



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Brasília

Campus

Gama

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

*Campus Gama*

Curso Superior de Licenciatura em Química

ÍTALO EDUARDO FERNANDES ARMOND

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS: Uma abordagem da  
Reciclagem do Poliestireno Expandido**

Brasília - DF

2024

ÍTALO EDUARDO FERNANDES ARMOND

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS: Uma abordagem da  
Reciclagem do Poliestireno Expandido**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Brasília - Campus Gama, a ser utilizado como requisito parcial obrigatório para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientado por: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Adriana Linhares Drummond e Coorientado por: Prof. Dr. Eder Alonso Castro.

Brasília

2024

Armond, Ítalo Eduardo Fernandes.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS: uma abordagem da reciclagem do poliestireno expandido / Ítalo Eduardo Fernandes Armond ; orientação Adriana Linhares Drummond ; coorientação Eder Alonso Castro. — Gama, DF: 2024.

86 f. : il. color. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, Gama, DF, 2024.

Orientador(a): Adriana Linhares Drummond ; Coorientador(a): Eder Alonso Castro.

1. Resíduos Sólidos. 2. Sequência didática. 3. Ensino de Química. 4. Reciclagem. I. Drummond, Adriana Linhares, orient. II. Castro, Eder Alonso, coorient. III. Instituto Federal de Brasília. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO INSTITUTO FEDERAL DE BRASÍLIA

ÍTALO EDUARDO FERNANDES ARMOND

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS: Uma abordagem da  
Reciclagem do Poliestireno Expandido**

Trabalho apresentado à disciplina  
Trabalho de Conclusão de Curso do curso  
de Licenciatura em Química para  
obtenção de nota parcial.

Aprovado em 13 de Setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

---

Dra. Adriana Linhares Drummond - Orientadora  
Instituto Federal de Brasília - *Campus Gama*

---

Dr. Eder Alonso Castro - Avaliador  
Instituto Federal de Brasília - *Campus Gama*

---

Dra. Fernanda Araújo França - Avaliadora  
Instituto Federal de Brasília - *Campus Gama*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Aparecida e Pedro Rosado, por sempre me oferecerem o suporte e o apoio necessários ao longo desses anos de faculdade, além de plantar a semente do valor dos estudos desde a infância.

Aos meus irmãos, Cíntia, Drielle e Hiago, sobrinhos e cunhados pelo carinho, compreensão e por acreditarem em mim, dando força ao longo dessa jornada.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Drummond, por aceitar os desafios que surgiram durante o desenvolvimento deste trabalho, sempre acreditando no meu potencial e me oferecendo apoio, confiança e conversas inspiradoras.

Ao Prof. Dr. Eder Castro, que nunca duvidou das minhas capacidades durante toda a minha trajetória acadêmica e me envolveu em diversos projetos, construindo uma base sólida para o meu crescimento profissional.

Aos amigos da graduação, que levarei comigo para a vida, especialmente Jenniffer, Hellen, Luciana, Braulistede, Érica, Emmanuelle, Thainara, Allan e tantos outros que precisariam de muitas páginas para serem mencionados. Sem vocês, essa caminhada teria sido muito mais difícil.

À minha querida amiga Brenna, por ter me auxiliado e direcionado neste trabalho, oferecendo apoio, força e paciência, ouvindo meus desabafos e acalmando minha ansiedade. Sem você, este trabalho não teria se concretizado.

Às minhas amigas Camila, Sabrina, Fernanda, Emília, Bruna e Vanessa, que estão ao meu lado desde o Ensino Médio, marcando presença em tantos momentos importantes com conversas valiosas, opiniões e todo o carinho. E aos demais amigos que sempre estiveram por perto, ajudando, ouvindo e me motivando ao longo de todo esse processo.

Agradeço também a todos os professores que contribuíram ao longo da minha trajetória acadêmica, oferecendo uma base teórico-prática sólida e fundamental para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

A presente investigação orienta os leitores sobre o ensino de polímeros para estudantes da terceira série do Ensino Médio da educação profissional e tecnológica que serão formados como Técnicos em Química. Objetivamos apresentar uma proposta de ensino contextualizada a fim de contribuir para a aprendizagem de conceitos relacionados à Química Orgânica bem como oportunizar discussões sobre Educação Ambiental, Sustentabilidade e Resíduos Sólidos. Com isso, utilizou-se como referencial teórico metodológico proposto por Zabala para elaborar uma sequência didática composta por seis aulas encadeadas, visando que os estudantes aprendam de maneiras significativas, capacitando-os a se tornarem agentes de mudanças no meio que o cerca. Além disso, a proposta se fundamenta nos ensinamentos de Almeida, que trata o ensino de polímeros no Ensino Médio conciliando teoria e prática nas discussões. Durante as aulas, serão trabalhados tópicos sobre resíduos e reciclagem, de maneira que os estudantes consigam visualizar questões relacionadas à sustentabilidade. Essas temáticas serão trabalhadas por meio de textos, rodas de conversas, debates, vídeos que possam fomentar discussões sobre os resíduos e experimentação com a reciclagem do Poliestireno Expandido, transformando-o em chaveiros. As aulas desenvolvidas tendem a entender a demanda da turma e como elas seguem no direcionamento das aulas. Nossos resultados apontam para a viabilidade proposta, pois, ao desenvolverem com os discentes aulas no cunho teórico-prático eles tendem a enxergar a Química de forma mais atrativa e lúdica. Isso permite que os docentes promovam aulas mais interativas e que abordem temáticas sobre a reciclagem e a reutilização de materiais que após o seu uso, se torna resíduo, para que os estudantes percebam a Química ao seu redor.

**PALAVRAS CHAVES:** Resíduos Sólidos; Sequência Didática; Ensino de Química; Reciclagem.

## ABSTRACT

This research guides readers on the teaching of polymers to students of the third grade of Secondary School of vocational and technological education who will be trained as Technicians in Chemistry. We aim to present a contextualized teaching proposal in order to contribute to the learning of concepts related to Organic Chemistry as well as to provide opportunities for discussions on Environmental Education, Sustainability and Solid Waste. Thus, it was used as a theoretical methodological reference proposed by Zabala to develop a didactic sequence composed of six linked classes, aiming to students learn in meaningful ways, enabling them to become agents of change in the surrounding environment. In addition, the proposal is based on the teachings of Almeida, who deals with the teaching of polymers in high school reconciling theory and practice in discussions. During the classes, topics on waste and recycling will be worked out so that students can visualize issues related to sustainability. These themes will be worked through texts, conversation rounds, debates, videos that can encourage discussions about waste and experimentation with the recycling of Expanded Polystyrene, turning it into keychains. The developed classes tend to understand the demand of the class and how they follow in the direction of the classes. Our results point to the proposed feasibility, because when developing with students classes in the theoretical-practical field they tend to see chemistry in a more attractive and playful way. This allows teachers to promote more interactive classes and that address themes about the recycling and reuse of materials that after their use, becomes waste, so that students perceive the chemistry around them.

**KEYWORDS:** Solid Waste; Didactic Sequence; Chemistry Teaching; Recycling.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Os “Seis Grandes” .....	22
<b>Figura 2</b> - Classificação dos tipos de plásticos quanto à composição química.....	23
<b>Figura 3</b> - Molécula de Poliestireno .....	25
<b>Figura 4</b> - Fluxograma de reciclagem mecânica do Isopor na Indústria.....	28
<b>Figura 5</b> - Esquema do ciclo de vida do EPS (Isopor), considerando sua reciclagem.....	29
<b>Figura 6</b> - Fluxograma de reciclagem feita no modelo sala de aula.....	46
<b>Figura 7a.</b> Mistura dos aditivos na resina de PS.....	50
<b>Figura 7b.</b> Mistura dos aditivos na resina de PS.....	50
<b>Figura 8</b> - Chaveiros após as 48h no molde acetato.....	51
<b>Figura 9a</b> - Chaveiros confeccionados com a reutilização do EPS.....	52
<b>Figura 9b</b> - Chaveiros confeccionados com a reutilização do EPS.....	52

## LISTA DE QUADROS/TABELAS

<b>Quadro 01</b> - Exemplos básicos de categorias/grupos de resíduos sólidos.....	17
<b>Quadro 02</b> - Tempos de degradação de alguns polímeros.....	23
<b>Quadro 03</b> - Questionário para identificar conhecimentos prévios.....	39
<b>Quadro 04</b> - Questionário para problematização.....	40
<b>Quadro 05</b> - Proposta de questionário elaborado para as aulas 02 e 03.....	43
<b>Tabela 01.</b> Amostras com <i>Thinner</i> .....	47
<b>Tabela 02.</b> Melhores amostras com os Solventes.....	48
<b>Quadro 06</b> - Roteiro para confecção de chaveiros a partir de EPS reciclado.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAPEX - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido T

ABNT - Associação Brasileira de Norma Técnica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

EA - Educação Ambiental

EMI-CTQUI - Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Química

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

EPS - Poliestireno Expandido

IFB-CG - Instituto Federal de Brasília *Campus Gama*

NBR - Norma Técnica Brasileira

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PS - Poliestireno

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 - OBJETIVOS</b> .....	14
<b>3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>3.1 - Resíduos Sólidos</b> .....	15
<b>3.2 - Uma Breve História dos Polímeros</b> .....	19
<b>3.2.1 - Polímeros</b> .....	20
<b>3.2.2 - Poliestireno Expandido (EPS)</b> .....	24
<b>3.3 - Os Cinco R's</b> .....	30
<b>3.4 - Educação Ambiental</b> .....	31
<b>3.4.1 - Educação Ambiental nas Escolas</b> .....	34
<b>4 - METODOLOGIA</b> .....	35
<b>5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	38
<b>6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>APÊNDICE A</b> .....	63
<b>APÊNDICE B</b> .....	75
<b>APÊNDICE C</b> .....	85

## 1 INTRODUÇÃO

A educação é o catalisador que acelera a evolução humana. Ao longo dos séculos, o acúmulo de conhecimento impulsionou a criação de novas ferramentas e materiais, transformando radicalmente nossos modos de vida. A cada novo conhecimento adquirido, surgiu uma nova era, até chegar no mundo como conhecemos atualmente. Ao longo da história, a humanidade se caracterizou pelo uso predominante de materiais específicos em diferentes períodos. Essa divisão cronológica reflete a evolução tecnológica, social e cultural das civilizações marcada pela utilização de materiais que moldaram os modos de vida e seus efeitos sobre o planeta (Almeida, 2012).

Na pré-história, quando os humanos tiveram contato com o fogo, percebeu-se o aprimoramento da ciência coletiva para a sobrevivência, aperfeiçoamento das técnicas de armamentos e alimentação. A madeira, a pedra lascada e a pedra polida são os materiais mais trabalhados nesse período. Na proto-história, os indivíduos trabalharam com os metais, havendo grandes mudanças tecnológicas para o que era trabalhado no período anterior. Na Idade Média, trabalharam-se com as ligas metálicas, aperfeiçoando os estudos com metais e as mudanças nas formações dos equipamentos. Na Idade Moderna, começaram os trabalhos com concretos. E, por fim, na atualidade (séc. XIX em diante), conhecida como Era Contemporânea, os plásticos e o aprimoramento das técnicas físico-químicas na tecnologia de resíduos para o uso no dia a dia (Almeida, 2012). É importante ressaltar que cada período acima citado foi responsável por causar 'cicatrizes' ambientais críticas, afinal a exploração de recursos naturais de forma exacerbada, a poluição do ar e o descarte incorreto de materiais que poderiam ser utilizados em outras frentes, foram e são nocivos à natureza e, conseqüentemente, à vida humana.

Hoje, por meio do aprimoramento e do domínio dos processos tanto químicos quanto físicos da matéria, podemos dar novos destinos para o que outrora era tido como lixo e assim reduzir os danos ao planeta. A Educação, no "chão de sala", tem um papel importantíssimo tanto na conscientização de consumidores em potencial desse tipo de material, quanto de indivíduos que podem aprender novas formas de produzir material rentável e sustentável de maneira barata e limpa.

Em razão dos pontos anteriores, percebe-se que o Ensino de Química pode e deve ser uma ferramenta de transformação em sala de aula. Na escola, os indivíduos precisam aprender a olhar o meio ambiente com responsabilidade e, assim, receber as ferramentas

para tornarem-se agentes transformadores da realidade. A proposta didática apresentada nesse trabalho une exatamente essas máximas: a necessidade de uma destinação sustentável para os resíduos sólidos e o aprendizado de química, de forma a unir teoria e prática considerando o que prevê a Base Nacional Comum Curricular - BNCC e os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN. Sendo assim, um instrumento encorajador dos alunos no processo de engajamento na transformação daquilo que era lixo em matéria-prima.

Na primeira parte do texto, será apresentado a revisão bibliográfica que explica e caracteriza os aspectos técnicos baseados na literatura sobre essa temática, fornecendo uma base sólida para a pesquisa. Em seguida, será detalhada a metodologia proposta para a sequência didática, planejada para seis aulas de 50 minutos cada. Por fim, serão discutidos os resultados, que incluem a reciclagem do poliestireno expandido, formas de aproveitá-lo de maneira rentável e, como proposta final, a produção de chaveiros a partir da reciclagem de um termoplásticos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Apresentar uma proposta didática sobre os resíduos sólidos envolvendo os polímeros por meio de uma prática laboratorial de reciclagem: produção de chaveiros a partir de EPS descartado.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Apresentar uma proposta de ensino contextualizada por meio de uma sequência didática a fim de contribuir para a aprendizagem de conceitos relacionados à Química Orgânica.
- Aprofundar os estudos de polímeros e sua utilização na vida diária.
- Capacitar os estudantes a reconhecerem a importância dos polímeros e a reciclagem de resíduos sólidos entendendo as problemáticas dos descartes inadequados para o meio ambiente.
- Propor uma abordagem prática para a reutilização do poliestireno, gerando um produto que possa ser rentável por meio de experimentação.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento tecnológico impulsiona avanços em diversas áreas, como saúde, comunicação e transporte, mas também aumenta a produção de resíduos devido à rápida obsolescência de produtos e à demanda por novos dispositivos com materiais de difícil reciclagem. O acúmulo desses resíduos tecnológicos representa um desafio para a gestão de resíduos e a preservação ambiental, agravado pela falta de infraestrutura adequada e pelo consumo acelerado. São necessárias soluções mais eficientes e sustentáveis para minimizar o impacto ambiental e promover a economia circular. A Associação Brasileira de Norma Técnica - ABNT (2023) define reciclagem como o processo de transformar resíduos, alterando suas propriedades físicas e físico-químicas, para criar produtos equivalentes ou superiores. Além disso, é crucial incentivar a conscientização sobre o consumo responsável e o descarte adequado, para que as gerações futuras possam usufruir dos benefícios da tecnologia sem comprometer o meio ambiente.

#### 3.1 Resíduos Sólidos

Uma grande problemática para os estudos e pesquisas na área da Química Ambiental são os problemas causados pela produção excessiva de resíduos no mundo, sendo este um dos contratempos mais antigos da humanidade, vindo desde o início da sedentarização, quando iniciou-se a formação de cidades (Russo, 2003; Pereira, 2019). Na sociedade humana, os resíduos são frequentemente chamados por diversos termos, como: rejeitos, lixo, restos, entulho, detritos, despejos e sobras. Apesar dessa variedade de nomenclaturas, todos se referem a materiais descartados que podem ou não ter potencial para reaproveitamento (Pereira, 2019).

Segundo a Norma Técnica Brasileira (NBR) 17100-1, de 2023 – Resíduos sólidos são classificados como:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação se procede, [...] 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 (ABNT, 2023, p. 17).

Essa norma técnica abrange o entendimento e a complexidade para direcionar a grande problemática sobre tipos de resíduos passíveis de tratamento e direcionar a realização de coletas específicas, tanto em residências, comércios, estabelecimentos de saúdes, entre outros.

A definição apresentada pela ABNT baseia-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em 2010. Além de caracterizar e definir os resíduos sólidos, a PNRS trouxe novos objetivos que antes não eram implementados. Ela introduziu diretrizes voltadas à gestão integrada e ao manejo de resíduos sólidos, atribuindo responsabilidades tanto aos geradores quanto ao poder público. Estados, Distrito Federal e Municípios devem organizar-se para fornecer informações adequadas sobre os resíduos em prazos mais curtos, facilitando a divulgação e permitindo ações efetivas para promover melhorias no meio ambiente, como informado no Art. 12 no capítulo I no PNRS. (Brasil, 2010).

Com base nessa nova definição, diversos materiais passaram a ser classificados como Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). A partir disso, a PNRS estabeleceu um plano para ser implementado nos Estados e Municípios, orientando sobre a destinação final ambientalmente adequada desses resíduos. Os materiais podem ser reaproveitados por meio de processos específicos, e, quando isso não for possível, devem ser encaminhados para uma disposição final adequada, como aterros sanitários, de modo a minimizar os impactos ambientais. (Brasil, 2010). Segundo o PNRS, visando os objetivos da Lei, o item VII informa sobre a destinação final deve ocorrer em uma ambiente adequado, enquanto que no item VIII trata especificamente da destinação final ambientalmente adequada do resíduo, com isso ele diz:

**VII** - [...] destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [...], entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

**VIII** - [...] distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, cap. II, 2010).

Os resíduos só são classificados como rejeitos após o esgotamento de todas as alternativas viáveis de reutilização, reciclagem e recuperação, sendo esse um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento da PNRS (2010) em que no Art. 7º tem como objetivos nos itens II e VI à:

**II** - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

**VI** - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados (Brasil, cap. II, 2010).

Essa abordagem traz benefícios ao meio ambiente, pois assegura que os resíduos passem por processos de tratamento antes de serem descartados, minimizando os impactos ambientais e evitando que materiais ainda utilizáveis sejam indevidamente enviados para aterros ou outros locais de disposição final (Pereira, 2019).

Pereira (2019) define em seu livro “Resíduos Sólidos”, uma classificação sobre o termo com base na sua origem. Para ele, os resíduos são divididos em seis grupos: resíduos urbanos, industriais, agrícolas, de serviços de saúde, de construção civil e radioativos. Estes grupos são classificados pelas suas propriedades físicas, químicas e biológicas e pelos riscos que podem apresentar para os seres humanos e para o meio ambiente. Neste trabalho, focaremos nos RSU, especialmente nos polímeros, cuja utilização é muito abundante.

Os RSU são considerados materiais gerados nos domicílios, podendo apresentar: restos de alimentos, podas, plásticos, papelão, vidro e metais. Muitos desses resíduos podem ser enviados para compostagem ou reciclagem (Pereira, 2019). O Quadro 01 desenvolvido por Zanta e Ferreira (2003), categoriza diversos tipos e exemplos de resíduos sólidos:

**Quadro 01** - Exemplos básicos de categorias/grupos de resíduos sólidos.

<b>CATEGORIA/GRUPO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
<b>Matéria orgânica putrescível</b>	Restos alimentares, flores, podas de árvores.
<b>Plástico</b>	Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinha, látex, entre outros.
<b>Papel e papelão</b>	Caixas, revistas, jornais, cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas.
<b>Vidro</b>	Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos: de limpeza, de beleza e alimentícios.
<b>Madeira</b>	Caixas, tábuas, palitos de fósforos, palitos de picolé, tampas, móveis, lenha.
<b>Contaminante Químico</b>	Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, latas de óleos de motor, latas com tintas, canetas com cargas.
<b>Contaminante Biológico</b>	Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes, fraldas descartáveis, absorvente higiênico, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pêlos, embalagens de anestésicos, luvas.
<b>Diversos</b>	Velas de cera, restos de sabão e sabonete, giz, carvão, cartões de créditos, embalagens metalizadas, lixas e outros materiais de difícil identificação.

**Fonte:** Adaptado de Zanta e Ferreira. 2003, p.8.

Segundo Zanta e Ferreira (2003), vários desses resíduos podem ser categorizados e compor grupos pelas suas grandes diversidades de materiais. O conhecimento desses grupos e das suas características químicas direciona a seleção de processos de tratamentos para a disposição final, podendo ser o reuso e a reciclagem.

Entre os materiais que representam maior desafio ambiental, destaca-se o grupo dos plásticos mencionados no Quadro 01 e que será ampliado neste trabalho para polímeros. Sua imensidão em termos de quantidade e os graves danos potenciais ao meio ambiente, o tornam um tema de extrema relevância, especialmente em áreas que envolvem a gestão de resíduos sólidos.

Em 1945, o uso de polímeros tornou-se comum nas residências, independentemente da condição social, substituindo materiais como vidro, madeira e ferro. A produção de polímeros ganhou destaque nas décadas de 1950 e 1960, com um crescimento anual de 4 % desde 2000, e foi considerado o material mais utilizado no mundo desde 1976 (Carneiro *et al*, 2021). As propriedades físico-químicas desses materiais permitiram substituir ou criar novas ferramentas para a indústria. Por exemplo, o aprimoramento tecnológico tornou as embalagens mais baratas e leves. Eles passaram a ser fundamentais em todos os segmentos da atividade humana, facilitando o uso cotidiano devido, principalmente, à sua leveza e moldabilidade.

