiesel	Triglicerídeos, reações de saponificação, transesterificação e micelas

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

#### *Atividade Práticas Experimentais*

Inicialmente, os estudantes foram introduzidos aos princípios que orientam a separação adequada dos resíduos sólidos, destacando sua importância para processos eficientes de reutilização e/ou reciclagem. Com base nos dados obtidos no levantamento realizado junto à comunidade local (Figura 1), os resíduos mencionados pelos entrevistados foram classificados conforme o sistema brasileiro de identificação por cores das lixeiras de coleta seletiva: azul (papel/papelão), vermelho (plásticos), verde (vidro), amarelo (metais), preto (madeira), laranja (resíduos perigosos, como pilhas e

baterias), branco (resíduos de serviços de saúde), roxo (rejeitos radioativos), marrom (resíduos orgânicos) e cinza (rejeitos não recicláveis ou contaminados). Entre essas, as categorias mais comuns e utilizadas pelos estudantes foram as de papel, plástico, vidro e metal.

No caso específico do óleo de cozinha residual, proveniente de fontes animais ou vegetais (como óleo de soja ou de girassol), discutiu-se a necessidade de seu armazenamento adequado e posterior encaminhamento a pontos de coleta autorizados. No município onde se localiza a Instituição Federal de Ensino, a administração pública mantém e estimula sistemas formais de coleta de óleo residual, facilitando a destinação ambientalmente correta do material. Para as atividades de produção de sabão e biodiesel, os estudantes optaram por utilizar o óleo usado proveniente de suas próprias residências, integrando esse resíduo diretamente às práticas experimentais de reciclagem.

Após a etapa de separação e organização dos resíduos identificados nas entrevistas, os alunos desenvolveram atividades voltadas à reutilização e à reciclagem de diferentes materiais, incluindo papel, óleo vegetal, plásticos, vidro, resíduos orgânicos, pilhas e metais. No caso dos plásticos, observou-se que sua reciclagem, seja por processos mecânicos ou químicos, depende, necessariamente, da separação adequada dos distintos tipos de polímeros. Essa classificação segue sistemas amplamente utilizados internacionalmente, como o adotado pela União Europeia, que categoriza os plásticos em sete grupos (1 a 7) de acordo com sua composição química, o que facilita os processos de identificação, triagem e reciclagem. A distinção entre esses materiais pode ser auxiliada pela observação de propriedades físico-químicas, tais como densidade, resistência térmica e flexibilidade, conforme discutido no Atlas do Plástico (2020).

Para a atividade experimental envolvendo resíduos plásticos, os estudantes escolheram o Poliestireno Expandido (EPS), conhecido popularmente como isopor, amplamente utilizado em embalagens. Contudo, eles identificaram os desafios específicos associados à reciclagem desse material: sua baixa densidade torna o transporte economicamente oneroso, enquanto sua estrutura porosa dificulta a compactação e favorece a contaminação por impurezas, fatores que reduzem a qualidade do material reciclado.

No caso dos resíduos eletrônicos, os estudantes apresentaram o processo de separação manual de uma pilha comum, destacando o isolamento de seus diferentes componentes e discutindo métodos de recuperação dos materiais para posterior emprego em reações químicas no Ensino Médio.

#### *Produção de papel reciclado*

Os estudantes elaboraram um protocolo de reciclagem de papel inspirado na metodologia descrita por Munhoz, Costa e De Lara (2022). Inicialmente, folhas de papel usadas foram fragmentadas em pequenas tiras. Em seguida, o material foi colocado em um recipiente contendo água suficiente para sua completa imersão, onde permaneceu em repouso por aproximadamente 30 a 45 minutos. Após esse período, a mistura foi processada em um liquidificador doméstico até a formação de uma polpa homogênea. A essa polpa adicionou-se amido líquido, com a finalidade de melhorar a coesão entre as fibras celulósicas, seguido da etapa de branqueamento por meio da adição de ácido acético. Para conformação das novas folhas, uma moldura com tela foi submersa no recipiente e retirada cuidadosamente na posição horizontal, permitindo a drenagem da água excedente. O material obtido foi então transferido para uma superfície plana, prensado para remoção de umidade e deixado para secar ao ar.

