

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM QUÍMICA- PROFQUI

ANA PAULA DA SILVA

**O LUGAR DA QUÍMICA NO NOVO ENSINO MÉDIO: PROMOVENDO A  
EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O USO E  
DESCARTE DE PLÁSTICO**

Maceió

2024

ANA PAULA DA SILVA

**O LUGAR DA QUÍMICA NO NOVO ENSINO MÉDIO: PROMOVENDO A  
EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O USO E  
DESCARTE DE PLÁSTICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI como requisito para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Salgueiro Machado.

Maceió

2024

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 - 1767

S5861 Silva, Ana Paula da.  
O lugar da química no novo ensino médio : promovendo a educação ambiental através da conscientização sobre o uso e descarte de plástico / Ana Paula da Silva. – 2024.  
73 f. : il. color.

Orientadora: Sonia Salgueiro Machado.  
Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Maceió, 2024.  
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 62-65.  
Apêndices: f. 66-73.

1. Plásticos. 2. Educação ambiental. 3. Química - Estudo e ensino. 4. Descarte de materiais. 5. Conscientização. I. Título.

CDU: 372.854:504



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
PROFQUI

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA PAULA DA SILVA

**O LUGAR DA QUÍMICA NO NOVO ENSINO MÉDIO: PROMOVEDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O USO E DESCARTE DE PLÁSTICO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional de Química da UFAL como requisito parcial à obtenção do grau de mestre

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente



SONIA SALGUEIRO MACHADO  
Data: 04/06/2024 11:44:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª. Dra. SONIA SALGUEIRO MACHADO  
Orientadora (UFAL/PROFQUI)

Documento assinado digitalmente



JOHNNATAN DUARTE DE FREITAS  
Data: 07/06/2024 10:22:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. JOHNNATAN DUARTE DE FREITAS  
Examinador Externo (IFAL)

Documento assinado digitalmente



VALERIA RODRIGUES DOS SANTOS MALTA  
Data: 05/06/2024 11:00:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª. Dra. VALERIA RODRIGUES DOS SANTOS MALTA  
Examinadora Interna (UFAL/PROFQUI)

Dedico este trabalho a minha mãe Maria Rita da Silva (dona Ritinha em memória), e ao meu pai, Edvaldo José da Silva (Seu Edvaldo), por todos os valores que me ensinaram e por terem me direcionado todo o amor que um filho pode ter, por ter me apoiado e me dado lições valiosíssimas que levarei comigo por todo o sempre.

Dedico também aos meus irmãos, que sempre torceram por mim e me apoiaram em toda a minha jornada de vida pessoal, profissional e acadêmica.

Saibam que dar orgulho a vocês foi minha maior motivação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus primeiramente, pela força que me dá em todos os momentos de minha vida e principalmente no desenvolver deste trabalho.

Aos meus pais, Maria Rita da Silva (em memória) e Edvaldo José da Silva, pessoas maravilhosas, guerreiros, batalhadores, amorosos, exemplos de vida que sempre se orgulharam de mim. Aos meus irmãos e a toda minha família que sempre me apoiaram a ir atrás dos meus objetivos, e um deles é a conclusão deste mestrado.

A Prof<sup>a</sup> Dra. Sonia Salgueiro Machado, por todo apoio, sabedoria, paciência e por acreditar que eu sou capaz me orientando com excelência. Mesmo chegando sem me conhecer direito, direcionou a mim toda a atenção, mesmo de forma online. Só tenho a agradecer aos seus ensinamentos pessoais e acadêmicos, orientações, palavras de incentivo e dedicação. A senhora é inspiração para me tornar melhor em tudo que faço.

Ao Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional- PROFQUI e à Universidade Federal de Alagoas- UFAL pela oportunidade. Aos docentes que compartilharam grandes ensinamentos e dedicaram seu tempo a todos nós e fizeram parte dessa jornada, todos tiveram igual importância, foram profissionais inspiradores.

À CAPES, pela bolsa fornecida e pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e profissional.