O avanço na ciência e tecnologia dos polímeros foi impulsionado por diversos estudos destinados a atender às demandas do setor de embalagens durante a "democratização das coisas". Por isso, os polímeros são frequentemente considerados o material do século, sendo o mais utilizado e substituindo muitos outros materiais. No entanto, o uso desenfreado desses materiais gerou problemas ambientais ainda não solucionados. Ou seja, a expansão e o uso generalizado dos polímeros resultaram na sua onipresença no meio ambiente, criando um grande dilema sobre a dificuldade de degradação. Estima-se que, até 2030, a poluição causada por polímeros nos oceanos poderá alcançar 300 milhões de toneladas métricas (GEYER *et al*, 2017), considerando as projeções atuais de crescimento populacional PIB *per capita* e da geração de resíduos plásticos, torna-se essencial planejar e implementar estratégias eficazes de gestão de resíduos e sustentabilidade (Ozório *et al*, 2015; Carneiro *et al*, 2021).

Com a alta produção de polímeros no século XIX, grande parte desses produtos é descartada após o primeiro uso, resultando em um enorme volume de lixo que desequilibra diversos ecossistemas (Carneiro *et al*, 2021). Para enfrentar esse desafio, a gestão de resíduos sólidos tornou-se uma ação preventiva essencial para a saúde pública e proteção ambiental. A aplicação sistematizada dessa gestão é relativamente recente,

com a disponibilidade de legislação específica tornando-se mais evidente a partir da década de 80. A regulamentação foi implementada de forma mais efetiva após a criação da Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, e regulamentada pelo Decreto Federal n.º 99.274, de 6 de junho de 1990 (Distrito Federal, 2018). Durante esse processo, foi criado o Serviço de Limpeza Urbana, órgão responsável pela gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, garantindo, por meio de disposições legais, a limpeza pública, a coleta, o transporte e o tratamento dos resíduos gerados pela população (Distrito Federal, 2018).

### 3.2 Uma Breve História dos Polímeros

Ao longo das Eras, a humanidade se dedicou ao desenvolvimento tecnológico de materiais, ferramentas e objetos para garantir a manutenção e sobrevivência. Diversas possibilidades foram exploradas e testadas, servindo para diferentes propósitos de acordo com suas características. Na Antiguidade, por exemplo, resinas e graxas extraídas de animais eram utilizadas para criar utensílios para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames (Canevarolo, 2002).

Em meados do século XVI, os Europeus, ao chegarem nas Américas, depararam-se com um novo material extraído de uma árvore nativa da Região Amazônica, *Hevea brasiliensis*: o látex, que ficou conhecido como borracha natural. Transportada para a Europa, a borracha natural despertou a curiosidade de cientistas devido às suas características físico-químicas como alta elasticidade e flexibilidade desconhecida para a época. No entanto, apesar de suas qualidades impressionantes, a borracha natural apresentava algumas limitações significativas, como a instabilidade térmica e a degradação ao longo do tempo, o que fazia com que surgissem rachaduras, endurecimento ou amolecimento, comprometendo sua durabilidade e desempenho. Em 1839, Charles Goodyear revolucionou a utilização da borracha ao desenvolver o processo de vulcanização, que resultou em um material muito mais resistente e durável. Anos depois, em 1912, Leo Baekeland fez outro avanço significativo ao sintetizar o primeiro polímero sintético. Ele conseguiu isso através da reação entre fenol e formaldeído, criando um produto sólido que foi denominado Baquelite (Canevarolo, 2002).

Esses materiais, conhecidos como polímeros, podem ser classificados de várias formas, dentre elas, segundo a sua origem natural ou sintética. Os polímeros naturais ocorrem naturalmente e são encontrados na natureza, podendo ser utilizados na produção de diversos materiais. Um exemplo clássico é a celulose, um carboidrato

abundante presente em quase todos os vegetais. A celulose possui uma estrutura química composta por unidades repetitivas que formam uma longa cadeia de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, o que a torna uma base essencial para a fabricação de uma variedade de produtos naturais. Já os polímeros sintéticos são criados artificialmente em laboratórios por meio de processos químicos. Esses polímeros, viabilizados a partir do século XX, foram e são desenvolvidos para imitar ou melhorar as propriedades dos polímeros naturais ou para criar materiais completamente novos, com características específicas que atendam a uma ampla gama de necessidades industriais e tecnológicas (Canevarolo, 2002). A genialidade de Baekeland ao criar a Baquelite abriu portas para uma nova era de pesquisas que buscavam substituir materiais naturais, cuja produção era limitada pela disponibilidade sazonal de suas matérias-primas. Esse avanço marcou o surgimento da área da Química dos Materiais, que impulsionou o desenvolvimento de novos polímeros e a criação de várias empresas dedicadas a patentear esses materiais inovadores. Exemplos notáveis incluem o Nylon (poliamida), Kevlar e o Teflon (Politetrafluoretileno), desenvolvido pelo grupo de química da DuPont nos Estados Unidos. Esses polímeros se tornaram essenciais no século XXI, frequentemente substituindo outros materiais mais pesados, oferecendo vantagens significativas devido às suas valiosas características físico-químicas e criando novas possibilidades (Canevarolo, 2002; Almeida, 2012).

### 3.2.1 Polímeros

A palavra 'polímeros' surge do grego *poli* (muitos) e *mero* (unidade de repetição). Sua massa molar média varia da ordem de  $10^4$  a  $10^6$  g.mol<sup>-1</sup>. Elas são grandes moléculas compostas por unidades repetitivas chamadas monômeros, que estão ligadas entre si por ligações covalentes. Essas moléculas são formadas por processos químicos de polimerização, onde os monômeros se combinam para formar cadeias longas e complexas. Os polímeros podem ser classificados de várias formas: segundo o tipo de monômero, o tipo de cadeia, o comportamento mecânico, entre outros. De acordo com o comportamento mecânico, eles podem ser divididos em plásticos, borrachas e fibras (Canevarolo, 2002).

Os plásticos são polímeros que têm baixa elasticidade e não retornam à forma original após a deformação. Exemplos: polietileno (PE) e polipropileno (PP). As borrachas são polímeros com alta elasticidade, uma boa capacidade de estiramento e recuperação. Exemplos: Borracha natural, polibutadieno, poliisopreno. As fibras são polímeros que

geralmente apresentam alta resistência à tração e têm um comprimento significativamente maior em relação à sua espessura, o que é crucial para a formação de tecidos e outros materiais têxteis. Exemplos: Nylon e poliéster.

Como o objetivo deste trabalho é abordar os resíduos sólidos, falaremos especificamente dos plásticos. A palavra 'plástico' origina-se do grego, *plastikós*, e significa flexível e facilmente moldável. Trata-se de um material sintético obtido por meio de fenômenos de polimerização, uma reação química responsável pela formação de polímeros com longas cadeias moleculares e que possam ser acrescentados aditivos em sua composição (Miranda, 2010). Moura *et al* (2023) trazem uma definição mais completa e robusta sobre os plásticos:

[...] um tipo de material formado por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio, azoto, enxofre e cloro. São polímeros sintéticos que resultam da ligação de diferentes cadeias de moléculas (monômeros), para criar uma molécula grande (um polímero). Estas ligações tornam os polímeros fortes e duráveis. [...] Os plásticos são materiais sintetizados a partir de recursos naturais ou de materiais criados sinteticamente, em que as matérias-primas incluem celulose, carvão, gás natural, sal e petróleo bruto. No futuro, prevê-se que o plástico seja **substituído por materiais recicláveis** (Moura *et al*, 2023. p.21).

Uma das características que possibilitam que os plásticos sejam reciclados é seu comportamento térmico. Nesse contexto, eles podem ser classificados como termoplásticos e termofixos. Os autores Canevarolo (2002) definem:


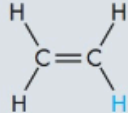

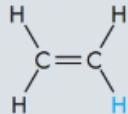

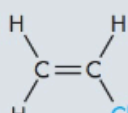

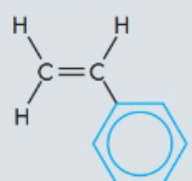

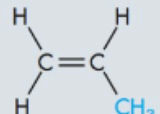

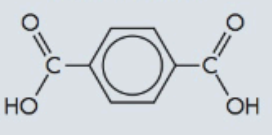
**Termoplásticos:** plásticos com a capacidade de amolecer e fluir quando sujeitos a um aumento de temperatura e pressão. Quando estes são retirados, o polímero solidifica-se em um produto com formas definidas. Novas aplicações de temperatura e pressão produzem o mesmo efeito de amolecimento e fluxo. Esta alteração é uma transformação física, reversível. Quando o polímero é semi-cristalino, o amolecimento se dá com a fusão da fase cristalina. São fusíveis, solúveis, recicláveis (Canevarolo, p. 24, 2002).

**Termofixo (ou termorrígido ou termoendurecido):** plástico que amolece uma vez com o aquecimento, sofre o processo de cura no qual se tem uma transformação química irreversível, com a formação de ligações cruzadas, tornando-se rígido. Posteriores aquecimentos não mais alteram seu estado físico, ou seja, não amolecem mais, tornando-se infusível e insolúvel (Canevarolo, p. 24, 2002).

No capítulo 9 do livro "*Química para um Futuro Sustentável*" (2016), Middlecamp *et al* (p. 381) aborda os "Seis Grandes" polímeros sintéticos mais utilizados no mundo. Em 2016, existiam mais de 60 mil polímeros sintéticos, dos quais seis tipos representavam 75 % dos polímeros consumidos na Europa e nos Estados Unidos — uma tendência que também pode ser observada no Brasil. A autora destaca as propriedades poliméricas desses materiais e como suas definições ajudam a compreender e classificar melhor os diferentes tipos de plásticos, possibilitando a identificação daqueles que são mais

adequados para diferentes fins. A Figura 01 aborda os “Seis Grandes” polímeros sintéticos mais utilizados no mundo, todos considerados termoplásticos.

**Figura 01** - Os “Seis Grandes”.

Polímero	Monômero(s)	Propriedades do polímero	Uso do polímero
Polietileno (LDPE)  LDPE	Etileno 	Translúcido quando sem pigmentos. Mole, flexível e moderadamente resistente. Não reage com ácidos e bases. Amolece em alguns óleos e solventes.	Sacos, filmes, folhas, plástico bolha, brinquedos, isolamento elétrico.
Polietileno (HDPE)  HDPE	Etileno 	Semelhante ao LDPE, porém mais rígido, usualmente opaco e mais resistente, ligeiramente mais denso.	Vasilhas, como os usados para leite, sucos, detergentes e xampus. Item de baixo custo como baldes, engradados e cercas.
Cloreto de polivinila  PVC ou V	Cloreto de vinila 	Variável. Rígido se não for amaciado com um plastificante. Claro e brilhante, mas pigmentado com frequência. Resiste à maior parte dos compostos químicos, incluindo óleos, ácidos e bases.	Rígido: canos e tapumes domésticos, cartões de crédito, chaves de hotéis. Amolecido: mangueiras de jardim, botas à prova de água, cortinas de chuva, tubos intravenosos.
Poliestireno  PS	Estireno 	Variável. Forma “cristal”: transparente, brilhante, um pouco quebradiça. Forma “expansível”: espuma leve. Ambas as formas são rígidas e dissolvem-se em muitos solventes orgânicos.	Forma “cristal”: invólucros para alimentos, estojos de CD, copos transparentes. Forma “expansível”: copos de espuma, caixas isoladas, embalagens de alimentos, embalagens para ovos, embalagens para pequenos itens em geral.
Polipropileno  PP	Propileno 	Opaco, forte, resistente ao tempo. Ponto de ebulição mais alto. Resistente a óleos, ácidos e bases.	Rolhas de garrafas, recipientes para iogurte, cremes e margarinas. Tapetes, mobiliário simples, malas de viagem.
Tereftalato de polietileno  PETE ou PET	Etileno-glicol $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$ Ácido tereftálico 	Transparente, forte, resistente à quebra. Insensível a ácidos e a gases atmosféricos. O mais caro dos seis.	Garrafas de refrigerantes, recipientes de alimentos, copos, tecidos lanosos, fios para carpetes, isolamentos sintéticos.

Fonte: Middlecamp *et al*, p. 381, 2016.

O uso crescente desses materiais e outros tipos de polímeros que estão fora da lista dos mais utilizados, mas que ainda assim representam uma grande quantidade, levou, conseqüentemente, a um maior descarte dos mesmos. Contudo, como pode ser observado no Quadro 02, os tempos de degradação dos polímeros é alto, o que resultou em uma crise ambiental. Almeida (2012) reflete sobre essa problemática, destacando a

importância da reciclagem, especialmente ao considerar o tempo de degradação desses materiais.

**Quadro 02** - Tempos de degradação de alguns polímeros.

Polímero	Tempo de Degradação
PET	400 a milhares de anos
PE	100 a 400 anos
PP	> 1000 anos
PS	> 400 anos

Fonte: Adaptado de Almeida, p. 24, 2012.

Ao analisar o Quadro 02 e compreender que os polímeros, ao se transformarem em resíduos, possuem um elevado tempo de degradação, torna-se essencial pensar em maneiras de reutilizar esses resíduos e embalagens (Almeida, 2012).

A reciclagem de polímeros tornou-se um grande aliado na busca por alternativas sustentáveis para minimizar o impacto ambiental negativo causado pelos resíduos gerados após sua utilização. Entendida como uma ferramenta eficaz para a redução de resíduos sólidos, a reciclagem oferece novas possibilidades de transformação e reutilização desses materiais, proporcionando uma nova perspectiva sobre as matérias-primas e os produtos fabricados (Almeida, 2012). De acordo com o mencionado anteriormente, somente os termoplásticos podem ser reciclados, uma vez que podem ser moldados e fluem quando aquecidos, diferentemente dos termofixos. Para facilitar o cotidiano e incrementar a produção de reciclados, foi adotada, em 1988, pela Sociedade da Indústria de Plásticos, uma terminologia internacional que identifica numericamente os “Seis Grandes” para facilitar a sua separação para posterior reciclagem. A Figura 02 mostra a terminologia usada (Moura *et al*, 2023; Zanta e Ferreira, 2003; Almeida, 2012).

**Figura 02** - Classificação dos tipos de plásticos quanto à composição química.



Fonte: Moura *et al*, 2023. p. 22

É comum encontrar códigos em diferentes embalagens, o que facilita tanto a reciclagem quanto às estratégias de reutilização adotadas por diversas cooperativas. Conhecer as siglas e a composição química dos materiais é fundamental para o uso correto e o descarte responsável no dia a dia. Essas informações permitem tomar decisões conscientes sobre como manipular, utilizar e descartar cada material, minimizando os impactos negativos no meio ambiente.

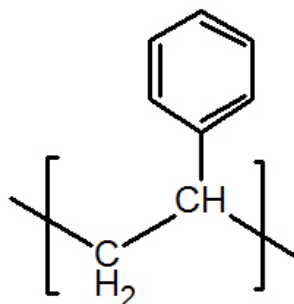
Este trabalho irá focar na reutilização do poliestireno expandido (EPS) por meio da reciclagem desse termoplástico. Um dos grandes desafios relacionados ao EPS é que, quando aditivos de expansão são adicionados, ele muitas vezes deixa de ser considerado um plástico por algumas pessoas no cotidiano, resultando na falsa crença de que não pode ser reciclado.

### **3.2.2 Poliestireno Expandido (EPS)**

O Poliestireno Expandido, conhecido no Brasil como isopor<sup>®</sup>, marca registrada da Knauf Isopor Ltda, foi criado em 1949 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, quando trabalhavam nos laboratórios da BASF, na Alemanha (BASF, 2016; Oliveira, 2013). No começo, a adoção do material foi lenta devido ao alto custo das matérias-primas, fazendo com que as pérolas pré-expandidas fossem vistas como um item de luxo. Mesmo assim, o material continuou a se desenvolver e, em 1968, um marco importante foi alcançado, quando se previu que o concreto leve, que incorpora EPS, poderia ganhar destaque na construção civil ao longo do tempo (Oliveira, 2013).

A Associação Brasileira do Poliestireno Expandido - ABRAPEX define o EPS como um homopolímero que resulta do processo de polimerização do estireno, conhecido quimicamente como estireno. Ele é composto por pequenas esferas de poliestireno (PS), figura 03, que, ao serem expandidas com a adição do agente expensor pentano ( $C_5H_{12}$ ), resultam em um material leve e resistente. A expansão das pérolas de PS, provocada pelo agente expensor, é responsável pelo termo "expandido", pois essas pérolas aumentam significativamente de tamanho. O EPS, é composto por apenas 2 % de plástico, com os 98 % restantes sendo essencialmente ar, o que lhe confere suas características únicas (Abrapex, 2021; Jacques, 2010).

Figura 03. Molécula de Poliestireno.



PS (poliestireno)

Fonte: CRQ-SP (2011)

O EPS é uma das formas que o poliestireno é comercialmente vendido. O processo de fabricação do EPS consiste na transformação física do PS, não interferindo nas propriedades químicas desse material e segue as seguintes etapas: pré-expansão, silo, moldagem e finalização, conforme documento publicado pela ABRAPEX (2021).

1. **Pré-expansão** – na pré-expansão, as pequenas esferas de PS começam a crescer, ganhando volume e perdendo densidade (o gás pentano começa a sair e as partículas de PS começam a crescer);
2. **Silo** – etapa de descanso do material por cerca de 6 horas para crescer ainda mais de volume. Com isso, o material é preparado para a etapa seguinte;
3. **Moldagem** – essa parte consiste na injeção do EPS em moldes por vácuo ou ar comprimido.
4. **Finalização** – o material é levado à forma final desejada. Muitos dos EPS produzidos são cortados através de uma linha quente. O material restante ou em excesso é reaproveitado em uma próxima corrida de produção, ou seja, é reutilizado, não gerando descarte de poliestireno (ABRAPEX, 2021, online).

Desde sua criação, há cerca de 70 anos, o EPS tem sido amplamente utilizado em diversas áreas da indústria. Um exemplo disso é sua aplicação na fabricação de embalagens e na construção civil. No início, a produção do isopor foi lenta devido ao alto custo das matérias-primas, mas com o tempo, as percepções de que o EPS pode ser reutilizado e dos baixos níveis de resíduos gerados durante sua fabricação levou a um aumento na sua produção e aplicação (Chagas *et al*, 2011; Oliveira, 2013). Nos últimos anos, o isopor consolidou sua posição em vários setores, incluindo a construção civil, graças às suas propriedades físico-químicas, como extrema leveza, estabilizantes, plastificantes, corantes, pigmentos, isolamento acústico e térmico, absorção de choques, entre outras propriedades (Oliveira, 2013). Esses tópicos são características ligadas diretamente à tecnologia do material e que são aplicados em diversos resíduos na indústria.

A Plastivida (2015), uma organização não governamental, atua na disseminação de informações e educação sobre resíduos, incluindo o EPS. Em sua nota de posicionamento sobre o banimento de produtos feitos com EPS em Nova York, ocorrido em 2015, a organização defendeu que o EPS é um material com excelente custo-benefício, que proporciona bem-estar à população por diferentes usos e suas facilidades em comparação a outros resíduos. Além disso, destacaram o papel do EPS na economia circular, ressaltando suas vantagens ambientais. A Plastivida considerou o bloqueio ao EPS um retrocesso na gestão de resíduos, enfatizando a importância desse material na vida cotidiana. Eles também citaram alguns benefícios e aplicações do poliestireno expandido.

- Promove economia de energia e de água quando aplicado em construções;
- Oferece redução nas emissões de gases, por ser leve ao transporte;
- Está presente na medicina, preservando a integridade de medicamentos e insumos e garantindo a saúde das pessoas;
- Preserva a qualidade dos alimentos no caso das embalagens, entre tantas outras utilidades.
- Acondiciona e protege bens duráveis como eletrodomésticos, computadores, entre outros (Plastivida. p. 02, 2015).

O EPS é muito versátil e é considerado um dos plásticos menos poluentes por conta da quantidade de resíduos utilizados em sua produção, sendo um resíduo 100 % reciclável, atóxico, podendo voltar ser a matéria-prima (Plastivida, 2015; Oliveira, 2013; Souza *et al*, 2019). Porém, como qualquer outro tipo de resíduo, o poliestireno expandido tem tempo de decomposição indeterminado, fabricantes indicam que o material não é biodegradável, sendo assim, necessário criar maneiras de reutilizá-los para que não agridam tanto o meio ambiente. No Brasil, o índice máximo de reciclagem de EPS até o momento é de somente 34,5 %, e é algo preocupante pois muitos indivíduos não compreendem que o EPS é um material reciclável (Mundo Isopor, 2016).

Um dos grandes problemas relacionados ao EPS é o fato de suas pequenas pérolas de poliestireno expandido se "esfarelarem" sob estresse mecânico, causado pelo atrito entre as partículas. Esses fragmentos de plástico que se soltam podem contaminar o meio ambiente, sendo facilmente confundidos como alimento por diversos animais (Olivatto *et al*, 2018). Isso aumenta o risco de o EPS se tornar um potencial gerador de microplásticos, que são extremamente prejudiciais à fauna e aos ecossistemas, agravando a poluição ambiental.

O termo microplásticos surgiu pela primeira vez na década de 1970, no contexto marinho, mas foi formalmente definido apenas em 2004 por Thompson *et al*, onde

caracterizaram microplásticos como partículas com dimensões menores que 5 milímetros (Olivatto *et al*, 2018).