#### *Reciclagem de Óleo Residual: Sabão e Biodiesel*

O óleo vegetal de cozinha usado é um resíduo que, se descartado de forma equivocada, pode contaminar, para cada litro de óleo usado, milhares de litros de água. Logo, uma estratégia interessante para reciclar o óleo de cozinha é a fabricação de outros compostos, como sabão e biodiesel por reações de saponificação e transesterificação, respectivamente.

A escolha dessa atividade mostra-se particularmente pertinente ao currículo de Química do Ensino Médio, pois possibilita trabalhar temas como reações orgânicas, métodos de separação de misturas, polaridade e interações intermoleculares, articulando conhecimentos teóricos a práticas com relevância socioambiental.

Para essa experiência, utilizou-se como referência o artigo de Santos e Pinto (2009), que apresenta uma alternativa para síntese de biodiesel em aulas de EM com materiais de baixo custo. As atividades foram elaboradas com foco na reciclagem de óleo vegetal usado para a fabricação de sabão ou biodiesel. Inicialmente, o óleo vegetal

usado foi filtrado para remover os resíduos sólidos e as quantidades específicas foram separadas para cada atividade.

A preparação do biodiesel iniciou com a dissolução de 1 g de hidróxido de sódio em 100 mL de etanol. Essa solução foi transferida para um balão de fundo redondo e misturada a 100 mL do óleo residual limpo. A mistura foi aquecida em banho de óleo a 60°C em agitação por 1 h. Terminada a reação, a solução foi esfriada em temperatura ambiente e transferida para um funil de decantação. Após, adicionou-se 10 mL de glicerina para auxiliar na separação. Duas fases foram observadas, a parte superior líquida dourada (biodiesel) e a fase acastanhada na parte inferior (glicerol e sabão). O biodiesel foi lavado com uma solução saturada de cloreto de sódio para remoção de glicerina residual.

A preparação do sabão iniciou com o aquecimento de 150 mL de água a 40 °C. Em seguida, foram adicionados 135 g de hidróxido de sódio até a completa dissolução. Logo, acrescentou-se 1 L de óleo residual limpo à mistura, agitando-se por 20 min. Neste ponto, adicionou-se 25 mL de álcool etílico e 30 mL de “amaciante”, misturou-se e despejou-se no molde até o sabão secar (Borsato; Galão; Moreira, 2004).

#### *Reciclagem de Poliestireno Expandido*

Para o processo de reciclagem de plásticos, seja por via mecânica ou química, *a priori*, é necessária a separação adequada dos diferentes tipos de plásticos de acordo com seu número de classificação ou classe: 1. PET poli(tereftalato de etileno): garrafas de refrigerantes, água, vinagre, detergentes; 2. HDPE (PEAD) polietileno de alta densidade: recipientes de detergentes, amaciantes, branqueadores, leite, condicionadores, xampus, óleos de motor; 3. PVC cloreto de poli(vinila): pipas, cortinas de banheiros, bandejas de refeições, capas, assoalhos, forros; 4. LDPE (PEBD) polietileno de baixa densidade: filmes, sacolas de supermercado, embalagens de lanches; 5. PP polipropileno: recipientes para guardar alimentos (Tupperware), carpetes, embalagens de pudins, de iogurtes e de água mineral; 6. PS poliestireno: copos de água e de café, protetor de embalagens (isopor), protetor de cartuchos de impressora; 7. Outros PC, PU, ABS: policarbonato, poliuretano e acrilonitrilabutadieno-estireno (Franchetti; Marconato, 2003).

O principal objetivo da atividade experimental aqui proposta para plásticos era adquirir conhecimentos sobre o tratamento dos resíduos plásticos e demonstrar uma

forma de reciclagem utilizada para a sua valorização. Devido às restrições quanto ao uso de reagentes químicos no EM, uma alternativa viável foi uma atividade fundamentada no trabalho de Bernardy e Piccoli, (2017) sobre a reciclagem de poliestireno expandido aplicada a uma coleção de óculos de sol.