Aos meus amigos de turma, que compartilharam as alegrias e angústias de profissão e de jornada acadêmica.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos.

*“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”*

*(Antoine Lavoisier)*

## RESUMO

Diante da grande problemática em torno do uso e descarte inconsciente dos plásticos e pela observação dentro do ambiente escolar e seu entorno, percebeu-se a necessidade de um estudo voltado para a conscientização sobre o uso e descarte de plásticos. Após questionamentos feitos aos estudantes sobre a problemática plásticos, notou-se a importância da inserção dessa temática nas aulas de química do ensino médio da Escola Estadual Adalberto Marroquim. Fato que motivou a abordagem da temática “Polímeros” e a partir daí, o desenvolvimento de uma cartilha com aulas voltadas para maior conhecimento sobre o tema. A mediação do professor é fundamental para auxiliar o desenvolvimento crítico e a conscientização chamando a atenção também para a temática sustentabilidade, de modo que o discente compreenda o mundo que o cerca e qual o seu papel nesse contexto com vistas a amenizar impactos ambientais. O principal objetivo desta sequência didática é que os estudantes saibam reconhecer os diferentes tipos de polímeros, focando no consumo sustentável de materiais plásticos, de modo que possam agir ativamente no local onde estão inseridos, contribuindo com a sociedade. Destaca-se esta problemática nas aulas de Química buscando um lugar no novo cenário da educação no Brasil, tendo em vista implantação do Novo Ensino Médio, trazendo os Itinerários Formativos, e dentro destes, uma roupagem de destaque para a Química. O produto educacional consiste em uma cartilha que possa contribuir significativamente com as aulas de química de qualquer professor que queira abordar esta temática, chamando a atenção tanto para o conhecimento dos “Polímeros”, quanto para a conscientização sobre o uso e descarte destes materiais contribuindo para o desenvolvimento sustentável de forma efetiva.

**Palavras-chave:** Plásticos. Educação Ambiental. Ensino de Química. Descarte. Conscientização.

## ABSTRACT

Given the great problem surrounding the unconscious use and disposal of plastics and through observation within the school environment and its surroundings, the need for a study aimed at raising awareness about the use and disposal of plastics was realized. After asking students questions about the issue of plastics, the importance of including this topic in high school chemistry classes at Escola Estadual Adalberto Marroquim was noted. This fact motivated the approach to the theme “Polymers” and from there, the development of a booklet with classes aimed at greater knowledge on the topic. Teacher mediation is essential to assist critical development and awareness, also drawing attention to the topic of sustainability, so that students understand the world around them and what their role is in this context with a view to mitigating environmental impacts. The main objective of this teaching sequence is for students to know how to recognize the different types of polymers, focusing on the sustainable consumption of plastic materials, so that they can act actively in the place where they are located, contributing to society. This problem stands out in Chemistry classes seeking a place in the new educational scenario in Brazil, with a view to implementing the New High School, bringing the Training Itineraries, and within these, a prominent guise for Chemistry. The educational product consists of a booklet with an identical sequence that can significantly contribute to the chemistry classes of any teacher who wants to address this topic, drawing attention to both the knowledge of “Polymers” and the awareness of their use and disposal. materials effectively contributing to sustainable development.