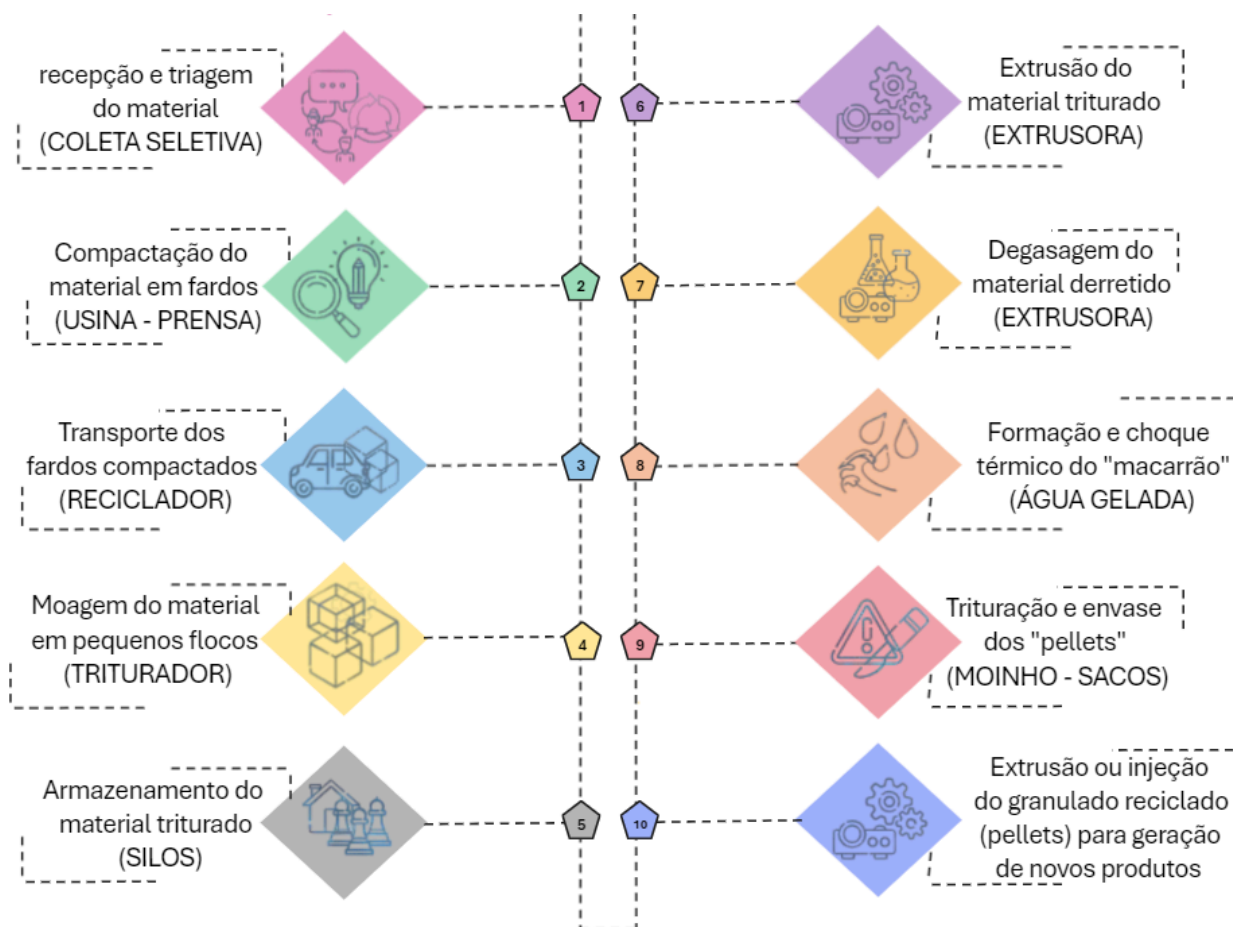
No trabalho de Olivatto *et al* (2018), os autores realizaram uma revisão de literatura sobre os riscos dos microplásticos e sua presença em diferentes regiões do Brasil. Em sua pesquisa, foram analisados artigos que investigaram praias, baías e estuários, observando diversos tipos de resíduos que se transformaram em microplásticos e como esses resíduos afetam o ambiente. Como o foco da pesquisa foi o EPS, o estudo se direcionou para entender a presença do isopor nas áreas analisadas e os impactos desse material dentro do contexto da poluição por microplásticos (Olivatto *et al*, 2018).

No artigo, é relatada a coleta de amostras em 17 praias durante as estações de verão e inverno, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. Para separar os microplásticos, os pesquisadores utilizaram uma solução salina para fazer a separação por densidade. Os resultados mostraram que todas as praias analisadas apresentaram contaminação por microplásticos, sendo as categorias predominantes as fibras, fragmentos, pellets e isopor. Isso reforça a presença difundida de microplásticos e os potenciais danos ambientais associados a esses resíduos (Olivatto *et al*, 2018).

O uso exponencial do isopor é associado, cada vez mais, aos hábitos de consumo, estando presente nas bandejas de padarias, marmitas descartáveis em restaurantes, proteção de peças e embalagens que chegam com os produtos em nossas residências (Oliveira, 2013). Ao contrário da crença espalhada no país, esse material é totalmente reciclável, mas por não ser considerado “plástico” pela maioria dos brasileiros, o descarte errado acaba levando à sua deposição nos solos, rios e lagos e, conseqüentemente, gerando intoxicação em animais que confundem suas partículas com alimento. (Abrapex, 2021).

A reciclagem do isopor consiste na transformação do material, passando pelo mesmo processo da sua formação. A Figura 04 apresenta uma das formas de reciclagem desse material em grandes escalas.

**Figura 04** - Fluxograma de reciclagem mecânica do Isopor na Indústria



**Fonte:** Michaltchuk, 2007 apud Oliveira, 2013. p.23 (com alterações realizadas pelo autor).

Conforme Oliveira, 2013, as etapas da Figura 03 são descritas como:

**1ª, 2ª e 3ª Etapas:** O isopor é recolhido e separado pela coleta seletiva, após há uma “quebra” do isopor em pedaços menores (forma correta para melhoria da reciclagem e “ocupação” do espaço).

**4ª, 5ª e 6ª Etapas:** O material é aglutinado, através de exposição ao calor e ao atrito.

**7ª Etapa:** Já bastante adensado, o material é colocado na extrusora, onde é submetido a novo aquecimento, em temperaturas controladas, até seu “derretimento” (e não a queima).

**8ª Etapa:** Nesse estado, o isopor é homogeneizado e transformado em filetes, na forma de “espaguete”.

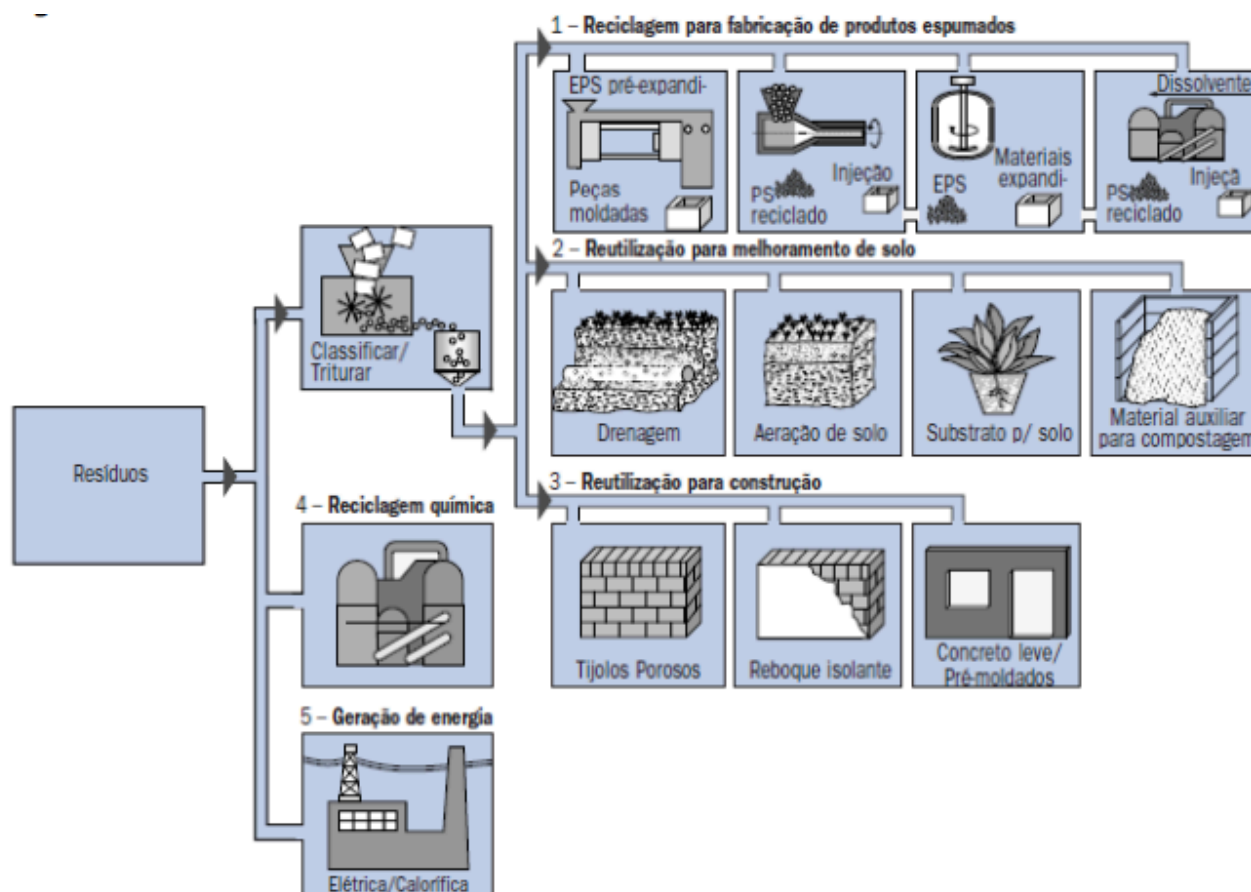
**9ª e 10ª Etapas:** Depois de resfriados e secos, os filetes passam por uma máquina de picotes que transforma o poliestireno em grânulos.

Após a dez etapas do processo de reutilização, conforme informado acima, o material está pronto para ser reutilizado novamente em diversas formas e formato (Oliveira, 2013, p. 39).

A reciclagem é um passo muito importante para essa temática, no caso do isopor, autores como Grote e Silveira (2001), informam que os rejeitos de EPS podem ser processados para serem novamente moldados, injetados e reutilizados em diversas áreas. A construção civil e os substratos acrescentados no solo são maneiras que

podemos trabalhar com esses resíduos reutilizáveis. Por isso, precisamos entender que a reciclagem é um processo que precisa ser integrado ao cotidiano, é uma forma essencial de preservar o meio ambiente. Ela permite o reuso de materiais, reduzindo a necessidade de produção de novos resíduos, que muitas vezes demoram muito para se decompor. Além de minimizar o impacto ambiental, a reciclagem contribui para a economia circular, promovendo a sustentabilidade ao dar uma nova vida aos materiais que, de outra forma, seriam descartados de maneira inadequada (Chagas *et al*, 2011). Na figura 05, se analisarmos o tópico 02 e 03 da figura, temos exemplos de formas rentáveis sobre o ciclo de vida do isopor, sendo utilizados nos ambientes e casas. E mais uma vez podemos destacar a versatilidade do isopor®, que a depender do processo físico-químico apresenta novas performances na sociedade.

**Figura 05.** Esquema do ciclo de vida do EPS (Isopor), considerando sua reciclagem



**Fonte:** Grote e Silveira, 2001. p. 14

Reciclado e retornando à forma de matéria-prima, o isopor pode ser moldado em blocos, injetado para a produção de embalagens ou utilizado como complemento em moldes de peças injetadas ou fundidas na indústria. O EPS reaproveitado pode gerar

meios que facilitam essa reutilização. Ele pode ser empregado na construção civil, como no caso do concreto leve. Quando reaproveitado para a aeração do solo, ele é incorporado à argila, facilitando a penetração da água e promovendo a condução de adubo às raízes. Na jardinagem, combinado com brita, o isopor atua como substrato para plantas e por fim, em gramados e campos de futebol, ele melhora a drenagem das águas pluviais (Oliveira, 2013; Abrapex, 2021).

### 3.3 Os Cinco R's

Desde a criação dos plásticos e a compreensão do uso excessivo desses materiais pela indústria, tornou-se evidente que eles permanecerão presentes por muitos séculos no meio ambiente. Diante disso, surgiram ideias de reutilização desses materiais. Os plásticos descartados nas residências precisam ter uma destinação adequada e enviá-los para aterros sanitários não é a melhor solução, embora essa prática tenha sido comum por muito tempo. Com o objetivo de minimizar os danos causados pela poluição, alguns intelectuais propuseram alternativas para contribuir com o bem-estar das pessoas e da sociedade. Assim, foi criada a política dos 3 R's — reduzir, reutilizar e reciclar. Em 2008, com o intuito de melhorar essa prática, foram acrescentados dois novos “R's” — repensar e recusar — formando a política dos 5 R's, uma abordagem mais abrangente e sustentável (Middlecamp *et al*, 2016; Silva *et al*, 2017).

A transição da política dos 3 R's para os 5 R's visa promover uma consciência ambiental mais ampla, incentivando mudanças de comportamento que garantam a qualidade de vida, a preservação e a conscientização ambiental. Essa abordagem inclui o ser humano como parte integrante do meio ambiente, enfatizando a necessidade de uma relação mais sustentável e responsável com a natureza (Silva *et al*, 2017). Nesse contexto, a política dos R's ganha mais força por ser um instrumento potencialmente eficaz para minimizar os problemas causados pelo lixo.

O Ministério do Meio Ambiente, em 2013, pelos canais de comunicação, informou que essa política faz parte de um processo educativo com um objetivo na mudança de hábitos no cotidiano do cidadão (Brasil, 2013). No livro "Química para um Futuro Sustentável", é abordado que os 5 R's são práticas mais eficazes em comparação ao antigo método de descarte inadequado de resíduos. O livro classifica uma ordem de conveniência para se trabalhar quatro desses “R's”:

**Reduza** a quantidade de materiais usados na produção;  
**Reutilize e reaproveite** materiais, como por exemplo sacos plásticos.  
**Recicle** materiais, como garrafas, latas de alumínio, entre outros.

**Recupere** os materiais ou o conteúdo de energia de materiais que não podem ser reciclados (Middlecamp *et al*, 2016, p. 392).

Enquanto que, no trabalho desenvolvido por Silva *et al* (2017), os autores apresentam uma definição de cada R de forma mais sucinta, deixando claro para o leitor como cada um pode ser aplicado:

**Reduzir:** tem como objetivo diminuir o consumo de bens e serviços, sempre utilizando o necessário e tentar evitar ao máximo o desperdício. Precisa ser baseado na diminuição da criação de lixo.

**Reutilizar ou reaproveitar:** tem como maior ponto positivo o prolongamento da vida útil dos produtos, reciclando os produtos e eles voltando ao mercado e comercialização, para o uso do consumidor.

**Reciclar:** esse planejamento começa no destino dado ao lixo domiciliar e em âmbito geral. Separação correta de lixo orgânico e inorgânico.

**Repensar:** refletir sobre os processos socioambientais de produção, desde a matéria prima, passando pelas condições de trabalho, distribuição, até o descarte. Repensar a real necessidade de consumo aos nossos hábitos. Significa exercer controle social sobre a cadeia e produção de consumo.

**Recusar:** evitando consumo exagerado e desnecessário, adquirindo apenas produtos essenciais. Recusar produtos que causem danos ao meio ambiente e/ou para nossa saúde (Silva *et al*, 2017, p. 4).

Em relação à reciclagem, é importante mencionar que, segundo pesquisas recentes da ONG norte-americana *Center for Climate Integrity*, apenas 9 % do plástico produzido globalmente é reciclado. No Brasil, a porcentagem é ainda mais preocupante: apenas 1,3 % do plástico passa pelo processo de reciclagem e reutilização (Jornal da USP, 2024). Reciclar e reutilizar esses materiais pode reduzir significativamente a quantidade de resíduos no meio ambiente e mudar estatísticas tão alarmantes como essa. Além disso, essa abordagem pode nos permitir enxergar os resíduos de uma nova perspectiva, transformando-os em objetos úteis e rentáveis, que podem contribuir para o sustento de muitas famílias e economia sustentável de muitas empresas.

### 3.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Educação Ambiental (EA) é um processo pedagógico que visa sensibilizar indivíduos e grupos para a relevância do meio ambiente e a urgência de sua conservação para as futuras gerações. Esse processo se propõe a promover uma compreensão ampla das relações entre seres humanos e o meio ambiente, incentivando práticas sustentáveis e atitudes responsáveis em relação aos recursos naturais e à biodiversidade.

É fundamental reconhecer que a EA pode ser aplicada em diversos contextos, como escolas, ONGs, empresas e comunidades, e pode assumir tanto uma forma formal quanto informal, sendo adaptável a diferentes idades e realidades sociais. Ao longo dos anos, a EA tem enfrentado uma série de desafios, desde questões culturais até barreiras

sociais e econômicas, e abrange uma diversidade de correntes filosóficas e teóricas. Apesar desses obstáculos, a EA conseguiu firmar-se no meio acadêmico nas últimas décadas (Ávila, 2017; Brasil, 1999).

De acordo com Ávila (2017), a EA incorpora uma variedade de propostas educativas, que podem originar-se de diferentes concepções teóricas e ideológicas. No contexto brasileiro, essa perspectiva tende a ser construída com uma ênfase ambientalista, influenciando tanto a visão de mundo quanto a organização social.

A lei 9.795 - Política Nacional de Educação Ambiental, aprovada em 27 de Abril de 1999 é o norteador para a Educação Ambiental no país. No Art. 1, expressa que:

Entende-se com EA os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 01).

A Lei também estabelece, no Artigo 2º, que a Educação Ambiental deve ser um componente essencial e permanente da educação nacional. Esse direcionamento visa assegurar que, futuramente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) incorporem a EA como uma modalidade fundamental do processo educativo, garantindo sua presença em todas as disciplinas do ensino básico.

Nos PCN e na BNCC, a abordagem do meio ambiente não se restringe a tratar o tema de forma isolada, mas procura integrá-lo às diversas disciplinas, promovendo uma perspectiva transversal. Essa integração pode permitir que os estudantes estabeleçam conexões entre o aprendizado acadêmico e sua vida cotidiana, facilitando tanto a apropriação do conteúdo quanto a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos (Brasil, 1997).

O estudo do meio ambiente é fundamental para entender as interações entre o ser humano e a sociedade, tornando essencial que os alunos conheçam o ambiente onde vivem e desenvolvam os conhecimentos e valores necessários para contribuir positivamente com sua preservação. A discussão sobre questões ambientais é transversal, abrangendo aspectos econômicos, políticos, sociais e históricos, conforme destacado nos PCN (Brasil, 1997).

A BNCC (2017), também caracteriza essa discussão, ao informar sobre as Competências e Habilidades a serem trabalhadas com estudantes em Ciências da Natureza e suas Tecnologia, a mesma diz na habilidade 06, que:

Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a

relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais (Brasil, p. 541, 2017).

Essa habilidade pode abranger e haver uma compreensão maior no campo da Química. Segundo os PCN, a interpretação do mundo através da Química é dinâmica e essencial, exigindo que os estudantes compreendam o conhecimento como um conjunto de ideias em constante evolução. Com essa perspectiva, os docentes de Ciências da Natureza e Química têm a responsabilidade de desenvolver, junto aos estudantes, o conhecimento técnico e científico necessário para que possam fazer contribuições significativas, atribuindo sentido ao que aprendem na escola e observam no cotidiano. Isso contribui para a formação de indivíduos mais participativos em um mundo em constante transformação (Brasil, 2000; Ozório *et al*, 2015; Carneiro *et al*, 2021).

Embora a escola tenha o potencial de cumprir o que é prescrito na legislação e nos currículos, proporcionando competências e habilidades que envolvem o ensino, ainda existem muitos obstáculos a serem superados, especialmente no que se refere ao ensino que promove a consciência ambiental.

Nesse contexto, o estudo de resíduos sólidos nas escolas pode ser um caminho eficaz para o desenvolvimento de uma consciência ambiental crítica e responsável entre os alunos. Em um mundo onde a produção e o descarte de lixo têm impactos significativos no meio ambiente, é essencial compreender como gerenciar e reduzir esses resíduos. Essa temática envolve conceitos de sustentabilidade, reciclagem e impacto ecológico, capacitando os estudantes com conhecimentos técnicos e práticos, além de engajá-los na busca por soluções inovadoras para os desafios ambientais contemporâneos. Diante de questões globais urgentes, como a mudança climática, a degradação dos ecossistemas e a poluição, a educação ambiental se torna uma ferramenta fundamental para fomentar uma cultura de sustentabilidade e responsabilidade ecológica, preparando cidadãos aptos a combater os malefícios da irresponsabilidade ambiental. Ao integrar o estudo de resíduos sólidos ao currículo escolar, promove-se uma educação que ultrapassa a teoria, incentivando a aplicação prática dos conhecimentos e cultivando uma atitude proativa na preservação do planeta. Isso não só prepara as novas gerações para os desafios ambientais, mas também contribui para uma sociedade mais consciente e comprometida com o futuro sustentável.