Para o procedimento experimental, os estudantes prepararam um procedimento simples. Primeiro, algumas placas de isopor utilizadas em maquetes na própria escola, foram limpas e cortadas em pequenos pedaços (10 x 5 x 2 cm). Depois de secos, os pedaços de plástico foram introduzidos em um copo de bêquer com acetona pura. Após alguns instantes, o isopor dissolveu-se quando em contato com o solvente, o ar em sua composição foi liberado, aproximadamente 300 g de isopor foram dissolvidos em 100 mL de acetona, e seu volume foi reduzido em quase 50 vezes. A massa obtida de poliestireno foi manipulada para liberar todo o ar enclausurado em sua composição; em seguida, foi despejada em uma placa de vidro para que a acetona evaporasse. O poliestireno em estado pastoso foi colocado em uma forma feita de argila e extraiu-se um modelo de talher de poliestireno reciclado para posterior acabamento com lixa.

#### *Reações com componentes da pilha comum*

A abordagem do tema Lixo Eletrônico é de fundamental importância para estudantes em formação. Uma vez que eles podem ser agentes disseminadores, críticos, responsáveis e comprometidos com as preocupações emergentes relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente. Logo, será essencial para o conhecimento dos alunos, agregando maior sensibilização quanto ao desenvolvimento sustentável e proporcionando maior responsabilidade em relação a questões socioambientais, sob forte necessidade de mudança (Magrin; Zanotto; Fioresi, 2020).

Na perspectiva do EM, considerando o uso de reagentes e de equipamentos mais acessíveis, a atividade prática adaptada de Cruz; Galhardo-Filho (2004) pelos estudantes foi a reutilização de componentes químicos presentes em pilhas comuns descartadas, em reações químicas. O procedimento iniciou-se com a separação dos componentes com o auxílio de um alicate, retirou-se a carcaça metálica, o papelão que envolve a pilha foi removido em seguida, novamente, com um alicate e uma pinça removeu-se a carcaça de zinco metálico, metal mais mole e fácil de ser retirado. O zinco metálico foi usado em uma reação com ácido clorídrico, para demonstração da geração de gás hidrogênio, a partir da reação entre ácidos e metais. Uma pasta escura foi separada em um copo de

béquer, adicionando-se 5 mL de água, e agitando-se a mistura com um bastão de vidro, para que um dos componentes solúveis (cloreto de amônio,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) fosse dissolvido. A solução foi filtrada e o componente (óxido de manganês IV,  $\text{MnO}_2$ ) retido no filtro foi seco e armazenado. A reação de decomposição do peróxido de hidrogênio catalisada pelo  $\text{MnO}_2$ , obtido da pilha, foi a segunda reação química apresentada pelos estudantes.

É importante observar que outros materiais poderiam ser utilizados em reações químicas, em especial, o tubo central da pilha comum feito de grafite, que seria usado em uma reação de eletrólise dentro do tópico de eletroquímica.

#### *Espelho de prata em recipientes de vidro*

A atividade prática elaborada pelos estudantes foi uma reação clássica da química orgânica para diferenciação entre aldeídos e cetonas, experimento rápido e simples, conhecido como teste de Tollens (Rubinger; Braathen, 2012).

A ideia geral é a formação de um espelho de prata na superfície interna de frascos de vidro para serem reutilizados como itens decorativos. Inicialmente, retirou-se as impurezas dos recipientes de vidro com solução de ácido nítrico, em um copo de béquer de 250 mL foram adicionados, 4 g de glucose e 40 mL de água destilada. Uma solução foi preparada em outro béquer de 50 mL, com 1,7 g de nitrato de prata em 20 mL de água destilada, e, em um terceiro béquer, adicionou-se 4 g de hidróxido de sódio em 20 mL de água destilada. Adicionou-se solução de amônia ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) na solução de nitrato de prata até a formação de um precipitado marrom e a adição foi continuada até que a solução ficou incolor.

Por fim, adicionou-se ao recipiente de vidro, as soluções preparadas, em seguida, o recipiente de vidro foi fechado e agitou-se constantemente até a formação da prata metálica. Os resultados do experimento foram discutidos entre os estudantes e o professor, com ênfase na importância de conceitos de química orgânica, oxirredução, solubilidade e equilíbrio químico para melhor compreensão do fenômeno.

#### *Síntese do alúmen de potássio*

Uma alternativa apresentada pelos estudantes foi o desenvolvimento de uma atividade prática experimental utilizando alumínio metálico de latinhas de refrigerante descartadas, a síntese do alúmen de potássio.