**Keywords:** Plastics. Environmental education. Chemistry teaching. Discard. Awareness.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Competências Gerais da Educação Básica .....	19
Figura 2	– Representação de um processo de policondensação de um polímero....	32
Figura 3	– Ciclo de vida ideal para polímeros biodegradáveis provenientes de fontes renováveis .....	44
Figura 4	– Representação das classes de biopolímeros.....	45
Figura 5	– Tipos de plásticos biodegradáveis .....	46
Figura 6	– Bactéria que decompõe o plástico no ambiente (Ideonella Sakaiensis)	50
Figura 7	– Aplicação do questionário e panfletagem .....	56
Figura 8	– Panfletos utilizados durante a panfletagem.....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Percentual referente a aplicação do questionário na escola 1 .....	57
Gráfico 2	– Percentual referente a aplicação do questionário na escola 2 .....	58
Gráfico 3	– Percentual referente a aplicação do questionário na escola 3 .....	58
Gráfico 4	– Percentual referente a aplicação do questionário na escola 4 .....	59
Gráfico 5	– Comparativo das respostas da questão 1: Você sabe do que é feito o plástico? .....	59
Gráfico 6	– Comparativo das respostas referente a questão 2: Você já ouviu falar no termo POLÍMERO? .....	60
Gráfico 7	– Comparativo das respostas da questão 4: É comum, diariamente o uso de sacolas plásticas e canudos plásticos? .....	60
Gráfico 8	– Comparativo das respostas da questão 7: Você sabe quanto tempo dura a decomposição do plástico? .....	61
Gráfico 9	– Comparativo das respostas da questão 13: E em relação à população, você acha que eles aceitariam mudar o hábito do uso de sacolas plásticas por sacolas retornáveis? .....	61
Gráfico 10	– Comparativo das respostas da questão 19: Você acredita que é possível reduzir os problemas ambientais no mundo reduzindo o consumo e descarte de plástico?.....	62
Gráfico 11	– Comparativo das respostas da questão 20: Você acha que os impactos ambientais seriam menores se o plástico fosse substituído por materiais biodegradáveis? .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Polímeros e seu histórico	29
Tabela 2	– Códigos de reciclagem dos polímeros	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABICOM	Associação Brasileira de Polímeros Compostáveis
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FGB	Formação Geral Básica
IF	Itinerários Formativos
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Polímero de Amido
PBAT	Poli (butileno adipato-co-tereftalato)
PBS	Polibutileno succinato
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PET	Tereftalato de Polietileno
PHA	Poli(hidroxialcanoato)
PLA	Poliácido Lático
PNE	Plano Nacional da Educação
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNUMA	Programa das nações Unidas para o Meio Ambiente
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de Vinila
REM	Reforma do Ensino Médio
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	16
1.1.1	Geral .....	16
1.1.2	Específico .....	16
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b> .....	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
<b>2.1</b>	<b>O lugar da Química na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)</b> .....	18
<b>2.2</b>	<b>O Ensino de Química dentro da modelagem do Novo Ensino Médio</b> .....	24
<b>2.3</b>	<b>Educação Ambiental no Ensino de Química</b> .....	25
<b>2.4</b>	<b>Os Polímeros e seu histórico: Classificação</b> .....	27
2.4.1	Polímeros Naturais .....	29
2.4.2	Polímeros Sintéticos .....	30
<b>2.5</b>	<b>Tipos de Polímeros</b> .....	32
<b>3</b>	<b>POLÍMEROS E SUA RELEVÂNCIA NA SOCIEDADE</b> .....	34
<b>3.1</b>	<b>Coscientização: o caminho para a redução do impacto negativo causado pelo descarte inadequado de plástico</b> .....	35
<b>3.2</b>	<b>A importância da reciclagem dos plásticos</b> .....	36
<b>3.3</b>	<b>Microplástico e seus impactos</b> .....	40
<b>3.4</b>	<b>Biopolímeros</b> .....	43
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	48
<b>5</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA: DESENVOLVIMENTO</b> .....	49
<b>5.1</b>	<b>Aula 1: Introdução ao estudo dos Polímeros</b> .....	50
<b>5.2</b>	<b>Aula 2: Todo plástico é polímero, mas nem todo polímero é plástico</b> .....	51
<b>5.3</b>	<b>Aula 3: Polímeros; Classificação</b> .....	52
<b>5.4</b>	<b>Aula 4: Mecanismos de polimerização</b> .....	52
<b>5.5</b>	<b>Aula 5: Conscientização sobre o uso e descarte de plástico</b> .....	53
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	55
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	64
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65

<b>APÊNDICES .....</b>	<b>69</b>
------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