### **3.4.1 Educação Ambiental nas Escolas**

A Educação Ambiental é um campo transversal que visa promover a conscientização e a compreensão sobre os desafios ambientais, incentivando atitudes e comportamentos sustentáveis. Integrada ao currículo escolar, essa educação não apenas enriquece o conhecimento dos alunos sobre temas ambientais, mas também os capacita a atuar como agentes de mudança em suas comunidades, promovendo práticas ativas e políticas que visam um futuro mais sustentável. A autora Ávila (p. 42, 2017) aponta em seus estudos ao falar sobre a EA, que os professores precisam aprofundar questões e direcionar os estudantes no espaço de sala de aula. É necessário problematizar em decorrência dos conhecimentos de cada indivíduo no enfrentamento da problemática ambiental.

Para exemplificar tal prática educativa, destaca-se o trabalho de educação ambiental promovido pelas autoras Lima *et al* (2017), que desenvolveram oficinas temáticas com estudantes da Educação de Jovens e Adultos Interventivo e da Educação Inclusiva. No trabalho que as autoras desenvolveram, foi discutido a temática dos resíduos sólidos, da reutilização e da reciclagem de materiais que poderiam ser aplicados na construção de um porta-objetos reutilizando garrafas PET. Foram desenvolvidas quatro oficinas temáticas que envolveram as problemáticas da EA, com aulas expositivas destinadas à apresentação do tema e diferenciação dos conceitos, além da construção dos portas-objetos como atividade exploratória, mostrando assim que a reciclagem produz materiais utilizáveis no cotidiano.

Outra proposta interessante foi o trabalho feito pela docente Ávila (2017) e que também atende tanto os PCN como a BNCC. Trata-se de uma sequência didática na qual a docente estruturou as aulas em questões, dividindo o tema em unidades. A aula iniciou-se com a verificação dos conhecimentos intrínsecos trazidos pelos alunos, fazendo com que eles visualizassem o seu cotidiano e percebessem a pertinência do tema como ensina Paulo Freire ao tratar a temática ambiental. Na segunda aula, a docente repassou informações teóricas sobre a EA. Nas aulas seguintes, houve saídas de campos para experimentação e entendimento sobre a temática de 'impactos ambientais'. A aula-passeio fez com que os alunos olhassem ao redor do seu próprio território, utilizando locais próximos ao bairro para entender as diferenciações e perceber parte daquele lugar. Ao final do trabalho, houve a criação de ecoálbums - nome que a mesma deu para formalizar o material desenvolvido pelos discentes. Em algumas das aulas, a professora trabalhou com exploração visual como documentários e vídeos, utilizando a interdisciplinaridade da Química, Sociologia e a Artes com atividades que envolviam a fotografia aliada com a educação ambiental (Ávila, p. 79, 2017).

## 4 METODOLOGIA

No cotidiano, frequentemente deixamos de reconhecer a importância de entender e debater questões relacionadas à sustentabilidade, como o descarte e o reaproveitamento dos materiais que usamos constantemente. Além disso, raramente paramos para refletir de forma crítica sobre as informações relacionadas ao descarte e à produção que recebemos através dos meios tecnológicos. Alguns exemplos são os impactos dos resíduos, que, devido aos seus diversos usos, têm agravado os problemas relacionados às mudanças climáticas, a poluição de microplásticos nas águas, o aumento de aterro sanitários por não reciclar os resíduos, entre outras situações recorrentes sobre a temática. Esse contexto demanda uma atenção especial dos estudos na área de Ensino de Química, especialmente na área da Educação Ambiental, conforme previsto pela BNCC. Como destacado no tópico 3.4 do referencial teórico, a BNCC define competências que devem ser desenvolvidas em sala de aula para formar cidadãos mais conscientes. Entre essas competências, destaca-se a capacidade dos estudantes de analisar fenômenos naturais, compreendendo as necessidades do meio ambiente e promovendo ações que minimizem os impactos socioambientais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 2017). Dentro desse contexto, este trabalho buscou desenvolver uma proposta didática com a temática da reciclagem de resíduos para os estudantes do 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Química (EMI-CTQUI) do Instituto Federal de Brasília (IFB), *Campus Gama*. (Gama, 2020)

Primeiramente, estudou-se o Projeto Pedagógico/Plano de Curso do EMI-CTQUI para entender as demandas específicas que os discentes apresentam durante o ano letivo. Observou-se que, na disciplina de Química Orgânica III os estudantes têm como habilidades e bases tecnológicas, as noções básicas da Química Orgânica, conceituações e o entendimento das propriedades físicas e químicas de modo que possa aplicar em sua rotina profissional. No Laboratório de Química III amplia cada vez mais suas concepções sobre os compostos e as discussões sobre os resíduos. Acredita-se que a sequência didática proposta se adeque ao conteúdo da disciplina e possa acrescentar informações importantes para os estudantes. Para isso, foi necessário escolher um resíduo sólido, envolvendo os plásticos (Quadro 01), considerando a ampla variedade disponível no cotidiano e que possua propriedades físico-químicas interessantes e manipuláveis. Analisando as problemáticas relacionadas aos resíduos, os plásticos e a área dos polímeros, optou-se por trabalhar com o EPS, pois ele é um material 100 % reciclável e

pouco associado aos plásticos, de modo que não recebem a devida atenção para o descarte adequado, possibilitando o sua reciclagem.

Ao entender as problemáticas do isopor® e visualizar maneiras significativas de abordar esses assuntos com os estudantes do 3º ano, desenvolveu-se uma proposta didática sobre os Resíduos Sólidos vinculada à experimentação. Foram analisados alguns trabalhos acadêmicos que abordam maneiras de ensinar o tópico “polímeros” no ensino médio. Almeida (2012) desenvolveu uma pesquisa em seu Mestrado em Ciências sobre a Reciclagem de Polímeros no contexto escolar. Durante o estudo, a autora trabalhou com os estudantes do 12º ano da Escola Secundária da Ponte de Lima em Portugal. Foram realizados experimentos que envolveram o entendimento físico-químico dos materiais trabalhados, além de dinâmicas com reciclagem de rejeitos ao utilizar resíduos dos ecopontos amarelos descartados pelos demais estudantes daquele ambiente escolar. Ao final das experimentações sobre as propriedades dos polímeros, foi feita uma aula expositiva referente ao conteúdo e organizou-se uma palestra sobre polímeros e reciclagem para finalizar os trabalhos nessa temática.

O estudo de Almeida (2012) foi de suma importância para o desenvolvimento dessa proposta didática, pois a maneira que a mesma organizou as aulas e trabalhou com a experimentação com os discentes, trouxe uma compreensão do que poderia ser feito com os estudantes do EMI-CTQUI no IFB, em termos de Ensino de Química.

Outro ponto importante para ser analisado nessa aula proposta, foi sistematizar maneiras de ensinar de forma significativa o conteúdo de polímeros utilizando a prática laboratorial. Cristino *et al* (2019) afirmam que as dificuldades de aprendizagem em Química são um problema persistente que tem início já nos primeiros contatos com o ensino de Ciências no ensino fundamental, prolongando-se até o ensino médio que contribui para o analfabetismo científico entre os estudantes. Em sua pesquisa, as autoras relatam que os alunos frequentemente expressam a percepção de que "A Química é abstrata!", o que reflete uma aprendizagem pouco significativa. Isso ocorre, em grande parte, porque o ensino se limita a aulas expositivas, sem a devida conexão com a prática e a experimentação (Cristino *et al*, 2019).

Ao elaborar uma proposta didática para o Ensino Médio, e entender as necessidades de ensinar significativamente com os discentes sendo ativo em seus estudos, é fundamental considerar a complexidade da sala de aula e as múltiplas interações que influenciam o aprendizado dos estudantes. Zabala (1998) propõe uma abordagem que nos convida a enxergar o aluno como centro do processo educativo, promovendo uma prática pedagógica que valoriza suas particularidades e o contexto em

que estão inseridos, o que vai ao encontro da proposta deste trabalho. Portanto, a obra desse autor foi um dos pilares na formulação da sequência didática apresentada.

Zabala (1998) destacou a importância de uma organização metodológica cuidadosa antes da implementação prática em sala de aula. Segundo ele, para os docentes justificarem a prática educativa, é necessário que se façam as seguintes perguntas: "Para que educar?" e "Para que ensinar?". A partir dessas questões, é possível desenvolver materiais que identifiquem os objetivos de aprendizagem. O autor também afirma que a elaboração de uma sequência didática eficaz exige uma análise aprofundada do conteúdo a ser ensinado, permitindo a seleção e organização de atividades que conduzam os estudantes à realização dos objetivos propostos que possam ser alterados quando necessário (Zabala, 1998, p. 21).

Para tornar o ensino mais significativo e promover a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, uma das aulas da Sequência Didática incluirá uma experimentação laboratorial, na qual os estudantes produzirão chaveiros reciclados a partir de EPS. Cristino *et al.* (2019), ao desenvolverem um trabalho com uma turma do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública de Fortaleza/CE, propuseram um modelo de ensino que integra teoria e prática. Essa abordagem busca tornar as aulas mais agradáveis, demonstrar a presença da Química no cotidiano e melhorar o desempenho dos estudantes em relação aos assuntos abordados. Essas aulas quando vinculadas dessa maneira ajudam os estudantes a criarem curiosidade e interesse sobre diversos assuntos, promovendo investigações científicas que possam resolver novos problemas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática proposta abordará a temática dos Resíduos Sólidos, com ênfase na reciclagem do EPS. Nesta abordagem, os estudantes do 3º ano participarão de atividades exploratórias e experimentais, visando compreender as problemáticas associadas aos resíduos, a sustentabilidade e o descarte adequado. Essas atividades culminarão na reutilização do isopor para a produção de chaveiros.

A proposta foi originalmente desenvolvida para ser aplicada aos estudantes do IFB, mas, devido à greve dos Institutos Federais, que ocorreu de 03 de abril de 2024 a 05 de julho de 2024, e à suspensão por tempo indeterminado das aulas remanescentes do ano letivo de 2024, conforme a Resolução 10/2024 - CS/RIFB/BRASÍLIA em maio de 2024, optou-se por não implementá-la. Como alternativa, foi desenvolvida uma Proposta Didática sobre resíduos sólidos e a importância da Química Ambiental no cotidiano dos estudantes.

Este trabalho foi direcionado aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio Integrado em Química do IFB, pois acredita-se que eles já possuem a maturidade necessária para compreender questões relacionadas aos Resíduos Sólidos e à Química Ambiental, mas pode ser adaptada e aplicada em outros anos do Ensino Médio, pois é um conteúdo que pode ser abordado na área da Química Orgânica. Os conteúdos abordados incluíram o entendimento de alguns conceitos químicos, de Química Orgânica, de alguns tópicos sobre sustentabilidade, além da importância da reutilização e reciclagem de resíduos. Por fim, foram explorados os princípios dos cinco R's, que devem ser discutidos ao abordar a temática, conscientizando cada vez mais os alunos e com efeito, a família e comunidade escolar.

O objetivo dessas aulas é promover uma aprendizagem mais significativa, que contribua para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes ao associar os conteúdos à realidade. Todas as atividades devem ser cuidadosamente planejadas com antecedência, visando alcançar os objetivos estabelecidos, que podem ser ajustados conforme o desenvolvimento da sequência didática.

O professor deve conduzir e explicar a atividade de forma clara, para que todos os estudantes compreendam a dinâmica e alcancem os objetivos propostos. Eles precisam saber que durante essas aulas sequenciais serão propostas atividades que precisam da participação de todos. A primeira atividade será uma roda de conversa, e a participação de todos será considerada para a avaliação das atividades seguintes.

As estratégias e os recursos foram feitos com antecedência com a seleção dos textos, questionários, experimentos, criações dos slides, compra dos materiais e reagentes, além da separação das vidrarias necessárias para a prática. O professor deve conduzir e explicar a atividade de forma clara, para que todos os estudantes compreendam a dinâmica e alcancem os objetivos propostos. Eles precisam saber que, durante essas aulas sequenciais, serão propostas atividades nas quais há a necessidade da participação de todos. Compreendendo isso, as atividades serão realizadas ao longo de seis aulas, cada uma com duração mínima de 50 minutos, de acordo com o exposto no Quadro 03.

**Quadro 03** - Descrição das atividades em relação às aulas.

Aula	Tema	Estratégias de Ensino/Recursos	Conteúdos
01	Resíduos sólidos: a importância da reciclagem e do reuso	Levantamento de concepções prévias e exposição dialogada/Questionário e textos para roda de conversa.	Polímeros
02	<u>Polímeros</u> : o que são e quais as suas tecnologias	Exposição dialogada/Projeter multimídia.	Polímeros
03	Resíduos sólidos	Exposição dialogada/Projeter multimídia e atividade para casa.	Resíduos sólidos
04	Plásticos e os seus reusos. Vocês reciclam?	Exposição dialogada e roda de conversa/Revisão da atividade, textos com exemplos de plásticos com composição diferentes.	Polímeros Cinco Rs - ambiental Sustentabilidade
05	Reciclagem de um termoplástico	Exposição dialogada/Roteiro de laboratório, vídeo (youtube), fluxograma, vidrarias e substâncias para realização de experimentos.	Educação Ambiental (Reutilização)
06	Considerações finais sobre os Resíduos	Exposição dialogada/ Questionário e experimentação	Polímeros

Fonte: autor (2024).

A seguir serão descritas maneiras de como cada aula pode ser aplicada, baseado em uma sequência didática via planejamento de ensino com atividades encadeadas como propõe Zabala (1998). A ideia inicial é entender previamente sobre a turma e criar problematizações sobre a temática que instiguem a busca por resoluções por parte dos estudantes.

A turma abordada na sequência didática é composta por 30 estudantes do 3º ano Ensino Médio, que estão em formação integrada como Técnicos em Química. O plano do curso abrange as disciplinas de Química I, II e III do Ensino Básico. Todos os estudantes,

independentemente de sua instituição, devem aprender sobre polímeros dentro da química orgânica e discutir temas relacionados à química ambiental. Isso está alinhado com as competências estabelecidas pela BNCC e pelos PCN. Na turma supracitada, há um fator adicional que facilita a implementação dessa temática: as disciplinas técnicas, que abordam aspectos específicos da formação dos alunos.

No Projeto Pedagógico de Curso do EMI-CTQUI, são previstas disciplinas teóricas e práticas que envolvem o entendimento e a manipulação de diversos resíduos. Por exemplo, no 2º ano, há a disciplina "Tratamento de Água, Efluentes e Resíduos", e no 3º ano, "Química Orgânica III", sendo uma disciplina que pode ser abordada sobre os assuntos resíduos na área de Polímeros. Como esses estudantes trabalharam no ano anterior com a disciplina técnica sobre resíduos, eles teriam facilidade em abordar a temática do trabalho. Além disso, ao longo dos três anos do curso, os estudantes frequentam laboratórios onde podem aplicar teoria e prática em diversos assuntos abordados nas disciplinas do Ensino Básico.

Nesta Sequência Didática, as aulas foram organizadas de forma a proporcionar aos estudantes uma compreensão significativa, permitindo-lhes experimentar e produzir um material que possa gerar lucro e servir como uma fonte de arrecadação de fundos.

A seguir, as aulas serão detalhadas conforme exposto no Quadro 03.

**Aula 01:** Concepções prévias sobre resíduos e Roda de conversa.

Entender o perfil da turma e identificar concepções prévias necessárias, faz com que os docentes possam refletir e criar uma problematização inicial, além de propor métodos mais eficazes para a turma. Dessa forma, com base na compreensão do perfil da turma, foram elaboradas questões que se alinham com os objetivos gerais e específicos desta sequência didática. Foram desenvolvidas quatro perguntas abertas, mostradas no Quadro 04, que deverão ser respondidas antes dos alunos serem direcionados aos textos que guiarão o diálogo:

**Quadro 04** - Questionário para problematização.

<b>Aula 01:</b> Resíduos sólidos: a importância da reciclagem e do reuso
1. Você reutiliza e recicla materiais no seu dia a dia? Se sim, pode compartilhar como faz isso?

2. Quando vê símbolos com números nas embalagens, você presta atenção neles? Já teve curiosidade para saber o que eles significam?
3. O que você entende sobre o tema 'resíduos sólidos'? Pode explicar com suas próprias palavras?
4. Você já fez algum tipo de artesanato com materiais que iriam para o lixo? Exemplo: garrafas, caixas ou isopor? Como foi essa experiência?

**Fonte:** autor (2024).

Após a obtenção das respostas do questionário, a turma será dividida em cinco grupos, cada um composto por seis estudantes, identificados pelas letras A, B, C, D e E. Cada grupo ficará responsável por um texto (Apêndice A), retirado de reportagens em jornais digitais. Os títulos dos textos a serem analisados e discutidos são:

- **Grupo A:** "Lixo eletrônico chegou a nível recorde; entenda o problema."
- **Grupo B:** "Lixo de aterro pega fogo na Índia e nuvem de fumaça sufoca moradores."
- **Grupo C:** "Lolla 2023: festival fecha parceria com cooperativa para lidar com toneladas de recicláveis (26/03/2023)."
- **Grupo D:** "O isopor: um vilão do meio ambiente que pode ter um final feliz."
- **Grupo E:** "Não jogue fora! Veja como reaproveitar materiais que iriam para o lixo."

Os estudantes terão cerca de 5 minutos para ler o texto e, em seguida, mais 5 minutos para discutir e criar uma ordem cronológica para a apresentação aos demais grupos. Durante esse tempo, serão exibidas três perguntas no quadro para orientar a discussão na roda de conversa. As perguntas são:

1. Quais problemas esse tema apresenta para o mundo? Por que é importante discuti-los?
2. Qual objetivo principal da reportagem?
3. Você consegue relacionar os textos ao seu cotidiano? Já teve alguma experiência semelhante ou teve a oportunidade de repensar, reciclar ou produzir algum dos materiais mencionados na reportagem?

Após as apresentações dos grupos e a discussão sobre os temas propostos, o docente deve sintetizar as principais ideias, enfatizando a necessidade de repensar nosso consumo e a importância de reciclar certos materiais.

Para concluir esta primeira aula, o professor analisará as respostas dos questionários para identificar quais tópicos precisam ser aprofundados e como devem ser relacionados ao cotidiano dos estudantes. Esta aula inicial é crucial, pois as concepções prévias dos alunos guiarão o planejamento das próximas aulas, assegurando que o ensino seja relevante e conectado à realidade deles. Com base nessa análise, serão desenvolvidas as aulas seguintes.

### **Aulas 02 e 03:** Exposição dialogada.

Na aula anterior, discutimos a importância da reciclagem dos polímeros e a quantidade significativa de lixo que geramos diariamente. O objetivo das aulas seguintes, 02 e 03, é o aprofundamento desses temas, fornecendo aos estudantes uma compreensão mais detalhada da teoria dos polímeros e dos resíduos sólidos.

Como suporte teórico, recomenda-se o capítulo 9 - “O mundo dos polímeros e plásticos” do livro *Química para um Futuro Sustentável* de Middlecamp *et al* (2016). A sequência cronológica apresentada pela autora sobre polímeros e descartes pode guiar o professor a realizar abordagens significativas em sala de aula. A seguir, é apresentada uma estrutura com tópicos essenciais para a preparação do material didático para a aula exploratória. Recomenda-se o uso de slides para facilitar a visualização dos alunos.

## **Estrutura da Aula**

### **1. Contextualização**

Inicie conectando o tema ao cotidiano dos estudantes com perguntas como: “Quem aqui já ouviu falar em polímeros? Qual a importância deles em nossas vidas? Vocês conseguem imaginar a vida sem eles? Alguém já usou roupas de nylon ou poliéster?”.

Essa introdução ajuda a engajar os alunos e torna o processo de aprendizagem mais significativo.

### **2. Contexto Histórico e Definição**

Apresente o contexto histórico dos polímeros, definindo termos essenciais antes de avançar para o desenvolvimento do conteúdo.

### **3. Desenvolvimento Teórico**

Explore a parte tecnológica dos materiais poliméricos, recomenda-se o Livro “Ciência dos Polímeros” de Canevarolo (2002) onde trabalha tópicos sobre os polímeros,

desenvolve-se itens de forma bem explicativa sobre os polímeros, reciclagem, entre outros tópicos. Explique a estrutura e propriedades dos polímeros, tipos de polímeros, e relacione esses conceitos com temas da área da Química Orgânica, tópicos que possam ser abordados: isomeria geométrica, funções orgânicas, reações orgânicas.

Discuta as aplicações dos polímeros no dia a dia, enfatizando a relevância prática desses materiais.

#### **4. Foco no EPS**

Direcione a aula para discutir os resíduos de EPS, preparando os alunos para a experimentação prática nas próximas aulas, onde serão exploradas as mudanças físico-químicas do EPS, conhecido habitualmente como isopor.

Aborde a reutilização do EPS no âmbito industrial, como apresentado na Figura 04, pois será um subtema central de aulas futuras.