O alúmen de potássio,  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ , é um composto utilizado como coagulante na purificação da água, na indústria de papel, na produção de picles, além de diversas aplicações na indústria do couro e como adstringente, conhecido no comércio por “pedra ume” (Constantino *et al.*, 2002).

Pesou-se 1,0 de alumínio (obtidos de latínhas descartadas), essa quantidade foi colocada em um copo de bêquer de 250 mL e acrescentou-se 50 mL de uma solução aquosa de hidróxido de potássio 4,0 mol/L. A mistura foi deixada em reação até que a liberação de gás não foi mais observada. Filtrou-se a mistura, coletando-se o filtrado num bêquer de 250 mL. Adicionou-se ao filtrado 30 mL de uma solução de ácido sulfúrico 9,0 mol/L. Colocou-se a mistura em banho de gelo e observou-se a formação dos cristais. Filtrou-se os cristais, que foram lavados, em seguida, com água e deixados para secagem a temperatura ambiente.

#### *Biossorção de metais tóxicos*

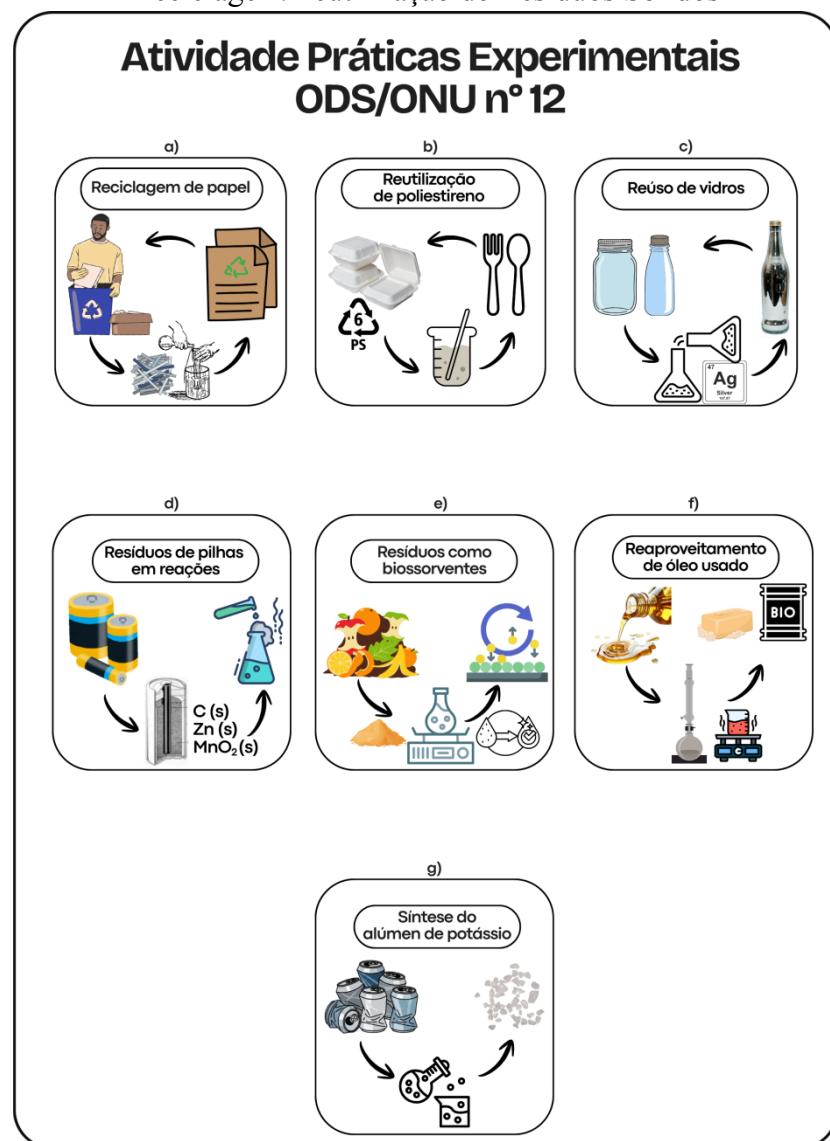
A atividade desenvolvida pelos estudantes tentou conectar a reutilização de um resíduo sólido orgânico com uma demanda da região. Para que fosse possível avaliar a adsorção do chumbo pela casca de amendoim, foi feita a análise experimental baseada no trabalho de Januário, Vidovix e Castro (2019).