O plástico não é inerentemente prejudicial, é uma invenção humana que gerou benefícios significativos para a sociedade. Infelizmente, a forma como as indústrias e os governos têm manuseado o plástico, e a forma como a sociedade o transformou num produto descartável e de utilização única, transformou esta inovação num desastre ambiental para o Planeta. Existe a preocupação, em todos os setores, quanto a agressão ao meio ambiente causada pelos resíduos originados nos processos, serviços e produtos que são utilizados na vida moderna. Os polímeros sintéticos e os naturais modificados, que são muito utilizados em diferentes embalagens, têm sido um dos grandes problemas da poluição ambiental, principalmente, porque estes materiais tem ocupado grandes volumes de resíduos sólidos urbanos ao longo dos últimos anos (MANRICH, 2007).

Os polímeros são encontrados na natureza há muitos anos, dentre alguns exemplos temos os biopolímeros como os polissacarídeos, proteínas e DNA encontrados nas células dos organismos vivos; como resina do pinheiro, o asfalto, o betume, o âmbar, a resina shellac, a cera de abelha, dentre outros (WARTHA, 2003).

Esses materiais são chamados de polímeros naturais. O crescimento dos polímeros artificiais vem ocorrendo desde o século XIX, com a descoberta do monômero de vinil celulose, e a partir de então, as descobertas relacionadas ao plástico vem crescendo cada vez mais. A descoberta das poliamidas, o polietileno, os poliuretanos, o politetrafluoretileno e silicones, representa uma grande revolução para os seres humanos, bem como dos termoplásticos, com suas funções e também na sua competitividade e viabilidade econômica. (FERRAROLI, 2003).

A palavra polímero segundo Silva e Silva (2003) é utilizada para classificar moléculas orgânicas formadas por um grande número de unidades moleculares repetidas, denominadas meros. Mero significa partes e poli, muitos. Então o significado oriundo da palavra polímeros é muitas partes.

Na antiguidade o homem conhecia somente os polímeros naturais (a palavra polímeros vem do grego *polimeres*, que quer dizer “ter muitas partes”) que são moléculas muito grandes constituídas pela repetição de pequenas e simples unidades químicas denominadas de monômeros, peso molecular elevado, a maioria é de origem orgânica e são encontradas na natureza. Dentre os mais importantes estão os carboidratos ou açúcares (celulose, amido, glicogênio etc.), as proteínas (existente em todos os seres vivos) e os ácidos nucleicos (FERRAROLI, 2003).

Atualmente, muito se tem discutido sobre os problemas ambientais referentes reservação do meio ambiente e do mau uso de recursos naturais (SANTOS; JACOBI, 2011). Sobre esse aspecto, destacamos a poluição causada pelo descarte inadequado de resíduos sólidos e orgânicos, o que ocasiona uma enorme quantidade de lixo. Essa prática tem sido considerada como propulsora de impactos negativos para o meio ambiente (OLIVEIRA, 2014).

O desenvolvimento dos polímeros tornou a vida cotidiana mais confortável e prática, mas ao mesmo tempo não dimensionamos as implicações do seu uso excessivo, bem como seu impacto no ambiente ao ser descartado. O mundo exige cada vez mais práticas sustentáveis na interação da sociedade com os sistemas naturais. Dessa maneira, ocorre uma tendência de construir uma ciência que caminha para a sustentabilidade, a qual o objetivo é consolidar atividades socioambientais que respeitem o ser humano e os recursos naturais (SOUSA; SILVA; COSTA, 2019).

Convivemos com polímeros desde sempre, uma vez que as proteínas, o DNA e os polissacarídeos que existem em nosso organismo, nos animais e vegetais, são exemplos de polímeros naturais (GALEMBECK, 2001).

Os polímeros sintéticos estão presentes nos mais variados setores da nossa contemporânea e complexa sociedade (do cotidiano pessoal ao industrial, tecnológico, hospitalar, escolar, enfim, em todas as esferas da vida), constituindo-se o grupo de substâncias mais importante para a vida moderna que fazem parte do nosso dia a dia e têm sido propostos para os mais variados fins. Como exemplos de polímeros sintéticos têm-se os plásticos, borrachas, fibras, filmes, adesivos, tintas e vernizes (GALEMBECK, 2001).