#### **5. Resíduos Sólidos**

Aborde com os estudantes sobre o histórico dos resíduos sólidos. Defina conceitos importantes, acrescente em sua explicação a abordagem sobre o seu uso, a importância dos reusos. Como que os polímeros se tornam resíduos. Importante falar sobre as destinações corretas e como o Sistema de Limpeza Urbana aborda essas reciclagem desses materiais.

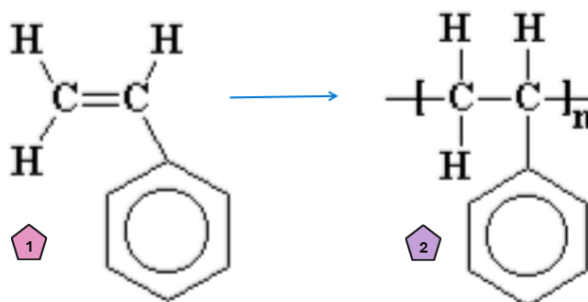
- **Atividade Final**

Finalize a aula distribuindo um questionário para ser realizado como tarefa de casa, contendo perguntas que revisem os conteúdos abordados.

Utilize o Quadro 05 como referência para elaborar ou selecionar as perguntas, garantindo que elas ofereçam suporte ao longo da sequência didática. Essa abordagem não apenas relaciona o conteúdo com as experiências cotidianas dos estudantes, mas também fornece uma base teórica sólida para as atividades práticas futuras.

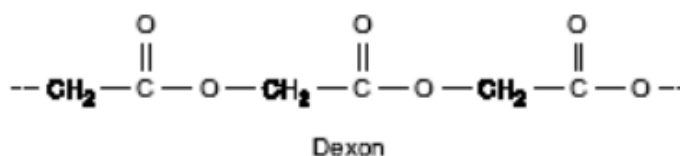
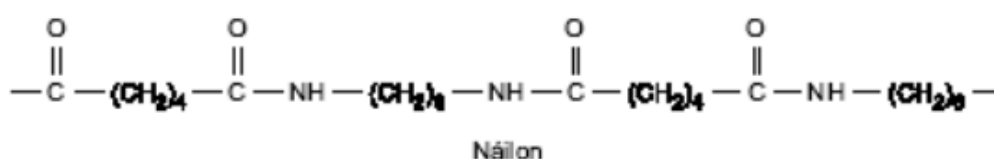
**Quadro 05** - Proposta de questionário elaborado para as aulas 02 e 03.

<b>Aulas 02 e 03: Polímeros e suas tecnologias / Resíduos sólidos.</b>
1. Você já ouviu falar em 'polímeros'? Pode explicar o que são e como estão presentes no seu cotidiano?
2. Quais as diferenças entre os polímeros sintéticos e os naturais?
3. Análise a molécula abaixo. Responda.



- Quais são as mudanças que ocorrem nessa reação química? Adicione o máximo de informações que você souber sobre essa reação.
- Observando a reação dos dois compostos, classifique-o e dê a nomenclatura conforme a IUPAC.

**4. VUNESP - Adapt.** Estão representados a seguir fragmentos dos polímeros Náilon e Dexon, ambos usados como fios de suturas cirúrgicas.



- Identifique os grupos funcionais dos dois polímeros (Náilon e Dexon).

- Quais as diferenças entre Polímeros e Resíduos Sólidos?
- Quais resíduos sólidos vocês mais utilizam em casa? Cite exemplos.
- Existem maneiras de reciclar os polímeros? Descreva dois tipos de materiais que passam por esse processo.
- Quais as vantagens de trabalhar com resíduos sólidos que foram reciclados?

Fonte: autor (2024)

### **Aulas 04 e 05:** Exposição dialogada e experimentação.

As aulas 04 e 05 têm como objetivo explorar o uso e reciclagem de polímeros e a sustentabilidade, seguindo a sequência didática previamente estabelecida. Abaixo está uma descrição detalhada de como essas aulas podem ser estruturadas, com cada momento cuidadosamente planejado para garantir a conexão com as aulas anteriores e a progressão do aprendizado. Os 1º, 2º e 3º momentos podem ocorrer em uma sala comum, enquanto o 4º momento deverá ser realizado em um ambiente apropriado com ventilação constante ou em um laboratório de ensino com capela de exaustão.

**1º Momento: Revisão e Discussão (Sala Comum)****Objetivo**

Esclarecer dúvidas sobre a atividade anterior e fomentar uma discussão baseada no questionário respondido como tarefa de casa.

**Atividades**

Antes de iniciar as atividades, devem-se organizar as cadeiras em formato de uma roda de conversa. Esse formato, ajudará os estudantes a terem um ambiente mais próximo, dinâmico, colaborativo para as demais discussões. O professor deve iniciar revisando as respostas do questionário distribuído na aula anterior, abordando as questões teóricas sobre polímeros e resíduos sólidos. Em seguida, promover discussões, incentivando os estudantes a compartilhar suas pesquisas, descobertas e reflexões sobre a possibilidade de rentabilizar a reutilização e reciclagem de polímeros e outras vantagens do trabalho com resíduos.

**2º Momento: Roda de Conversa - “Plásticos e Seus Reusos” (Sala Comum)****Objetivo**

Discutir práticas sustentáveis relacionadas à Química Ambiental e à gestão de resíduos.

**Atividades**

Inicie a roda de conversa apresentando o tema "Plásticos e seus reusos. Você recicla?". Distribua os textos 1 e 2 (Apêndice B).

- **Texto 1:** “Símbolos da Reciclagem nas embalagens de plástico”
- **Texto 2:** “5 Rs da sustentabilidade: Saiba como preservar o meio ambiente”

Durante a leitura coletiva e discussão dos textos, incentive a participação dos estudantes, permitindo que eles compartilhem suas opiniões e experiências pessoais relacionadas ao tema. Além disso, explore como os plásticos podem ser reutilizados e a importância de entender os símbolos de reciclagem nas embalagens.

**3º Momento: Adaptação e Aplicação Prática (Sala Comum)****Objetivo**

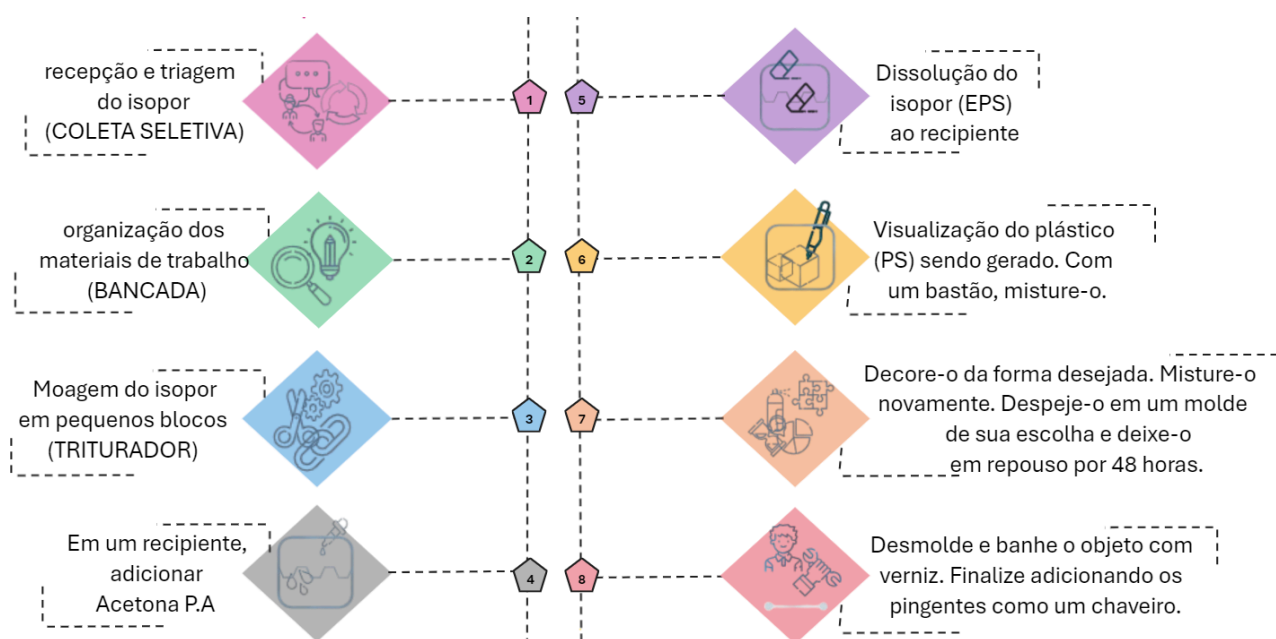
Adaptar conceitos industriais para um ambiente escolar, tornando o ensino mais acessível e prático.

## Atividades

Apresente aos estudantes a Figura 04, onde aborda um fluxograma a reciclagem industrial do isopor. Explique como os utensílios utilizados na indústria podem ser adaptados para ferramentas viáveis em um ambiente escolar, promovendo um ensino mais acessível. Essa adaptação não apenas facilita a compreensão, mas também pode ser explorada como uma forma rentável de gerar recursos financeiros.

Apresente a Figura 06, que exemplifica esses processos em sala de aula, utilizando materiais simples e acessíveis.

**Figura 06.** Fluxograma de reciclagem feita no modelo sala de aula



**Fonte:** autor (2024).

Discuta como essa adaptação pode não só facilitar a compreensão, mas também ser uma forma rentável de gerar recursos financeiros, trazendo uma perspectiva prática e realista ao aprendizado.

- **ADENDO DO 3º MOMENTO:** Substituição do Solvente Acetona P.A por *Thinner*.

Na etapa 04 do fluxograma, o solvente orgânico Acetona P.A. é mencionado como uma substância frequentemente utilizada em trabalhos acadêmicos para solubilizar o EPS. No entanto, o uso da acetona apresenta problemáticas importantes, especialmente em ambientes escolares. A acetona é altamente inflamável, volátil e possui vapores tóxicos que podem ser prejudiciais à saúde se não houver ventilação adequada (FISPQ

QUIMESP, 2023). Além de ser amplamente empregada para manipulação de produtos químicos, é um solvente controlado pela Polícia Federal devido ao seu potencial uso indevido.

Seu manuseio exige precauções rigorosas, como o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e supervisão constante, o que torna seu uso em sala de aula arriscado. No IFB, durante as aulas práticas, é possível utilizar a capela de exaustão para minimizar riscos, mas, em salas comuns, sem essa estrutura, o uso desses solventes precisa ser reconsiderado. Por isso, é fundamental buscar alternativas mais seguras e repensar a aplicação da acetona P.A. em contextos educacionais, a fim de garantir a segurança de todos.

Diante da necessidade de solubilizar o EPS, o *thinner* foi considerado uma alternativa mais acessível como solvente orgânico, apresentando um desempenho semelhante ao da acetona, mas com menos regulamentações e controle. Ponsoni *et al.* (2022) relatam que, ao comparar o *thinner* com gasolina e acetona P.A., o thinner demonstrou melhores resultados em termos de agregação e características satisfatórias. No estudo, destaca-se que o thinner apresenta boa capacidade de dissolução do EPS, com rápida volatilização e odor reduzido em comparação aos outros solventes testados.

Embora a acetona seja amplamente utilizada, ao dissolver o EPS, forma uma resina que requer um tempo de vaporização para que as interações entre os monômeros de estireno sejam enfraquecidas e o ar contido na amostra seja liberado, formando a massa desejada. Em contrapartida, o *thinner* permite uma dissolução eficiente, facilitando o processo com menos inconvenientes, como o forte odor característico da acetona (Ponsoni *et al.*, 2022).

As proporções que Ponsoni *et al.* (2022) fizeram com o *Thinner* pode ser aplicado para os docentes em sala de aula. Eles utilizaram *Thinner* e água para solucionar o resíduo MDF, pois a água deixa mais viscoso e facilita a mistura umedecendo o resíduo. Os autores obtiveram os resultados, tabela 01, ao propor as devidas quantidades de cada amostra:

**Tabela 01.** Amostras com *Thinner*.

<b>Amostra</b>	<b>Resíduo (MDF)</b>	<b>Isopor</b>	<b><i>Thinner</i></b>	<b>Água</b>
1	6,0 g	10,0 g	30,0 mL	20,0 mL
2	12,0 g	20,0 g	60,0 mL	40,0 mL
3	16,0 g	20,0 g	80,0 mL	40,0 mL
4	50,0 g	40,0 g	30,0 mL	60,0 mL

5	10,0 g	10,0 g	35,0 mL	30,0 mL
6	8,0 g	12,0 g	30,0 mL	30,0 mL
7	8,0 g	10,0 g	30,0 mL	30,0 mL
8	16,0 g	20,0 g	60,0 mL	40,0 mL
9	6,0 g	10,0 g	30,0 mL	20,0 mL
10	20,0 g	25,0 g	75,0 mL	50,0 mL
11	8,0 g	10,0 g	35,0 mL	30,0 mL
12	16,0 g	20,0 g	60,0 mL	60,0 mL
13	8,0 g	10,0 g	30,0 mL	30,0 mL

Fonte: Ponsoni *et al*, p. 158, 2020.

Ponsoni *et al* (2022) informa em seu trabalho que as diferentes amostragem foram feitas para facilitar um padrão e visualizar a melhor maneira que o resíduos iria agregar com os solventes. Eles consideraram que com apenas 30 mL de *Thinner* e 30 mL de água, foi possível ter a dissolução completa de 10 gramas de EPS com 8 gramas do resíduo. Essa proporção pode ser usada na amostrada que temos sem o MDF. Como o intuito desse trabalho é trabalhar com a massa de poliestireno, a quantidade de massas do EPS pode ser proporcional a 18 gramas.

E por fim, os autores compararam as quantidades para da solvente e observa na Tabela 02 que *Thinner* e a Acetona PA obtiveram a mesma quantidade de miscibilidade, e por ser considerado um solvente de fácil acesso e menos perigoso, pode ser trabalhado com ele em sala de aula. (Ponsoni *et al*, 2022)

**Tabela 02.** Melhores amostras com os Solventes.

	Resíduo (MDF)	Isopor	Solvente	Água
<i>Thinner</i>	8,0 g	10,0 g	30,0 mL	30,0 mL
Gasolina	6,0 g	10,0 g	30,0 mL	30,0 mL
Acetona	8,0 g	10,0 g	20,0 mL	-

Fonte: Ponsoni *et al*, p. 161, 2020.

#### 4º Momento: Atividade Experimental (Sala Ventilada ou Laboratório)

##### Objetivo

Realizar uma atividade laboratorial utilizando o EPS com o intuito de reciclar o termoplástico, produzindo chaveiros.

### Atividades

Direcione os estudantes para a parte experimental, que deve ser realizada em um ambiente mais ventilado ou em um laboratório, devido ao uso de solventes orgânicos.

Certifique-se de que todos os estudantes estão usando os EPI adequados: calça jeans, sapatos fechados, luvas e óculos de proteção.

Distribua à turma o roteiro descrito no Quadro 06 (Apêndice C), contendo o fluxograma da Figura 06, que guiará a atividade prática. Para melhor obtenção dos chaveiros, deve-se deixar a 'massa' produzida um pouco úmida, pois facilitará a moldagem do resíduo.

É importante ressaltar que, alguns solventes não são eficazes para a solubilidade do EPS devido às interações moleculares entre os compostos, que variam conforme a estrutura das substâncias. O princípio fundamental é que substâncias polares dissolvem outras polares, enquanto substâncias apolares dissolvem substâncias apolares — um conceito conhecido como "semelhante dissolve semelhante" (Martins *et al*, 2013). O EPS, sendo um hidrocarboneto insaturado, é uma substância apolar, o que justifica a necessidade de buscar solventes apolares para garantir sua miscibilidade. Como comentado anteriormente, Ponsoni *et al* (2022) trouxe três tipos de solventes que são miscíveis ao EPS.

**Thinner:** é uma mistura concebida para execução de limpezas, que apresenta quatro diferentes materiais em sua composição, sendo que a maior parte do produto é composto pelo álcool etílico (10-37%) e pelo tolueno (10-30%), seguido por uma quantidade de hidrocarbonetos (10-18%) e o acetato de etila (10-15%). Este solvente se encontra em estado líquido na temperatura ambiente e parte de sua composição, especialmente o álcool etílico, possui solubilidade em água devido a polaridade das moléculas

**Gasolina:** A gasolina comum é um combustível automotivo, formado por uma mistura de etanol com gasolina, sendo que a porcentagem de etanol na composição é acima de 10%. Entre as propriedades da gasolina pode-se citar a capacidade de ser insolúvel em água e ser solúvel em outros solventes orgânicos. A sua composição química, como hidrocarboneto, pode variar de acordo com o número de átomos de carbono que esta possui, podendo apresentar de 6 a 10 átomos de carbono.

**Acetona:** A acetona, de fórmula molecular  $C_3H_6O$ , é um composto polar, sendo assim, é solúvel em água. A resina com base na propanona é frequentemente recorrida como solvente por ter algumas características em suas propriedades como solubilidade em água. Quando usada para a reciclagem de poliestireno expandido, irá dissolver o EPS, provocando a formação da resina 'massa' (Ponsoni *et al*, p. 155, 2022).

É um grande adendo para a aula, mostrar o vídeo sobre a produção do Isopor que o Iberê do Canal Manual do Mundo (youtube), desenvolveu em seu quadro #BoraVê.

Disponível nesse link: <<https://www.youtube.com/watch?v=hClxJhJaMfc>>.

O Manual do Mundo aborda algumas conceituações interessantes para que os estudantes entendam em aula a magnitude do resíduo, a tecnologia que tem por trás e o entendimento histórico e do uso no cotidiano.

- **Considerações Finais das Aulas 04 e 05**

Ao final dessas duas aulas, espera-se que os estudantes tenham uma compreensão mais profunda sobre possibilidades de uso mais sustentável dos polímeros, a importância de práticas de reciclagem, e as mudanças físico-químicas envolvidas no processo.

Além disso, a atividade prática não só ajuda nas apropriações conceituais do aprendizado teórico, mas também demonstra como o conhecimento científico pode ser aplicado de maneira criativa e útil no cotidiano dos estudantes. Essa abordagem propicia o engajamento dos estudantes e a aplicação dos conceitos aprendidos de forma prática e relevante.

Vale salientar que o roteiro descrito no Apêndice C que orienta a produção de chaveiros reciclando o EPS foi testado com o uso do solvente Acetona PA, mas que poderia ser utilizado em sala o *Thinner*, obtendo-se os produtos expostos a seguir. Durante o experimento, o isopor reciclado foi produzido em laboratório seguindo rigorosamente o passo a passo do roteiro. Ao incrementar os aditivos à resina, figura 7a e 7b, é necessário colocar nos moldes antes da sua secagem.

**Figura 07a e 07b.** Mistura dos aditivos na resina de PS.



**Fonte:** autor (2024).

Após 48 horas de espera, o objeto estava quase pronto, precisando de retoques que serão feitos na aula seguinte e o incremento da argola para se tornar chaveiro, conforme ilustrado na Figura 08.

**Figura 08.** Chaveiros após as 48h no molde acetato.



Fonte: autor (2024).

Esse processo não só valida a viabilidade da atividade proposta, mas também exemplifica uma aplicação prática e sustentável do conceito de reciclagem de termoplásticos.

Os resultados obtidos reforçam a importância de integrar atividades experimentais que permitam aos estudantes vivenciar o ciclo de reutilização de materiais, promovendo assim uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos discutidos em sala de aula.

#### **Aula 06:** Exposição dialogada com experimentação.

O objetivo dessa aula é consolidar os conceitos aprendidos ao longo da sequência didática, finalizar os chaveiros de EPS e refletir sobre a importância da reciclagem e reutilização de polímeros. Para isso, a aula foi dividida em três momentos.

## 1º Momento - Experimentação: Acabamento dos Chaveiros

- **Duração:** 20 minutos

Este momento é crucial para que os alunos finalizem os chaveiros. A atividade se inicia com a entrega dos chaveiros aos alunos, para inspeção de suas peças, verificando a qualidade do trabalho realizado. Utilizando o mesmo roteiro (Apêndice C), os alunos serão orientados a separar os materiais necessários para a finalização, como lixas finas, tintas, pincéis, argolas para chaveiro e enfeites adicionais. A Figura 09a e 09b mostra o chaveiro obtido após a finalização.

**Figura 09a e 09b.** Chaveiros confeccionados com reciclagem do EPS.



**Fonte:** autor (2024).

Os ajustes finais envolvem lixar suavemente as superfícies dos chaveiros para remover quaisquer imperfeições e prepará-los para a pintura; personalizar seus chaveiros conforme suas preferências, adicionando cores, enfeites; e, finalmente, lixar para deixar o mais bonito possível, fixar as argolas de chaveiro para completar o processo de criação.

Durante a atividade, serão discutidos os desafios enfrentados na reciclagem do EPS e as estratégias para superá-los. Também serão analisadas a durabilidade e resistência dos chaveiros confeccionados, oferecendo sugestões para melhorias no processo. A importância da reciclagem na redução de resíduos plásticos e na criação de

produtos com valor comercial foi destacada. Serão reforçados os benefícios da reciclagem e reutilização de materiais como o EPS, tanto para o meio ambiente quanto para a geração de produtos úteis e valiosos.