Inicialmente, as cascas foram colocadas em estufa a 105 °C por 24h. Em seguida, foram Trituradas. Soluções foram preparadas nas seguintes concentrações: iodeto de potássio, 16,65 g/L, e a solução de nitrato de chumbo, 4g/L. Adicionou-se 1 g de biomassa (cascas de amendoim) junto à solução com íons de chumbo II e deixadas em agitação durante 6h30min. Após o processo de agitação, a filtração foi realizada e, posteriormente, adicionada à solução de iodeto de potássio, que resultou na precipitação de um composto sólido amarelo, o iodeto de chumbo. Realizou-se a pesagem dos filtros e filtrou-se novamente. Para comparação e observação da adsorção do chumbo pela biomassa, o experimento também foi repetido sem ela (branco), ou seja, foi realizada a mistura das soluções formando o Iodeto de Chumbo, a pesagem dos filtros e a filtração. Foi possível observar a biossorção significativa de chumbo através das cascas de amendoim.

Essa atividade evidenciou a contribuição do ensino de Ciências na perspectiva da sustentabilidade, especialmente ao demonstrar aplicações tecnológicas e industriais capazes de minimizar impactos socioambientais. A reutilização de cascas de amendoim

como bioassorventes em águas residuais, por exemplo, pode reduzir a carga de metais tóxicos, diminuir a contaminação de corpos d'água e mitigar os custos e os impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses resíduos sólidos. Além disso, a proposta possibilita trabalhar conceitos como solubilidade de sais, técnicas básicas de química analítica e comportamento de metais pesados no ambiente, articulando conhecimento científico e responsabilidade socioambiental.

Figura 2: Resumo das Atividades Práticas Experimentais realizadas com foco na Reciclagem/Reutilização de Resíduos Sólidos



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

Figura 3: Fotografias das Atividades Práticas Experimentais envolvendo Reciclagem/Reutilização de Resíduos Sólidos



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

(c) As Atividades Práticas Experimentais foram organizadas em um material de ensino elaborado pelos estudantes, em conjunto com o professor coordenador, com o objetivo de apresentá-las a professores do Ensino Médio (EM) de uma escola estadual do município. Esse material, composto por propostas experimentais alinhadas ao ODS 12, foi apresentado a dezoito docentes da área de Ciências, que avaliaram sua viabilidade e aplicabilidade, além de compartilharem suas percepções sobre as atividades desenvolvidas. Ao término da apresentação, os professores responderam a um questionário com perguntas abertas. Alguns dados de caracterização do grupo

participante foram coletados e utilizados na análise. Para garantir o anonimato dos envolvidos, todos foram identificados aleatoriamente pelos códigos P1 a P18.

O grupo participante foi composto por professores de Ciências do Ensino Fundamental e por docentes de Física, Química e Biologia do Ensino Médio. A faixa etária variou entre 27 e 61 anos, enquanto o tempo de experiência docente oscilou de 2 a 26 anos. As entrevistas, os questionários aplicados e a autorização para a realização das atividades experimentais pelos estudantes foram previamente submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição, assegurando o atendimento às normas éticas vigentes. A maioria dos docentes declarou conhecer os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e relatou abordá-los em suas aulas, como exemplificado por P3: “os ODSs estão sendo mais abordados agora com o novo ensino médio”.

Sobre o potencial das atividades práticas relacionadas aos ODS em promover a sensibilização dos alunos quanto à temática dos resíduos sólidos e da sustentabilidade, a maioria dos entrevistados apresentou respostas convergentes. As falas de P4 e P7 ilustram essa percepção ao destacarem a relevância das atividades experimentais. Conforme afirmou P4: “na prática os alunos conseguem ter uma percepção maior dos impactos e ações de intervenção”. De modo semelhante, P7 comentou que essa abordagem “é uma ótima forma de promover a sustentabilidade junto com o lúdico em sala de aula”.