Assim, o educador deve elaborar práticas pautadas na educação ambiental, que além de conscientizar seus estudantes, consiga conduzi-los para ações referentes ao desenvolvimento sustentável (SOUSA, 2019). Ferreira et al. (2019) sobre a educação ambiental destaca:

A Educação Ambiental nas escolas atua como agente formador de cidadãos mais conscientes e os torna aptos a atuar na realidade socioambiental que os cerca. A escola, mais do que conceitos e informações, deve trabalhar com atitudes e ações práticas, de modo que o aluno possa aprender a praticar ações direcionadas à preservação e à conservação ambiental. No espaço escolar, o aluno complementa sua socialização, portanto, deve vivenciar diariamente a prática de bons hábitos sociais e ambientais (FERREIRA et al., 2019, p. 202).

Diante destas considerações, torna-se necessário que a escola promova uma discussão mais ampla em sala de aula, que aborde as consequências do uso e descarte de polímeros no meio ambiente, bem como as implicações sociais de tais ações. Torna-se necessário então, que os alunos tenham uma melhor compreensão sobre os tipos de polímeros existentes, suas características, o destino destes materiais quando descartados (condições e tempo para sua degradação) e, também, dos efeitos do descarte dos materiais que a sociedade utiliza (SANTOS, 2017).

Com isso, pensar ações educativas que envolvam o conhecimento amplo sobre estes materiais e entender os efeitos do seu descarte no meio ambiente, passa a ser uma questão social importante. Isto, considerando-se que o mercado se encontra numa incessante corrida pelo desenvolvimento de novos produtos e que há, cada vez mais, novos materiais que se tornam obsoletos em um tempo cada vez menor (FREITAS et al., 2016).

Abordando temas como impactos ambientais, coleta seletiva, separação de resíduos sólidos, uso e descarte consciente de plástico, este trabalho pretende impactar positivamente a comunidade escolar e seu entorno promovendo a educação ambiental acerca de um trabalho de conscientização para além dos muros da escola.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Geral**

- Elaborar, analisar e aplicar uma sequência de ensino sobre polímeros que irá abordar os diferentes aspectos e as relações entre o conhecimento, as interações e o discurso em sala de aula com foco na sustentabilidade e conscientização sobre o uso e descarte de plástico.

### **1.1.2 Específicos**

- Elaborar uma sequência de ensino com atividades que relacionem o conhecimento sobre polímeros com a conscientização sobre a preservação do meio ambiente;
- Desenvolver as atividades planejadas em uma escola da rede estadual de ensino médio da rede pública de Alagoas com vistas a enriquecer as aulas de Química com a temática polímeros;
- Promover a conscientização ambiental no chão da escola;
- Utilizar conceitos básicos de química para promover a educação ambiental dentro da perspectiva da Química sustentável;
- Conscientizar sobre os danos causados pelo descarte de resíduos poliméricos de forma

inadequada no meio ambiente.

## **1.2 Justificativa**

Nos últimos anos a sociedade tem passado por diversas mudanças, e embora tenham trazido significativos benefícios, o atual cenário mostra o quanto todas estas mudanças foram prejudiciais ao meio ambiente. Em meio aos diversos problemas ambientais existentes atualmente, levando em consideração aqueles que de alguma maneira afetam negativamente, recebe destaque o uso e descarte de polímeros de forma desenfreada. Com isso, observa-se grande necessidade de formar agentes propagadores de ações que reduzam, ao menos no ambiente em que vivemos, estes impactos que afetam diretamente a sustentabilidade.

Para entender a importância do estudo dos polímeros basta olhar a nossa volta e observar a variedade de objetos que os utiliza como matéria prima: colchão, escova de dente, cartões de crédito, roupas, cadeiras dentre outros. Os polímeros invadiram todos os domínios da atividade humana como a construção civil, indústria elétrica e eletrotécnica, agricultura, saúde, embalagem, aparelhagem doméstica, indústria automobilística, decoração, etc.