## 2º Momento - Questionário final.

- **Duração:** 15 minutos
- **Objetivo:** Avaliar a apropriação dos conteúdos e estimular uma reflexão crítica sobre os temas abordados.

Um ponto crucial para avaliar a apropriação conceitual dos conteúdos pelos alunos é a revisão do questionário do Quadro 03, aplicado na primeira aula. A análise das novas respostas permitirá uma avaliação crítica das intenções e do nível de compreensão dos alunos sobre os tópicos abordados. Para aprofundar essa análise, serão incluídas novas perguntas que estabelecem conexões com os conteúdos das aulas anteriores, tais como:

1. O que são polímeros?
2. Classifique resíduos?
3. Explique a importância da reciclagem de polímeros, como o EPS.
4. Quais são os principais desafios da gestão de resíduos sólidos?
5. Como você pode aplicar os cinco Rs da sustentabilidade em sua vida cotidiana?
6. Descreva como foi o processo de produção do chaveiro e o que você aprendeu com ele.

Essas perguntas permitirão uma compreensão mais profunda do aprendizado dos alunos e como eles podem aplicar esses conceitos em suas vidas.

## 3º Momento - Finalização da Sequência Didática.

- **Duração:** 15 minutos
- **Objetivo:** Consolidar o aprendizado e proporcionar que os alunos compreendam a aplicação prática dos conceitos no cotidiano, entendendo que o isopor é um material reciclável.

Neste momento, a aula será dedicada a uma discussão final em sala, onde os conceitos teóricos explorados ao longo da sequência didática serão revisados e consolidados. Comece revisitando os principais tópicos abordados nas aulas anteriores,

como a importância dos polímeros, a gestão de resíduos sólidos, e os cinco Rs da sustentabilidade. Em seguida, promova uma reflexão conjunta, incentivando os alunos a compartilhar suas opiniões, percepções e aprendizados adquiridos tanto nas atividades práticas quanto nas teóricas.

Estimule a participação ativa dos estudantes, fazendo perguntas que os levem a conectar o conhecimento teórico com as atividades realizadas, como a produção dos chaveiros de EPS. Pergunte como eles aplicariam o que aprenderam no cotidiano e discuta as possíveis implicações ambientais e econômicas da reciclagem e reutilização de plásticos. Encerre o momento reforçando a importância dessas práticas para a sustentabilidade e o papel de cada um na promoção de um ambiente mais saudável e consciente.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de uma sequência didática, conforme apresentada por Zabala (1998), tem como objetivo organizar e encadear o conhecimento de forma estruturada, com metas claras que favorecem uma aprendizagem significativa. Ela busca promover um aprendizado mais profundo e conectado, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais ampla e relevante dos conteúdos.

Ao apresentar uma proposta didática para ser aplicada ao 3º ano do Ensino Médio, o objetivo foi utilizar métodos que promovessem a aprendizagem significativa, permitindo que os alunos estabelecessem correlações entre a Química e o cotidiano. Dessa forma, eles podem perceber que a Química não é algo distante de suas vidas, mas sim uma ciência presente em todos os aspectos do dia a dia. Compreender essas conexões é essencial para reconhecer a relevância da Química em nossas vidas.

No que se refere ao estudo de polímeros e resíduos, o objetivo seria permitir que os estudantes compreendessem a versatilidade, a importância e as consequências do uso de materiais poliméricos. Estes materiais desempenham um papel fundamental na modernidade, possibilitando inovações tecnológicas em diversas áreas. É essencial que os alunos reconheçam como os polímeros, como o EPS, transformaram a indústria ao facilitar a movimentação de mercadorias e impactar o cotidiano, uma realidade que não existia há séculos.

Por fim, espera-se que esta sequência didática sirva como um guia para outros professores interessados em abordar esses temas em sala de aula, entendendo que essa estrutura foi organizada para aplicar aos estudantes do IFB, mas que não aconteceu por conta da greve, recomenda-se que os docentes que tenha interesse em abordar a mesma, molde e organize da forma que achar necessário, acrescentando ou adicionando mais aulas/atividades conforme surge a demanda da turma. Embora adaptar o ensino para diferentes turmas seja um desafio, uma abordagem eficaz possibilita que os estudantes não apenas compreendam melhor o conteúdo, mas também o apliquem em suas vidas diárias. A Química pode se revelar fascinante quando os alunos experimentam e testam seus conhecimentos por meio de práticas laboratoriais, onde pode haver facilidade na apropriação conceitual do conteúdo. Além disso, o processo de ensino e aprendizagem deve ser uma construção colaborativa entre professor e aluno, buscando sempre métodos mais eficazes para ensinar e aprender.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17100-1: **Gerenciamento de Resíduos** - Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro-RJ, 2023. Acesso em 26 de Julho de 2024.

ABRAPEX. **A importância do EPS para a indústria brasileira**. Blogger, 2021. Disponível em: <<http://abrapex.com.br/a-importancia-do-eps-para-a-industria-brasileira/>>. Acesso em 19 de Julho de 2024.

ALMEIDA, Paula Maria Dias de Castro. 2012. **Reciclagem de polímeros - uma abordagem em contexto escolar**. Dissertação para obtenção de grau de mestre em Ciências - Formação Contínua de Professores, Área de Físico-Química, Universidade do Minho 127 pp. Acesso em 04 de Maio de 2024.

ÁVILA, M. G. de. **Os impactos ambientais em foco: uma proposta de mediação entre teoria e prática em educação ambiental no ensino médio**. Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA. Mestrado Profissional em Educação, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/rii/2027>>. Acesso em 04 de Agosto de 2024.

BARBOSA, Anne; LOPES, Léo. **Lolla 2023: festival fecha parceria com cooperativa para lidar com toneladas de recicláveis**. CNN Brasil POP, publicado dia 26 de março de 2023, São Paulo. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/entretenimento/lolla-2023-festival-fecha-parceria-com-cooperativa-para-lidar-com-toneladas-de-reciclaveis/>>. Acesso em 14 de Abril de 2024.

BASF. **Comemoramos 70 anos de inovação, cooperação e sucesso**. Blogger. 2016, s.d Disponível em: <[https://www.styropor.com/portal/basf/en/dt.jsp?setCursor=1\\_1227353&page=70-years-eps-by-basf](https://www.styropor.com/portal/basf/en/dt.jsp?setCursor=1_1227353&page=70-years-eps-by-basf)>. Acesso em 29 de Agosto de 2024.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Dispõe sobre a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 24 de Junho de 2024.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a **Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 de abr. 1999. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm)>. Acesso em 05 de Agosto de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Nacionais Curriculares**. Brasília, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A política dos 5 R's**. 2013. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/licita%C3%A7%C3%B5es-e-contratos/item/9410-a-pol%C3%A9tica-dos-5-r-s.html>> Acesso em 25 de Julho de 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental, MEC/SEF. Brasília, 1997.

CANEVAROLO Jr. Sebastião V. **Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 2ª edição, São Paulo: Artliber Editora, 2002.

CARNEIRO, T. M. Q. A.; SILVA, L. A. da; GUENTHER, M. **A Poluição por Plásticos e a Educação Ambiental como Ferramenta de Sensibilização**. Universidade de Pernambuco, UPE, Revbea, São Paulo, V. 16, Nº6: 285-300, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/12347/9004>>. Acesso em 26 de Julho de 2024.

CHAGAS, F. H. C. Berretta-Hurtado A. L. e C. Gouvêa A. K. **Logística Reversa: Destinação dos Resíduos de Poliestireno Expandido (Isopor®) Pós-Consumo de uma Indústria Catarinense**. 3rd International Workshop, São Paulo – Brasil, SOCIESC, Joinville, 2011. Disponível em: <[https://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/1/Chagas\\_FHC%20-%20Paper%20-%206A1.pdf](https://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/1/Chagas_FHC%20-%20Paper%20-%206A1.pdf)> Acesso em 26 de Julho de 2024.

CRISTINO, J. H. S. *et al.* **Prática Laboratorial de Físico-Química como Iniciativa ou Consequência da Teoria?** Universidade Estadual do Ceará Anais VI CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/62116>>. Acesso em 10 de Setembro de 2024.

CRQ-SP. **O que são plásticos?** CRQ São Paulo 4º Região. Química Viva. 2011. Disponível em: <<https://crqsp.org.br/plasticos/>>. Acesso em 10 de Setembro de 2024.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** PDGIRS, Governo do Distrito Federal, 2018. Disponível em: <<https://www.slu.df.gov.br/>>. Acesso em 25 de Agosto de 2024.

ECOASSIST. **Símbolos da reciclagem nas embalagens de plástico.** BLOG. Publicado dia 16 de set.de 2021, Reciclagem. Disponível em: <<https://ecoassist.com.br/simbolos-da-reciclagem-nas-embalagens-de-plastico/>>. Acesso em 16 de Agosto de 2024.

ECOS ADMIN. **5 Rs da sustentabilidade: Saiba como preservar o meio ambiente.** ECOS Programa de Sustentabilidade. Programa Ecos CNC - SESC - SENAC, Fecomércio - MT. Disponível em: <<https://www.mt.senac.br/ecos/dicas/210/>>. Acesso em 16 de Agosto de 2024.

FISPQ QUIMESP. **Ficha de Dados e Seguranças Acetona (PROPANONA) 100 % PA.** Em conformidade com FDS NBR 14725, p. 1-9, 2023. Disponível em: <<https://quimesp.com.br/>> Acesso em 10 de Setembro de 2024.

GAMA. **Projeto Pedagógico/Plano de curso.** IFB - *Campus Gama*, 2020. Disponível em: <<https://www.ifb.edu.br/reitori/18906>>. Acesso em 16 de Agosto de 2024.

GEYER, R.; JAMBECK, J.R.; LAW, K.L. **Production, use, and fate of all plastics ever made.** Science Advances. v. 3, n. 7, e1700782, 2017. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>>. Acesso em 04 de Julho de 2024.

GROTE, Z. V e SILVEIRA, J. L. **Análise energética e exergética de um processo de reciclagem de poliestireno expandido (isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, 2001. Acesso em 26 de Julho de 2024.

JACQUES, F. B. **Mercado brasileiro de poliestireno com ênfase no setor de eletrodomésticos.** UFRGS, 2010. Departamento de Engenharia Química. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35191/000792971.pdf?...1>>. Acesso em 28 de Agosto de 2024.

JORNAL DA USP. **Apenas 9% do plástico global é reciclado; no Brasil, a porcentagem é ainda menor.** Publicado em 06 de março de 2024, USP-SP. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/?p=730589>>. Acesso em 28 de Agosto de 2024.

LIMA, L. M. de; *et al.* **Arte, Inclusão e Educação Ambiental: Uma Experiência na Educação de Jovens e Adultos Interventiva.** Universidade de Brasília, Planaltina, DF. LAPEC. XVII ENEC, p. 143-149, 2017. Disponível em: <[http://www.esse.ipvc.pt/enec2017/XVIIENEC\\_ATAS\\_.pdf](http://www.esse.ipvc.pt/enec2017/XVIIENEC_ATAS_.pdf)>. Acesso em 04 de Agosto de 2024

MACHADO, Veruska Ribeiro. **RESOLUÇÃO 10/2024 - CS/RIFB/IFBRASILIA: Comunicado: suspensão das aulas remanescentes no IFB.** Publicado dia 07 de Maio de 2024, Reitoria, Brasília - DF, IFB. Disponível em: <<https://www.ifb.edu.br/reitori/38368-comunicado-suspensao-das-aulas-remanescentes-no-ifb>>. Acesso em 16 de Agosto de 2024.

MANUAL DO MUNDO, Iberê. **COMO É FEITO O EPS ISOPOR #Boravê - Manual do Mundo.** Canal Youtube, 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hClxJhJaMfc>>. Acesso em 10 de Setembro de 2024.

MARTINS, C. R. *et al.* **Solubilidade das Substâncias Orgânicas.** Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Quim. Nova, Vol. 36, No. 8, 1248-1255, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000800026>>. Acesso em 10 de Setembro de 2024.

MIDDLECAMP, C.H. *et al.* **Química para um futuro sustentável.** 8 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MIRANDA, Juliana Gomes. **Era do Plástico.** Faculdades Integradas Hélio Alonso, FACHA. Rio de Janeiro, 2010. Monografia. Disponível em: <<https://www.facha.edu.br/pdf/monografias/20062299.pdf>>. Acesso em 20 de Julho de 2024.

MOGUL, Rhea. **Lixo de aterro pega fogo na Índia e nuvem de fumaça sufoca moradores.** CNN Brasil, publicado dia 07 de março de 2023. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/lixo-de-aterro-pega-fogo-na-india-e-nuvem-de-fumaca-sufoca-moradores/>>. Acesso em 14 de abril de 2024.

MOURA, Delminda. *et al.* **Micro e Nanoplásticos: um Macroproblema**. CIMA. ARNET. Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Portugal. 1ª edição: Dezembro, 2023. <<http://dx.doi.org/10.34623/tz6d-k552>> Acesso em 26 de Julho de 2024.

MUNDO ISOPOR. **Você sabia que o EPS Isopor® é 100% reciclável?** Sustentabilidade, Knauf Industries. Publicado em: 13 de Abril de 2016. Disponível em: <<https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/voce-sabia-que-o-isopor-e-100-recicla-vel-2>> e <<https://www.isopor.com.br/#ciclo-reciclagem>>. Acesso em 09 de Setembro de 2024.

OLIVATTO, G. P., *et al.* **Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno**. Rev. Virtual Quim., 2018, 10 (6), no prelo. ISSN 1984-6835. Data de publicação na Web: 17 de dezembro de 2018. Disponível em: <<http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/MontagnerNoPrelo.pdf>>. Acesso em 09 de Setembro de 2024.

OLIVEIRA, L. S. de. **Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (isopor) em compósitos cimentícios**. Universidade Federal De São João Del-Rei, UFSJ, PPMEC, Dissertação de Mestrado, São João Del-Rei, 2013. Disponível em: <[https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/ppmec/LIVIA\\_SOUZA\\_DE\\_OLIVEIRA.pdf](https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/ppmec/LIVIA_SOUZA_DE_OLIVEIRA.pdf)> Acesso em 26 de Julho de 2024.

OZÓRIO, M.S. *et al.* **Promovendo a Conscientização Ambiental: Resultados de Uma Pesquisa Realizada com Alunos do Ensino Médio sobre Polímeros, Plásticos e Processos de Reciclagem**. Universidade Estadual Paulista, UNESP. Revbea, São Paulo, V. 10, Nº2: 11-24, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1927/1307>> Acesso em 04 de Julho de 2024.

PEREIRA, Eduardo Vinícius. **Resíduos Sólidos**. Editora Senac São Paulo, 2019. Acesso em 24 de Junho de 2024.

PLASTIVIDA. **Posicionamento Plastivida sobre o banimento de produtos de EPS em Nova York**. ORG, Julho de 2015. Aba: EPS. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/index.php/conhecimento/artigos-e-publicacoes?lang=pt>>. Acesso em 09 de Setembro de 2024.

PONSONI, L. V. *et al.* **Confecção de um Compósito a partir de Resíduo De Medium Density Fiberboard (MDF) e Poliestireno Expandido (EPS)**. UNISATC, v. 14 n. 4, p. 153 a 163, Revista de Engenharia e Tecnologia. Dec/2022. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/20770>>. Acesso em 10 de Setembro de 2024.

RAMIREZ, Rachel. **Lixo eletrônico chegou a nível recorde; entenda o problema**. CNN Brasil, publicado dia 14 de abril de 2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/lixo-eletronico-chegou-a-nivel-recorde-entenda-o-problema/>>. Acesso em 14 de Abril de 2024.

RÊGO, Dalva. **Não jogue fora! Veja como reaproveitar materiais que iriam para o lixo**. Coluna: O imparcial. Publicado 01 de junho de 2020. Disponível em: <<https://oimparcial.com.br/cidades/2020/06/nao-jogue-fora-veja-como-reaproveitar-materiais-que-iriam-para-o-lixo/>>. Acesso em 14 de Abril de 2024.

RUSSO, Mário Augusto Tavares. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2003, f. 196. Acesso em 24 de Junho de 2024.

SAAE. **O isopor: um vilão do meio ambiente que pode ter um final feliz**. Barretos PREFEITURA SP. Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barretos, publicado dia 03 de jul. de 2023. Disponível em: <<https://saaeb.com.br/noticias/o-isopor-um-vilao-do-meio-ambiente-que-pode-ter-um-final-feliz/>>. Acesso em 14 de Abril de 2024.

SILVA, S. da, *et al.* **Os 5 R's da Sustentabilidade**. V Seminário de Jovens Pesquisadores em Economia & Desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 2017. Disponível em: <[https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/533/2019/05/os\\_5\\_rs\\_da\\_sustentabilidade\\_os\\_5\\_rs\\_da\\_sustentabilidade\\_os\\_5\\_rs\\_da\\_sustentabilidade\\_os\\_5\\_rs\\_da\\_sustentabilidade\\_os\\_5\\_rs\\_da\\_sustentabilidade\\_os.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/533/2019/05/os_5_rs_da_sustentabilidade_os_5_rs_da_sustentabilidade_os_5_rs_da_sustentabilidade_os_5_rs_da_sustentabilidade_os_5_rs_da_sustentabilidade_os_5_rs_da_sustentabilidade_os.pdf)>. Acesso em 25 de Julho de 2024.

SOUZA, A. C. M. de. *et al.* **A Logística Reversa de Isopor**. FATEC ZONA LESTE, XFATECLOG - logística 4.0 & a sociedade do conhecimento, Guarulhos - SP, 2019. Disponível em: <<https://fateclog.com.br/anais/2019/A%20LOG%C3%8DSTICA%20REVERSA%20DE%20ISOPOR.pdf>>. Acesso em 26 de Julho de 2024.

ZABALA, Antoni. **A prática Educativa: como ensinar.** trad. Ernani. F. da F. Rosa - Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANTA, V.M. e FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos.** In: BORGES, A.C., et al. (Org.). Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. 1 ed. São Carlos SP: Rima Artes e Textos, 2003, v. 1, p. 1-18.

## APÊNDICE A - Textos bases para a Aula 01 durante a Sequência Didática.

### TEXTO 1

#### Lixo eletrônico chegou a nível recorde; entenda o problema

<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/lixo-eletronico-chegou-a-nivel-recorde-entenda-o-problema/>

E-lixo global aumentou 82 % em 2022 em comparação com 2010, segundo um novo relatório.

Dos velhos celulares a geladeiras quebradas e cigarros eletrônicos descartados, os resíduos eletrônicos globais atingiram recordes e estão crescendo cinco vezes mais rápido do que as taxas de reciclagem – trazendo uma série de problemas de saúde, ambientais e climáticos, de acordo com uma nova análise.

Os números são impressionantes. Em 2022, o mundo gerou 62 milhões de toneladas



métricas de **resíduos eletrônicos, também conhecidos como “e-lixo”**, de acordo com o Monitor Global de E-lixo das Nações Unidas divulgado nesta quarta-feira (20/03/24).

Para colocar em perspectiva, esses resíduos poderiam encher mais de 1,5 milhão de caminhões de 40 toneladas que, se colocados para-choque a para-choque, poderiam formar uma linha longa o suficiente para dar a volta na linha do equador.

E-lixo é o termo guarda-chuva para qualquer produto descartado que tenha um plugue ou uma bateria e frequentemente contém substâncias tóxicas e perigosas, como mercúrio e chumbo. À medida que o mundo se torna cada vez mais dependente da eletrônica – e quantidades crescentes estão sendo vendidas em países em desenvolvimento pela primeira vez – este fluxo de resíduos perigosos está aumentando.

O e-lixo global em 2022 aumentou 82 % em comparação com 2010, segundo o relatório, e está a caminho de aumentar mais 32 % para atingir 82 milhões de toneladas métricas em 2030.

A capacidade de reciclagem não está acompanhando o ritmo.

Menos de um quarto do e-lixo (22,3 %) produzido em 2022 foi documentado como coletado e reciclado, segundo o relatório. Desde 2010, o crescimento do e-lixo superou o crescimento da coleta e reciclagem formais em quase cinco vezes, calculou o relatório. A maioria do e-lixo acaba em aterros sanitários ou faz parte de sistemas informais de reciclagem, onde os riscos de poluição e impactos prejudiciais à saúde são altos.

Pequenos dispositivos eletrônicos, como brinquedos, aspiradores de pó e cigarros eletrônicos, **tiveram taxas de reciclagem particularmente baixas**, em torno de 12 %, apesar de representarem cerca de um terço de todo o e-lixo, constatou o relatório. As taxas de reciclagem tendem a ser mais altas para equipamentos mais pesados e volumosos, como unidades de ar condicionado e telas de TV, devido ao seu tamanho e preocupações de saúde associadas.

À medida que a lacuna entre a geração de e-lixo e a capacidade de reciclagem continua a crescer, “a taxa de reciclagem poderia realmente diminuir nos próximos anos”, disse Vanessa Gray, uma especialista em e-lixo da União Internacional de Telecomunicações e autora do relatório, à **CNN**.

O relatório prevê que as taxas de coleta e reciclagem diminuirão para 20 % em 2030.

Os resultados revelam que os fabricantes estão mostrando “uma falta de dever de cuidado” ao não assumir a responsabilidade pelo que acontece com seus produtos no final de sua vida útil, disse Puckett, que não estava envolvido com o relatório, à **CNN**.