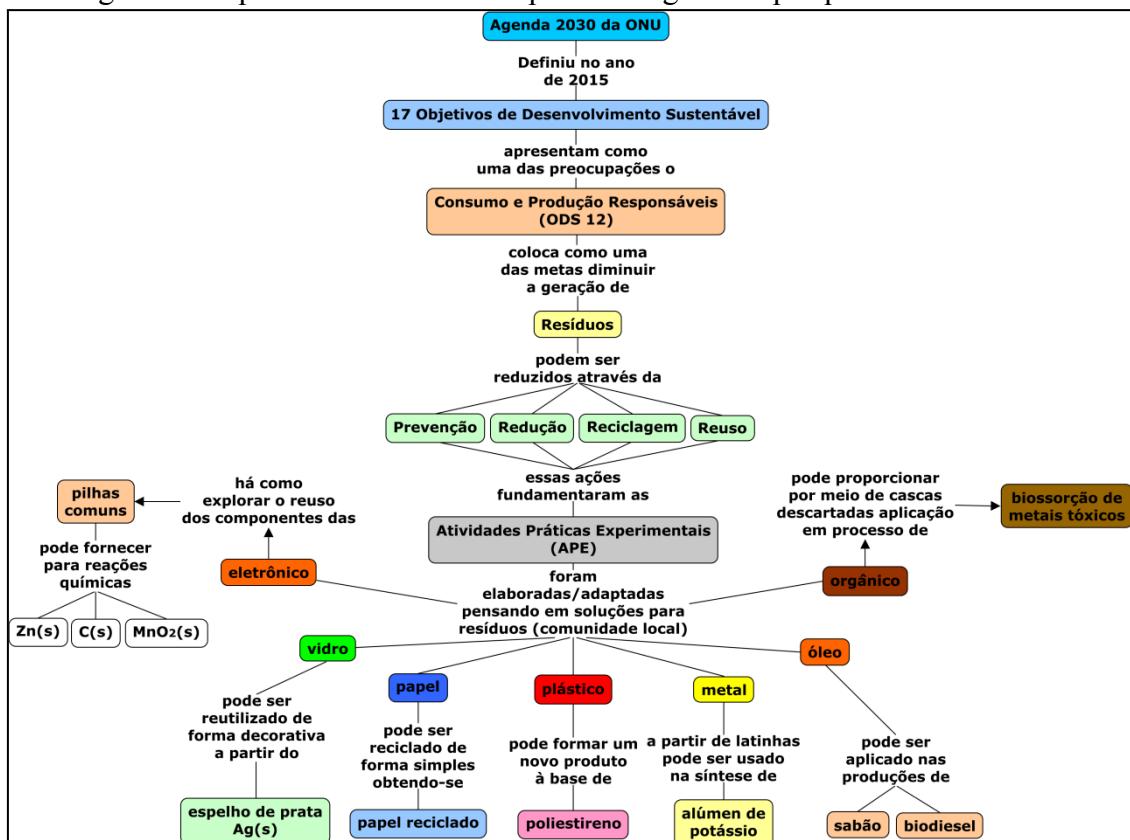
Quando questionados sobre sugestões, críticas e possíveis melhorias para as atividades práticas desenvolvidas e apresentadas, os professores expressaram concepções variadas. Entre eles, P5 e P9 destacaram a importância de disponibilizar o material para uso nas escolas. Conforme afirmou P5: “seria de grande importância a extensão do material para as escolas”. De modo semelhante, P9 sugeriu “o compartilhamento das atividades conosco”.

Outro aspecto destacado por alguns professores diz respeito tanto à falta de cursos de formação quanto à escassez de materiais de laboratório e de outros recursos pedagógicos para o ensino de Ciências. Três excertos ilustram essas percepções: conforme opinou P13, é necessário “proporcionar aos professores da rede pública uma oficina para aprimoramento de suas atividades pedagógicas”; P17 acrescentou que “em nossa escola necessitamos de capacitação”; e, na mesma direção, P3 observou que “falta capacitação de professores e materiais adequados”.

Após a entrega dos questionários pelos entrevistados, os mesmos foram convidados a elencar as principais demandas do ponto de vista educacional em relação à pesquisa. Em geral, os professores entrevistados relataram que seriam interessantes mais materiais de ensino com esse tema, cursos de formação, além de materiais e espaço adequado para o desenvolvimento de atividades práticas experimentais com os estudantes.