“Os fabricantes têm de ser arrastados, a contragosto”, para fazer produtos que durem, ele disse, “e não apenas projetar produtos para o lixo, esperando que possam nos vender um novo o mais rápido possível.”

Os fabricantes precisam de planos claros para a remoção, coleta e reciclagem das partes tóxicas e perigosas de seus produtos, acrescentou Puckett. **Além de ser um problema ambiental, o e-lixo também é um problema climático.**

Os dispositivos eletrônicos requerem matérias-primas, incluindo metais de terras raras, que são extraídos e processados em um processo altamente intensivo em energia, principalmente alimentado por combustíveis fósseis. À medida que a demanda aumenta e as pessoas são persuadidas a substituir os dispositivos com mais frequência, o impacto climático está crescendo. A gestão adequada de e-lixo e a disposição reduzem a poluição global por carbono, constatou o relatório, recuperando metais e reduzindo a necessidade de extrair novas matérias-primas. “Quanto mais metais reciclarmos, menos precisaremos

minerar”, disse Kees Baldé, autor principal do relatório e especialista científico sênior do Instituto de Treinamento e Pesquisa das Nações Unidas, à **CNN**.

A reciclagem de metais a partir de e-lixo, em vez de extrair novas matérias-primas, evitou aproximadamente 52 milhões de toneladas métricas de emissões que aquecem o planeta em 2022, segundo o relatório. Uma melhor gestão de e-lixo, como geladeiras e condicionadores de ar, que emitem refrigerantes como clorofluorcarbonetos que são gases de efeito estufa potentes, também pode reduzir o impacto climático desses resíduos. Além disso, a reciclagem pode liberar valor armazenado nesses produtos. Metais no valor de aproximadamente US\$ 91 bilhões estavam embutidos nos e-lixo descartados em 2022, incluindo US\$ 15 bilhões em ouro, constatou o relatório.

Apesar da crescente preocupação global com o e-lixo, apenas 81 países tinham políticas de e-lixo em 2023, segundo o relatório, incluindo países da União Europeia e a Índia. **Os Estados Unidos, que estão entre os maiores produtores de e-lixo, não possuem uma lei federal que exija a reciclagem de eletrônicos**, embora alguns estados, incluindo Washington DC, tenham implementado suas próprias regulamentações de e-lixo. Mas mesmo onde existe legislação de e-lixo, a fiscalização “continua sendo um desafio genuíno globalmente”, afirmaram os autores do relatório em um comunicado. Uma das melhores maneiras de começar a lidar com a crise do e-lixo é para os países ricos pararem de despejar e-lixo em países que não têm capacidade para lidar com eles, disse Baldé. Em países de baixa e média renda, o e-lixo – grande parte dele importado de países ricos – frequentemente é **manuseado por sistemas de reciclagem informais e não regulamentados, onde causa impactos severos na saúde e na poluição**. “Em termos simples – o negócio como usual não pode continuar”, disse Baldé. “Este novo relatório representa um chamado imediato para um maior investimento no desenvolvimento de infraestrutura, mais promoção de reparo e reutilização, capacitação e medidas para impedir remessas ilegais de e-lixo.”

## TEXTO 2

### Lixo de aterro pega fogo na Índia e nuvem de fumaça sufoca moradores

<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/lixo-de-aterro-pegafogo-na-india-e-nuvem-de-fumaca-sufoca-moradores/>

O aterro sanitário de Brahmapuram, na cidade de Kochi, é a mais recente montanha de lixo do país a pegar fogo, causando emissões perigosas de calor e metano.

Bombeiros trabalham nesta terça-feira (7/3/23), na cidade de Kochi, no sul da Índia, para controlar a propagação de **fumaça tóxica** depois que um aterro sanitário pegou fogo há cinco dias, cobrindo a área com uma névoa espessa e sufocando os moradores. O imponente



aterro sanitário de Brahmapuram, no estado de Kerala, é a mais recente montanha de lixo do país a pegar fogo, **causando emissões perigosas de calor e metano e aumentando os crescentes desafios climáticos da Índia**. As autoridades aconselharam os residentes da cidade de mais de 600.000 habitantes a permanecerem em ambientes fechados ou a usarem máscaras faciais N95 se saírem de casa. As escolas foram forçadas a fechar na segunda-feira (6/3/23) como resultado da poluição, disseram autoridades. O incêndio começou na quinta-feira passada (2/3/23), de acordo com o corpo de bombeiros de Kerala. A causa não foi estabelecida, mas os incêndios em aterros podem ser **provocados por gases inflamáveis do lixo em decomposição**. Imagens e vídeos divulgados pelas autoridades mostraram trabalhadores correndo para extinguir as chamas crescentes que enviaram espessas nuvens de fumaça tóxica para o céu.

Embora o fogo tenha sido amplamente apagado, uma espessa nuvem de fumaça e gás metano continua a cobrir a área, reduzindo a visibilidade e a qualidade do ar da cidade, e emitindo um odor pungente e persistente. Alguns bombeiros desmaiaram com a fumaça, disse o corpo de bombeiros. O tribunal superior de Kerala disse que vai examinar o caso nesta terça-feira.

**A Índia gera mais metano em aterros sanitários do que qualquer outro país, de acordo com o GHGSat, que monitora as emissões por satélites.** O metano é o

segundo gás de efeito estufa mais abundante depois do dióxido de carbono – mas é um contribuinte mais potente para a crise climática porque retém mais calor. Como parte de sua iniciativa “*Clean India*”, o primeiro-ministro indiano, Narendra Modi, disse que esforços estão sendo feitos para remover essas montanhas de lixo e convertê-las em zonas verdes. Esse objetivo, se alcançado, **poderia aliviar parte do sofrimento dos moradores que vivem nas sombras desses enormes lixões – e ajudar o mundo a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa.** Mas, embora a Índia queira reduzir sua produção de metano, ela não se juntou aos 150 países que assinaram o *Global Methane Pledge*, um pacto para reduzir coletivamente as emissões globais em pelo menos 30 % em relação aos níveis de 2020 até 2030. Os cientistas estimam que a redução poderia reduzir o aumento da temperatura global em 0,2 % – e ajudar o mundo a atingir sua meta de manter o aquecimento global abaixo de 1,5 graus Celsius. A Índia diz que não vai aderir porque a maior parte de suas emissões de metano vem da agricultura – cerca de 74 % de animais de fazenda e arrozais contra menos de 15 % de aterros sanitários. Em 2021, o ministro do Meio Ambiente da Índia, Ashwini Choubey, disse que a promessa de reduzir a produção total de metano do país pode ameaçar o sustento dos agricultores e impactar a economia. **Mas os ambientalistas dizem que o país está enfrentando um terrível desafio climático devido aos montes fumegantes de lixo.**

### MONTANHAS DE LIXO DA ÍNDIA

Brahmapuram é apenas um dos cerca de 3.000 aterros sanitários indianos transbordando de resíduos em decomposição e emitindo gases tóxicos. Comissionado em 2008, o aterro está espalhado por 16 acres, de acordo com um relatório de 2020 da Cooperação Urbana Internacional, um programa da União Europeia. **O aterro recebe cerca de 100 toneladas métricas de resíduos plásticos por dia**, acrescentou o estudo, dos quais apenas cerca de 1 % é adequado para reciclagem. Os 99 % restantes são despejados no local, disse o estudo, chamando-o de “ameaça para a corporação municipal”. “O depósito de plástico em Brahmapuram está aumentando de tamanho a cada dia”, disse. “Tem visto vários incêndios nos últimos anos, poluindo o ar e o meio ambiente.”

Apesar de seu crescente tamanho e ameaças, o aterro não é o maior da Índia. O depósito de lixo Deonar na cidade costeira ocidental de Mumbai, com cerca de 18 andares de altura, reivindica o primeiro lugar. Deonar também registrou incêndios esporádicos, envolvendo cerca de um milhão de residentes nos subúrbios próximos de

Chembur, Govandi e Mankhurd. Não há processamento formal de resíduos na maioria das cidades indianas, de acordo com o Conselho Central de Poluição do governo. Os catadores de favelas próximas costumam subir os montes altos e vasculhar o lixo por alguns centavos por dia, mas não são treinados para separá-lo adequadamente. **Em alguns casos, o lixo é simplesmente queimado em lixões a céu aberto nas estradas.**

No ano passado, os bombeiros trabalharam por dias para extinguir as chamas depois que um incêndio começou no aterro sanitário de Ghazipur, em Delhi – o maior da capital. Com 65 metros, é quase tão alto quanto o histórico Taj Mahal, tornando-se um marco por si só é uma monstruosidade que se eleva sobre as casas vizinhas, afetando a saúde das pessoas que vivem lá. E as **emissões de metano não são o único perigo decorrente do aterro.** Ao longo de décadas, **toxinas perigosas se infiltraram no solo, poluindo o abastecimento de água para milhares de pessoas que vivem nas proximidades.**

Em Bhalswa, um dos outros grandes aterros sanitários de Delhi, os moradores reclamaram de cortes profundos e dolorosos na pele e problemas respiratórios devido aos anos de vida perto do perigoso monte. Em um relatório de 2019, o governo indiano recomendou maneiras de melhorar a gestão de resíduos sólidos do país, incluindo a formalização do setor de reciclagem e a instalação de mais usinas de compostagem no país. Embora algumas melhorias tenham sido feitas, como melhor coleta de lixo de porta em porta e processamento de resíduos, os aterros sanitários da Índia continuam crescendo em tamanho. E como o país deve ultrapassar a China em breve como a nação mais populosa do mundo, os especialistas em clima temem que o tempo para agir sobre o assunto esteja se esgotando.

### TEXTO 3

## Lolla 2023: festival fecha parceria com cooperativa para lidar com toneladas de recicláveis (26/03/2023)

<https://www.cnnbrasil.com.br/entretenimento/lolla-2023-festival-fecha-parceria-com-cooperativa-para-lidar-com-toneladas-de-reciclaveis/>

Cerca de 90 pessoas estão trabalhando desde a madrugada de sábado para que os resíduos retornem à indústria como matéria-prima. Enquanto cerca de 300 mil pessoas se divertem no Lollapalooza Brasil ao longo deste final de semana em São Paulo, uma cooperativa de coleta seletiva se encarrega de lidar com as toneladas de resíduos recicláveis que são gerados. A *head* de ESG da T4F, Monique Viana, estimou à **CNN** que devem ser geradas até **99 toneladas de recicláveis** ao longo do festival. Por isso, foi fechada uma parceria com a cooperativa Coopercaps, que desde a madrugada deste sábado (25/3) vem trabalhando para que esses resíduos retornem à indústria como matéria-prima.

O diretor-comercial da Coopercaps, Marcos Paulo Nascimento, explicou à **CNN** que a cooperativa já possui experiência trabalhando em eventos de grande porte, como as corridas da Fórmula 1, no Autódromo, ou a série de seis shows do Coldplay no estádio do Morumbi – quando eles coletaram quase 40 toneladas de resíduos. No Lollapalooza, são cerca de 90 cooperados trabalhando: 60 no festival e outros 30 na unidade CRCC da



Coopercaps, no bairro Jurubatuba, vizinho a Interlagos. “A logística de coleta dos resíduos tem que ser feita de madrugada, e aí nossos cooperados vão trabalhando ao longo do dia para não acumular resíduos”, explicou.

Na cooperativa, os materiais são analisados em um trabalho dos cooperados em uma grande esteira para que seja separado aquilo que tem viabilidade comercial para a cooperativa. **A expectativa deles é de que consigam coletar e vender para empresas**, como, por exemplo, Coca-Cola e Braskem, uma quantidade similar ao que foi coletado com o Coldplay.

“Foi acertado com a Braskem que todos os copinhos PP vão retornar para a empresa, e com a Coca-Cola o retorno das garrafinhas pet”, completou. Marcos destacou a importância da participação da cooperativa nesse evento: “A maioria dos nossos cooperados moram aqui na região. Fizemos um estudo que mostrou que, em iniciativas como essa, cerca de 70 % da renda que os cooperados recebem fica na comunidade. É reinserida na economia local.” A iniciativa da parceria com a Coopercaps veio pela orientação da Casa Causa, consultoria contratada pelo Lollapalooza para coordenar a gestão de resíduos recicláveis, rejeitos e orgânicos gerados no evento. “Nenhum resíduo gerado no evento vai para o aterro sanitário. Os **materiais recicláveis vão para uma cooperativa de material reciclável**. Os orgânicos vão ser compostados e viram adubo. Outros resíduos que são rejeito terão seu reaproveitamento energético através da queima em fornos industriais, explicou à **CNN** a líder do projeto, Flávia Cunha.

#### TEXTO 4.

### O isopor: um vilão do meio ambiente que pode ter um final feliz

<https://saaeb.com.br/noticias/o-isopor-um-vilao-do-meio-ambiente-que-pode-ter-um-final-feliz/>

O isopor é um dos grandes vilões do meio ambiente, demorando muitos anos para se decompor e sendo um elemento de poluição visual quando descartado de maneira inadequada. Com a campanha SE-PA-RE, promovida pelo SAAE Barretos, a população é incentivada nesta semana a separar corretamente os resíduos, incluindo o isopor, e assim contribuir para a preservação do meio ambiente.

Este material frequentemente gera dúvidas sobre sua reciclabilidade. Ele é um material plástico leve e resistente, amplamente utilizado em embalagens e produtos descartáveis. Por ser altamente poluente e de difícil decomposição, o seu descarte correto é fundamental para evitar danos ao meio ambiente.

O isopor é um material plástico que pode ser reciclado, mas não é biodegradável, ou seja, ele não se decompõe naturalmente na natureza e pode levar centenas de anos para se decompor completamente. Na Usina de Triagem, **o isopor é separado dos demais materiais recicláveis e vendido para empresas especializadas em reciclagem de plásticos que dão um destino adequado para esse material, reduzindo a quantidade de resíduos descartados nos aterros sanitários.** Segundo Marcelo Borges, superintendente do SAAE Barretos, a campanha SE-PA-RE visa conscientizar a população sobre a importância da **separação correta dos resíduos e do descarte responsável.** “É fundamental que a população entenda que pequenas atitudes, como separar o isopor do lixo comum, podem contribuir para a preservação do meio ambiente e tornar Barretos uma cidade mais limpa e agradável para todos, especialmente para os turistas que visitam nossa cidade, que é uma estância turística. Portanto, é importante que cada cidadão faça a sua parte na **preservação do meio ambiente** separando corretamente os resíduos e destinando o isopor para a reciclagem. Com pequenas atitudes, podemos fazer a diferença e tornar o mundo um lugar melhor para se viver”, ressalta.



## TEXTO 5.

### **Não jogue fora! Veja como reaproveitar materiais que iriam para o lixo**

<https://oimparcial.com.br/cidades/2020/06/nao-jogue-fora-veja-como-reaproveitar-materiais-que-iriam-para-o-lixo/>

Em cadeia, essa produção de lixo caseiro pode representar sérios problemas para o meio ambiente. Com mais tempo em casa, por causa do isolamento social imposto pela Covid-19, a produção de lixo tem aumentado em muitos lares Brasil afora. Em cadeia, essa produção de lixo caseiro pode representar sérios problemas para o meio ambiente, uma vez que grande parte da **população brasileira ainda não tem o hábito de fazer, em casa, a coleta seletiva**. A dona de casa Socorro Almeida (51) conta que há mais de 5 anos faz a parte dela, em casa, onde mantém duas lixeiras na área de serviço, no quintal, para separar o lixo reciclável do lixo orgânico. “Somente o lixo orgânico vai parar no caminhão compactador da coleta regular. No início, minha família achava que isso era bobagem, mas com o tempo todos viram que a atitude era a correta mesmo”, ressalta Socorro.

#### **Quanto mais delivery, mais lixo em casa**

Com todo tipo de resíduo acumulado nos aterros sanitários, os danos ao meio ambiente são drásticos. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), que tem 41 empresas associadas, a produção de lixo domiciliar teve uma elevação de mais de 10 %, e pode chegar a 20 % a mais, grande parte formada por resíduos recicláveis. Um dos fatores que explicam isso é o aumento das compras por internet ou telefone, para entrega via delivery. “As pessoas passaram a receber mais produtos embalados, e essas embalagens plásticas e de papel, que são recicláveis, passaram a ir para o lixo comum, quer seja pela falta de hábito na seleção dos diferentes tipos de resíduos quer seja pela indisponibilidade de sair de casa em meio ao isolamento social para levar esses resíduos a um Ecoponto da Prefeitura [de São Luís-MA], por exemplo, onde cada resíduo tem sua correta destinação”, observa o biólogo Sílvio Marinho.

Ao descartar embalagens, por exemplo, as pessoas jogam fora recursos naturais. “Para produzir essas embalagens, muitos materiais feitos a partir de recursos não renováveis, como petróleo e minerais, são utilizados”, esclarece o especialista, que aponta, ainda, outros graves impactos da destinação inadequada do lixo, como a contaminação da água, do solo e a poluição do ar. No mês e na semana em que se reflete

sobre a importância do meio ambiente (5 de junho é Dia do Meio Ambiente), deve-se lembrar que uma das formas mais efetivas de se ter uma vida mais sustentável é adotando práticas que visem o reaproveitamento do lixo doméstico.

- **Criatividade e reciclagem**

Para ajudar você a adotar atitudes mais conscientes e ecologicamente corretas, O Imparcial preparou algumas ideias que lhe farão pensar duas vezes antes de jogar qualquer coisa fora. Confira!

### **Vasos de plantas com garrafas pet**

As garrafas de plástico, como as garrafas pet, são um dos símbolos mais emblemáticos da reciclagem. Por isso, nossa primeira dica é um vaso de plantas feito com esse material. Você só precisa de uma garrafa pet, tesoura e tinta (de preferência, à prova d'água).



### **Chaveiro de rolha**

Apreciar um bom vinho no fim do dia é um ótimo programa, mas já pensou em reaproveitar a rolha da garrafa que foi aberta? Saiba que ela pode se transformar em um charmoso chaveiro. Para essa dica, vamos precisar apenas de uma rolha, uma argola para chaveiro e um parafuso de olho.



### **Estojo de caixa**

Este estojo reciclado pode ser uma ótima alternativa para organizar material escolar, ou, quem sabe, até ajudar a organizar as ferramentas de costura, como tesouras, botões, fitas e canetas. Para esse item você vai precisar de uma caixa de leite vazia, tesoura, tecido e cola.



### **Garrafa decorada**

Lembra aquela garrafa de vinho ou espumante que usamos na dica 2? Chegou a hora de reaproveitar a garrafa. Aqui, além da garrafa, vamos precisar de barbante e cola de isopor.

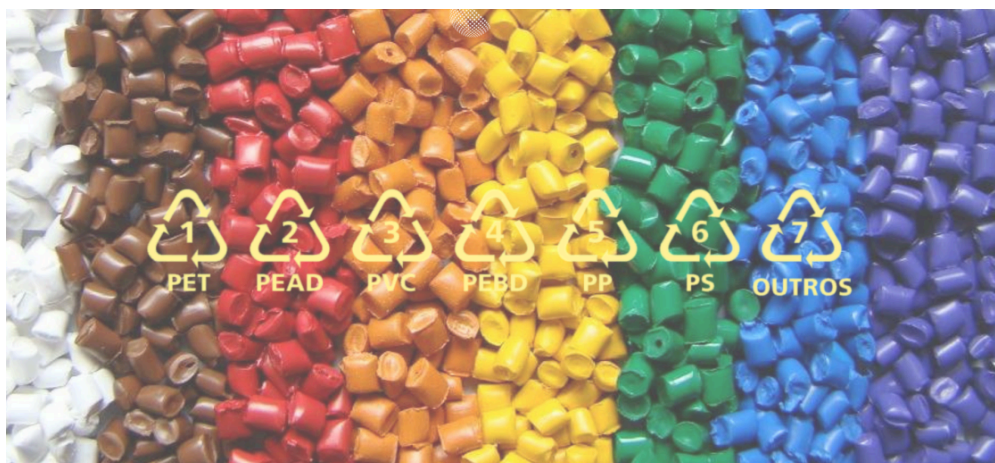


## APÊNDICE B - Textos para Aulas 04 e 05.

### TEXTO 1

#### Símbolos da reciclagem nas embalagens de plástico

<https://ecoassist.com.br/simbolos-da-reciclagem-nas-embalagens-de-plastico/>



Você com certeza já deve ter reparado naqueles símbolos presentes nas embalagens de plástico que você encontra por aí, não é mesmo? Os símbolos da reciclagem são encontrados normalmente na parte inferior da embalagem e possuem um triângulo com um número dentro.

O que pouca gente sabe é que esses símbolos da reciclagem são muito importantes, não apenas para o reaproveitamento da matéria-prima de materiais recicláveis, mas também para a sua saúde. Assim, com os códigos na embalagem, é possível descobrir qual tipo de plástico foi usado em sua composição, e portanto, como ele deve ser reciclado.

Eles **ajudam** os centros de reciclagem a classificar e separar corretamente os produtos para o correto reaproveitamento. Isso porque, nem todos os centros de reciclagem são equipados para lidar com todos os tipos de plástico. Dessa forma, os códigos auxiliam o consumidor a saber quais recipientes devem ser entregues em determinados locais de coleta de resíduos e quais são mais indicados para armazenar alimentos. Para entender os significados dos símbolos de reciclagem, confira mais detalhes neste post!