Um mapa conceitual (Figura 4) foi elaborado para mostrar um resumo da pesquisa desenvolvida com foco no desenvolvimento de Atividades Práticas Experimentais relacionadas ao ODS 12, para aplicação no EM. Atividades que foram elaboradas/adaptadas com resíduos sólidos apontados pela comunidade local.

Figura 4: Mapa conceitual com um panorama geral da pesquisa desenvolvida.



Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das primeiras constatações da pesquisa foi o reduzido conhecimento, por parte dos entrevistados da comunidade local de Tupã, sobre os Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável, especialmente no que se refere às formas corretas de descarte e tratamento de resíduos sólidos. Os resultados evidenciam que, do ponto de vista científico e educacional, há necessidade de promover ações de formação que abordem diferentes dimensões da educação ambiental, bem como estratégias de sensibilização para os problemas socioambientais decorrentes do manejo inadequado dos resíduos. Tais ações são fundamentais para fortalecer a compreensão crítica e o engajamento da comunidade frente aos desafios propostos pelo ODS 12.

Ficou evidente a importância para a formação dos estudantes, do envolvimento desses alunos na resolução de problemas utilizando conhecimentos científicos. O objetivo do desenvolvimento/adaptação das atividades práticas descritas neste trabalho foi proporcionar a sensibilização dos alunos sobre dois aspectos: i) reforçar a realidade de que o descarte de resíduos sólidos não pode ser considerado um produto indesejável, mas uma matéria-prima valiosa, e ii) demonstrar que o protagonismo de estudantes do ensino básico pode ser explorado na resolução de problemas do cotidiano a partir das ferramentas do ensino de ciências. O levantamento realizado na própria comunidade ilustrou que o lixo doméstico pode conter resíduos reutilizáveis/recicláveis que devem ser separados, incluindo plástico, metal, papel, vidro, lixo eletrônico, lixo orgânico e óleo residual, com a possibilidade de serem transformados em novos produtos manufaturados.

O engajamento e a participação dos estudantes indicaram que as atividades contribuíram para ampliar a preocupação ambiental relacionada aos materiais residuais, atendendo aos objetivos propostos para o ensino. Além disso, o material de ensino produzido acerca das atividades práticas experimentais desenvolvidas pelos estudantes foi bem avaliado pelos professores de ensino básico, como uma contribuição ao ensino de ciências; visto que pode proporcionar aos estudantes de EM um maior engajamento e compreensão de tópicos de química do que em aulas tradicionais centradas no professor.

Quanto aos professores, identificou-se a necessidade de formação continuada e de materiais didáticos que integrem atividades experimentais alinhadas aos ODSs. Essa demanda reflete tanto o interesse dos docentes em qualificar sua prática quanto a carência de recursos que favoreçam a abordagem contextualizada da sustentabilidade no Ensino Médio.

## REFERÊNCIAS

- Atlas do Plástico. **Atlas do plástico:** fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2020/11/29/atlas-do-plastico>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- BERNARDY, Flávia Cremonese; PICCOLI, Mariana. Alternativa de Reciclagem de Poliestireno Expandido Aplicada a uma Coleção de Óculos de Sol. **Anais II Congresso Internacional e VIII Workshop Design & Materiais**, Joinville, 2017.
- BORSATO, Dionisio; GALÃO, Olívio Fernandes; MOREIRA, Ivanira. **Detergentes Naturais e Sintéticos:** Um guia Técnico. 2<sup>a</sup> edição. Londrina. Universidade Estadual de Londrina, 2004.
- CANVA. Infográfico elaborado para apresentação dos resultados da pesquisa. 2025. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- CHRISPINO, Alvaro; DE MELO, Thiago Brañas; DE ALBUQUERQUE, Márcia Bengio. O crescimento da anticiência na Pandemia: Um quadro de luz e sombra. **Educación Química**, v. 31, n. 5, p.162-168, 2020.
- CONSTANTINO, Vera R. Leopoldo; ARAKI, Koiti; SILVA, Denise de Oliveira; OLIVEIRA, Wanda de. Preparação de compostos de alumínio a partir da bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p.490-498, 2002.
- CRUZ, Roque; GALHARDO FILHO, Emilio. **Experimentos de química em microescala:** com materiais de baixo custo e do cotidiano. Livraria da Física 1<sup>o</sup>ed., São Paulo, 2004.
- DELGADO, Montserrat R.; BARCELÓ-OLIVER, Miquel; CABELLO, Carlos P.; TORRENS-SERRA, Joan; MIRÓ, Manuel; CABOT, Catalina; BOSCH, Rafael. Scientific Activities for the Engagement of Undergraduate Students in the Separation and Recycling of Waste. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 2, p.454-460, 2021.
- FRANCHETTI, Sandra Mara M.; MARCONATO, José Carlos. Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, n° 18, p. 42-45, 2003.
- GONÇALVES, Fábio Peres; FERNANDES, Carolina dos Santos; MARQUES, Carlos Alberto; YUNES, Santiago Francisco; MACHADO, Adélio. Abordagem CTS e atividades experimentais na educação em química/ciências: possíveis aproximações. **Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química**, Florianópolis, SC: ENEQ, 2016.
- JANUÁRIO, Eduarda Freitas Diogo; VIDOVIX, Taynara Basso; CASTRO, Jorge Ricardo Moreira. Processo de precipitação de chumbo utilizando a casca de laranja como biossorvente. **Journal of Exact Sciences**. v. 21, n. 2, p.32-36, 2019.

MAGRIN, Camila Pesenato; ZANOTTO, Caroline; FIORESI, Cláudia Almeida. Educação Ambiental no ensino de Química: o lixo eletrônico como abordagem temática. **Educação Química en punto de vista**. v. 4, n.1, p.129-141, 2020.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Miriam P. do; SUART, Rita C.; DA SILVA, Erivanildo L.; SOUZA, Fábio L.; SANTOS Jr, João B.; AKAHOSHI, Luciane H. Materiais Instrucionais numa perspectiva CTSA: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n. 2, p.281-298, 2009.

MATHEUS, Alfredo L. M. L.; MACHADO, Andréa H.; AGUIAR, Patrícia A. Tabela de Tempo de Decomposição de Materiais: Contexto para a Abordagem de Química Ambiental no Ensino Profissional de Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, p.259-265, 2019.

MAXIMIANO, Flavio A.; MARTINS, José V.; SERIBELI, Fábio L. A method to analyze texts written by students through the acquisition of a concept map representative. **Curriculo & Docência**, v. 03, n. 02, p. 5 – 25, 2021.

MUNHOZ, Fernanda M.; COSTA, Erli S.; DE LARA, Daniela M. Técnicas de reciclagens do papel em ambiente escolar: experiência alinhando teoria e prática. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 3–12, 2022. DOI: 10.21674/2448-0479.81.3-12. Disponível em: <https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/3005>. Acesso em: 18 nov. 2025.

NUNES, Anny Valleria Rodrigues; MOTTA, Ludymila Brandão; ZANOTTI, Rafael Fonsêca. Compostagem lúdica e interdisciplinar: um recurso para o ensino e a aprendizagem com orientação CTSA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.5, p.27930-27949, 2020.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 25 mai. 2024.

PADLET. Mural colaborativo utilizado para coleta de percepções dos estudantes. Disponível em: <https://padlet.com>. Acesso em: 15 nov. 2024.

RUBINGER, Mayura M. M.; BRAATHEN, Per Christian. **Ação e reação**: ideias para aulas especiais de química. 1ª edição, Belo Horizonte: RHJ, 2012.

SANTOS, Ana Paula B.; PINTO, Angelo C. Biodiesel: Uma Alternativa de Combustível Limpo. **Química Nova na Escola**, v. 31, p.58 - 62, 2009.

TREVISOL, Joviles Vitório. **A educação em uma sociedade de risco**: tarefas e desafios a construção da sustentabilidade. Joaçaba: UNOESC, 2003.

VANIN, Jose Atilio Vanin. **Alquimistas e químicos**: o passado, o presente e o futuro. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2005.

ZUIN, Vânia Gomes; IORIATTI, Maria Célia S.; MATHEUS, Carlos Eduardo. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola.** v. 31, n. 1, p.3-8, 2009.