#### QUAL A DIFERENÇA ENTRE PLÁSTICO TERMOFIXO E TERMOPLÁSTICO

**Termofixos:** Plástico termofixo é um tipo de plástico rígido que não sofre alterações químicas sob calor e pressão. Devido a essa característica, plásticos termofixos não podem ser remodelados após o seu resfriamento. Portanto, eles não se submetem a novos ciclos de processamento, ou seja, não são recicláveis.

### Quais plásticos são termofixos?

- Poliuretanos (PU); Poliacetato de Etileno Vinil (EVA); Poliésteres e resinas fenólicas (bolas de sinuca, adesivos e tintas) entre outros.

### Onde é possível encontrar plásticos termofixos?

Esses tipos de plásticos, por não sofrerem alteração, são empregados em produtos de alta exigência técnica bem específicos como peças de automóveis e aviões. Em contrapartida, a boa notícia é que 90% das resinas encontradas no mercado são termoplásticos e, portanto, podem ser reciclados.

**Termoplásticos:** Esses tipos de plásticos possuem alta performance e possuem um uso mais comercial por possuírem condições técnicas e de propriedades como: melhores processos e custos.

Os **termoplásticos** mais encontrados no mercado são:

- Polietilenos (PEAD, PEBD, PEMD, PEBDL,etc); Policloreto de Vinila (PVC); Polietileno Tereftalato (PET); Polipropileno (PP); Poliamidas (PA); Poliestireno (PS); Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS); Policarbonato (PC); Polibutadieno Tereftalato (PBT).

Além do tipo de plástico, existem certos produtos plásticos que dificultam o processo de reciclagem. São eles:

- Recipientes que acondicionam alimentos apresentam contaminantes que são difíceis de remover, como é o caso de gordura;
- Invólucros utilizados para acondicionar produtos tóxicos;
- Espuma, celofane, fralda descartável, adesivos;
- Baquelite – peças de rádio e telefone, cabo de panela, interruptores e tomadas (para a reciclagem desse material contrate a Ecoassist, que fará a coleta do material diretamente na sua casa ou empresa);
- Embalagens metalizadas;

- Copos de acrílico.

Para nossa sorte, o consumo desses tipos de plásticos representa menos que 10 % do consumo total. O ideal é sempre evitar a utilização desses materiais e, caso seja necessário utilizá-los, buscar pontos de coleta específicos para esses materiais. Por isso, sempre se atente para os símbolos da reciclagem presentes no produto.



Fonte: Meu Resíduo (2020) apud Ecoassist (2021)

### 1. Polietileno tereftalato (PET), código representado pelo número 1 dentro do triângulo.

PET é a sigla para um polímero chamado polietileno tereftalato, que traz em sua embalagem o símbolo representado pelo número 1. Ele é um dos plásticos mais utilizados no meio industrial devido à várias vantagens. Além do mais, ele é um poliéster termoplástico e, portanto, pode ser reciclado e reutilizado.

**Onde encontrar:** embalagens de produtos alimentícios, embalagem de produtos de limpeza e decorações.

O grande problema do plástico é, como você já deve saber, o seu tempo de degradação no meio ambiente: 400 anos! Ou seja, utilizamos uma embalagem por

apenas alguns dias e que, se não for reciclada, ficará poluindo o meio ambiente pelos próximos séculos. A boa notícia é que existem vários processos que podem ser utilizados para reciclar o PET, entre eles, o processo de reciclagem mecânica.

### **Como funciona a reciclagem do PET por reciclagem mecânica**

- **Triagem:** esse primeiro processo é o da separação das embalagens por cor e a divisão de tudo que é PET e o que não é (como tampas e rótulos).
- **Moagem:** o material depois de separado é encaminhado para um moinho que corta e tritura o PET. Esse material passa a ser chamado de floco ou flake de PET.
- **Lavagem:** essa parte é essencial para descontaminar o material e manter suas propriedades. Os flakes de PET são lavados com água para retirar possíveis impurezas do material.
- **Extrusão:** depois de lavados e secos, os flakes são submetidos a altas temperaturas em uma máquina extrusora. O aquecimento promove a fusão dos flakes, que vão para uma matriz para a formação de filamentos. Esses filamentos são resfriados para serem cortados, obtendo, assim, os grânulos de PET, que possuem diversas aplicações. Em virtude de possuir ótima resistência química, mecânica e de ser leve, o PET reciclado apresenta diversas utilidades.

### **Depois de reciclado o PET vira o que?**

Há muitas possibilidades para a PET virar um novo produto, entre eles podemos citar: mantas, edredons, caixas d'água, bolas, chuteiras, fibra para carpete, vassoura, embalagens de produtos de limpeza, entre outras. Segundo a Abipet (Associação Brasileira da Indústria do PET) em 2019, 55 % das embalagens PET foram recicladas!

## **2. Polietileno de Alta Densidade (PEAD), símbolos da reciclagem de número 2**

Outro código entre os símbolos em embalagens plásticas é o do plástico tipo PEAD, obtido pela polimerização do etileno (e também é conhecido como eteno). Deste modo, devido a sua característica de ter estrutura variável de acordo com a temperatura (termoplástico), o PEAD é reciclável e terá o símbolo de material reciclável. Ele é um plástico inquebrável, resistente a baixas temperaturas, leve e impermeável.

**Onde encontrar:** caixas de leite de plástico, garrafas de suco, embalagens de detergente, embalagens de óleos automotivos, tampas, potes, frascos de shampoo, entre outros.

### **Depois de reciclado o plástico PEAD vira o que?**

Uma vez que o plástico já foi extrusado ele pode se transformar em: balões, sacolas plásticas, recipientes que não sejam de uso alimentício, entre outros.

### **3. Cloreto de Polivinil (PVC), código de número 3**

Você já deve ter visto esse plástico em tubos usados em construções. Ele é o PVC, formado por 57 % de cloro e 43 % de eteno (derivado do petróleo) e traz o símbolo de número 3 nas embalagens de plástico. Tem como característica ser mais rígida, transparente (quando desejável pelo fabricante), impermeável, e inquebrável.

**Onde encontrar:** Na construção civil ele é usado em tubulações de água e de esgoto e também é muito encontrado em encapamentos de cabos elétricos, equipamentos médico-cirúrgicos, lonas, esquadrias e revestimentos. Também é bastante utilizado em produtos resistentes como cones de sinalização, calhas e até mesmo, brinquedos.

Depois de reciclado, o plástico PVC pode ser encontrado: mangueira de jardim, tubulação de esgoto e cone de tráfego e cabos.

### **4. Polietileno de Baixa Densidade (PE), símbolos da reciclagem de número 4**

O Polietileno de Baixa Densidade é o polímero mais utilizado no Brasil, segundo relatório anual publicado pela Abiplast. Em 2019, o PE correspondeu a 20,6 % de todo o plástico consumido. Esse tipo de plástico tem como símbolo reciclagem o número quatro dentro de um triângulo e é obtido através da polimerização do eteno. Ele também é o polímero mais simples e mais barato do mercado devido à sua alta produção mundial.

**Onde encontrar:** plástico filme, utilidades domésticas, sacolas plásticas de supermercados, bolsas de soro fisiológico, entre outros

Depois de reciclado o plástico PE se transforma em: saco de lixo e tubulação para irrigadores.

### **5. Polipropileno (PP), código de número 5**

Esse tipo de plástico é uma resina de baixa densidade e tem propriedades muito parecidas com a do polietileno (PE), porém seu ponto de amolecimento quando aquecido é mais elevado. Uma característica interessante do plástico polipropileno é seu efeito “dobradiça” que permite confeccionar peças com dobras no próprio material – *pode ser usado para estojos de óculos e tampas de frascos, por exemplo.*

**Onde encontrar:** embalagens flexíveis, sacos para grãos e fertilizantes, brinquedos, copos plásticos, potes de margarina, tampas de refrigerantes, seringas de injeção, autopeças, tupperware, copos descartáveis entre outros.

Depois de reciclado o plástico polipropileno pode ser transformado: caixas e cabos para bateria de carro etc.

## 6. Poliestireno (PS), símbolos da reciclagem de número 6

O poliestireno é um dos plásticos mais usados no mundo por ser leve e barato. O uso do PS deve ser restringido pois possui substâncias cancerígenas que podem ser liberadas quando o material é aquecido.

Por ser bastante flexível, esse tipo de material pode ser usado de três maneiras diferentes:

- Poliestireno comum: também conhecido como “cristal” é um tipo semelhante ao vidro, mais frágil e menos flexível e, por isso, quebra-se facilmente.
- Poliestireno de alto impacto: nesse processo o material é mais resistente, não é transparente e possui uma porcentagem de borracha em sua composição.
- Poliestireno como isopor: o mais conhecido pelas pessoas, esse material é obtido através do seu aquecimento.

**Onde encontrar:** copos descartáveis de isopor, caixas de ovos, talheres de plástico e alguns recipientes de alimentos.

Depois de reciclado o poliestireno pode ser usado para confecção de: bandejas, itens para escritório, enchimento de puffs e bancos, placas para isolamento térmico, acessórios para escritório e bandejas.

## 7. Outros ou Material Não Rotulado com símbolos da reciclagem

Produtos que não possuem símbolos da reciclagem ou que possuem o número 7 frequentemente são feitos à base de **policarbonato (PC), ABS, poliamida ou acrílicos**. Logo, a reciclagem desses materiais plásticos é inviável na maioria das vezes e por isso, o destino mais ecologicamente correto é o coprocessamento.

O uso de mamadeiras de policarbonato: nem todo mundo sabe, mas na produção do policarbonato é usado um composto chamado **bisfenol A**. Esse composto pode ser liberado quando plástico entra em contato com produtos de limpeza que possuem pH básico.

O bisfenol A foi proibido pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) de entrar na composição de mamadeiras por representar um grande risco à saúde dos bebês. De acordo com pesquisas, a ingestão dessa substância provoca puberdade precoce e alterações no sistema reprodutivo. O limite permitido de liberação do composto bisfenol A em embalagens de alimentos é de 0,6 mg/kg de material plástico, mas o mais

seguro é que produtos desse material sejam evitados. Ainda de acordo com estudos, a ingestão do bisfenol A por adultos podem aumentar casos de câncer de mama e de próstata, diminuição da contagem de espermatozoides, efeitos neurológicos semelhantes ao da hiperatividade e déficit de atenção, diabetes, obesidade, e ainda, a possibilidade de se acumular no ambiente e se decompor lentamente contaminando-o. Portanto, se você notar o símbolo “PC” em garrafas e embalagens de alimentos plásticos, ou mesmo se o plástico não for identificado, não consuma.

## TEXTO 2.

### 5 Rs da sustentabilidade: Saiba como preservar o meio ambiente

<<https://www.mt.senac.br/ecos/dicas/210/>>

Nem todos os resíduos se degradam rapidamente no meio ambiente. O plástico, por exemplo, é um tipo de lixo que pode chegar aos nossos oceanos e demorar por volta de 400 anos para degradar, podendo prejudicar as espécies marinhas. Apesar dos diversos destinos errados na eliminação de resíduos, podemos encontrar maneiras positivas de se envolver no ciclo de produção, consumo e desperdício. Entra então os 5 Rs da sustentabilidade.

#### **O QUE SÃO OS CINCO RS?**

Os Cinco Rs são um estilo de vida sustentável preocupado com a diminuição da geração de resíduos no planeta. As cinco palavras - repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar - ajudam a construir um comportamento humano em compromisso com o meio ambiente.

#### **REPENSAR:** Seja um consumidor consciente

Quem nunca comprou alguma coisa por impulso? Quem nunca comprou algo que já tinha? E o pior, quem nunca comprou algo que não precisava?

Todos nós cometemos alguns desses erros em alguma fase da vida. Muitas vezes não paramos e refletimos a real necessidade de adquirir tal produto. O consumo exagerado é uma das maiores causas para a degradação do meio ambiente. Antes da compra é importante avaliar todo o ciclo de vida do produto, desde a sua produção até o seu descarte, avaliando principalmente, sua rotulagem ambiental. Adquirir esse hábito de repensar na hora de consumir um produto, além de ajudar a minimizar os impactos no meio ambiente. Essa ação ajuda também no seu orçamento.

O ato de repensar **não envolve** apenas os consumidores, envolve também as empresas. As organizações devem repensar nos seus hábitos de consumo, descarte do resíduo e a escolha por material para produção do produto.

#### **RECUSAR:** Prefira empresas ligadas a ideias sustentáveis

O segundo passo para minimizar a produção de resíduos é impedir que os resíduos entrem em sua casa. A etapa “recusar” envolve dizer “não” para desperdiçar sob

a forma de descartáveis de uso único, como: sacolas, canudos, lixo eletrônico, entre outros objetos de vida curta que possuem uma única passagem para a lata de lixo.

**Recuse coisas que você não precisa.** Prefira empresas que firmam um compromisso com o meio ambiente. Está ficando cada vez mais recorrente empresas que buscam substituir ações que provocam grande dano ao meio ambiente e se ligarem a ideias sustentáveis, para que no final do processo, tenha um produto mais limpo. **A tendência daqui a pouco tempo é consumir apenas produtos das empresas que têm uma postura de responsabilidade com os valores ambientais e sociais.** A moda é um mercado que está em alta, uma vez que eles perceberam em seu público uma necessidade de entender sobre toda a fabricação do produto.

O mercado de sapatos sustentáveis, por exemplo, está crescendo exponencialmente e está surgindo, cada vez mais, marcas que além de declarar seu resultado financeiro, declaram também o que fazem para minimizar o impacto ambiental, suas metas e causas que defendem. Largue as sacolas plásticas, as embalagens não recicláveis e as lâmpadas incandescentes e preste atenção nas empresas com uma pegada sustentável.

#### **REDUZIR:** Preste atenção na durabilidade dos produtos

Existem várias ações que podemos tomar para reduzir o nosso consumo. Creio que a principal delas seja comprar produtos que tenham uma maior qualidade e durabilidade, mesmo que isso saia por hora, um pouco mais caro.

Evite o desperdício e adquira hábitos que diminuirá os impactos ao meio ambiente, como: Imprimir frente e verso no papel; trocar roupas entre os amigos e familiares; usar canecas ao invés dos copos plásticos; dar preferência para as embalagens retornáveis; usar lâmpadas econômicas; de preferência para coador de pano para fazer seu café.

Esses são só alguns exemplos que poderíamos adaptar no nosso dia a dia para que possamos reduzir o nosso consumo.

#### **REUTILIZAR:** Dê uma nova utilidade para o seu produto e cumpra mais um dos Cinco Rs da sustentabilidade

Hoje em dia, quase não vemos mais a reutilização dos produtos. Tudo que não serve mais é rapidamente descartado. A ação da reutilização é a que mais precisa ser entendida e colocada em prática por nós. Reaproveitar o produto significa dar **uma nova utilidade para um item já usado**, dessa forma, evitando um novo processo de produção

daquela mercadoria. Aumentando a sua vida útil é possível produzir menos resíduos, impactando de forma positiva no meio ambiente.

Use sua criatividade para transformar seus produtos em material de artesanato a partir de embalagens de vidro, papel, plástico, metal, CD's, entre outros. As empresas também buscam utilizar esse R da sustentabilidade, uma vez que ajuda a empresa a diminuir seus custos de aquisição, já que não será necessário adquirir a matéria-prima para fabricação.

**RECICLAR:** um dos Cinco Rs da sustentabilidade mais comentados.

Essa ação é imprescindível colocar em prática o mais rápido possível. A reciclagem consiste na transformação do resíduo sólido que não seria aproveitado em um novo produto. No processo, existem mudanças em seus estados físicos, físico-químico ou biológico, de modo a atribuir características ao resíduo para que este se torne novamente matéria-prima ou produto.

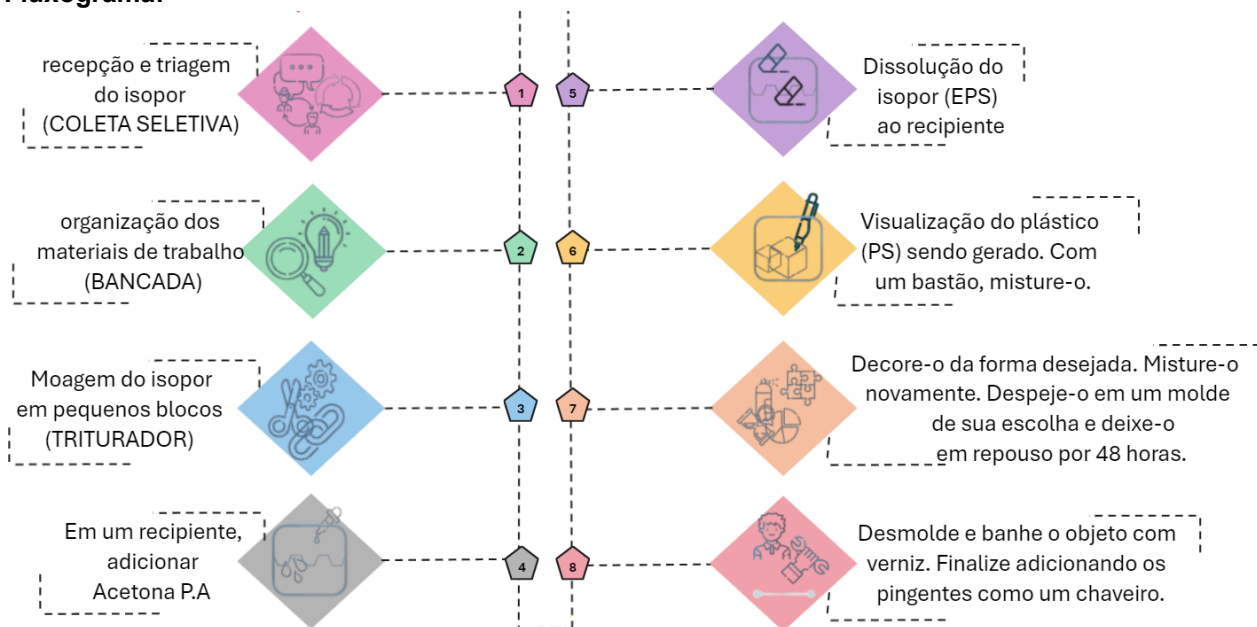
Além de contribuir economizando água e nossas matérias-primas, gera emprego e renda para a população. A coleta seletiva deve fazer parte da realidade de todas as casas e já que, dessa forma, estaríamos contribuindo para acelerar o processo para esses trabalhadores além diminuindo a quantidade de lixo descartado.

## APÊNDICE C - Roteiro para aula 05.

**Quadro 06.** Roteiro para confecção de chaveiros a partir de EPS reciclado.

**Experimento:** confecção de chaveiros a partir de EPS reciclado e aditivos.

### Fluxograma:



### Materiais e Reagentes

- Acetona P.A.
- Thinner (30 mL) + Água (30 mL);
- Poliestireno Expandido (Isopor);
- Tinta (PVA) para Artesanato;
- Glitter;
- Molde de Acetato/Silicone com diferentes Formatos;
- Béquer (50 mL);
- Vidro Relógio;
- Bastão De Vidro;
- Espátula;
- Pinça;
- Pincel;
- Verniz;
- Alicates;
- Argola de Chaveiro com Corrente e Pino;

### Procedimentos

1. Em sua bancada, corte alguns pedaços de isopor e reserve-o.
2. Separe os aditivos (tinta PVA e glitter) e as vidrarias que vocês utilizarão, lembre-se, o chaveiro será de sua autoria, então capriche!
3. Com a capela ligada ou em um ambiente arejado, despeje com cuidado 5 mL de acetona P.A em um béquer ou Prepare a proporção 30 mL de *Thinner* + 30 mL de Água. Em seguida, acrescente a acetona ou a mistura de *Thinner*, os pedaços cortados de isopor, misture bem com o bastão de vidro.

**OBS:** A intenção é deixar a 'massa' um pouco úmida, pois o resíduo moldará melhor e resultará em produto mais conciso.

- 
4. Observa-se que o ar que é acrescentado ao EPS é removido e forma-se o PS ( sólido branco que vocês veem), Esse sólido é moldável e pode ser adicionado aditivos. Com uma pinça, retire o sólido e despeje-o em um vidro relógio.
  5. Com os aditivos separados (glitter e tinta), comece a decorar da forma que você deseja, utilize a espátula para acrescentar o glitter e a tinta. Novamente com o bastão de vidro, mexa até formar uma massa colorida e moldável. Passe o sólido para a mão e molde até a pigmentação e os glitters pegarem.
  6. Pegue o molde de acetato/silicone, encaixe seu sólido decorado e reserve-o. É necessário aguardar 48 horas para secar, pois é nesse momento que toda acetona é evaporada do seu chaveiro.
  7. Após as 48 horas, separe alicate, pincel, verniz, argola e pino para finalizar seu chaveiro. Desmolde o chaveiro dos acetatos, lixe finalizando o acabamento, passe verniz com o pincel na sua peça e encaixe o pino e a argola no seu chaveiro.

---

**Fonte:** autor (2024).