Diante desse contexto, pode-se dizer que vivemos num momento onde fica difícil imaginar a vida sem os plásticos, borrachas e fibras que nos proporcionam tanto conforto. Com as suas vertentes científica, tecnológica e comercial os polímeros incorporam-se de forma permanente ao cotidiano das pessoas, influenciando decisivamente a vida da sociedade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O lugar da Química na Base Nacional Comum Curriculas (BNCC)

A Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 205, reconhece a educação como direito fundamental compartilhado entre Estado, família e sociedade ao determinar que a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Em 2014, a Lei nº 13.005/20147 promulgou o Plano Nacional de Educação (PNE), que reitera a necessidade de estabelecer e implantar, mediante pactuação interfederativa (União, Estados, Distrito Federal e Municípios), diretrizes pedagógicas para a educação básica e a base nacional comum dos currículos, com direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos(as) alunos(as) para cada ano do Ensino Fundamental e Médio, respeitadas as diversidades regional, estadual e local (BRASIL, 2014).

A Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional (LDB) deixa claros dois conceitos decisivos para todo o desenvolvimento da questão curricular no Brasil. O primeiro, já antecipado pela Constituição, estabelece a relação entre o que é básico-comum e o que é diverso em matéria curricular: as competências e diretrizes são comuns, os currículos são diversos. O segundo se refere ao foco do currículo. Ao dizer que os conteúdos curriculares estão a serviço do desenvolvimento de competências, a LDB orienta a definição das aprendizagens essenciais, e não apenas dos conteúdos mínimos a ser ensinados. Essas são duas noções fundantes da BNCC.

A relação entre o que é básico-comum e o que é diverso é retomada no Artigo 26 da LDB, que determina que os currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996; ênfase adicionada). BNCC está estruturada de modo a explicitar as competências que devem ser desenvolvidas ao longo de toda a Educação Básica e em cada etapa da escolaridade, como expressão dos direitos de aprendizagem e desenvolvimento de todos os estudantes. Na próxima página, apresenta-se a estrutura geral da BNCC para as três etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio). Também se esclarece como as aprendizagens estão organizadas em cada uma dessas etapas e se explica a composição dos códigos alfanuméricos criados para identificar tais

aprendizagens.

O Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica, direito público subjetivo de todo cidadão brasileiro. Todavia, a realidade educacional do País tem mostrado que essa etapa representa um gargalo na garantia do direito à educação. Entre os fatores que explicam esse cenário, destacam-se o desempenho insuficiente dos alunos nos anos finais do Ensino Fundamental, a organização curricular do Ensino Médio vigente, com excesso de componentes curriculares, e uma abordagem pedagógica distante das culturas juvenis e do mundo do trabalho. Para além da necessidade de universalizar o atendimento, outros grandes desafios do Ensino Médio na atualidade são garantir a permanência e as aprendizagens dos estudantes, respondendo às suas aspirações presentes e futuras (MEC, 2018).

Essa necessidade é identificada e explicitada nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN). Com a perspectiva de um imenso contingente de adolescentes, jovens e adultos que se diferenciam por condições de existência e perspectivas de futuro desiguais, é que o Ensino Médio deve trabalhar. Está em jogo a recriação da escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (BRASIL, 2011).

A BNCC do Ensino Médio se organiza em continuidade ao proposto para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, centrada no desenvolvimento de competências e orientada pelo princípio da educação integral. Assim, as competências gerais estabelecidas para a Educação Básica orientam tanto as aprendizagens essenciais a ser garantidas no âmbito da BNCC do Ensino Médio quanto os itinerários formativos a ser ofertados pelos diferentes sistemas, redes e escolas (MEC, 2018).

Figura 1- Competências Gerais da Educação Básica



Fonte: Base Nacional Comum Curricular (2018)

Como se pode observar no esquema anterior, a BNCC do Ensino Médio está organizada por áreas de conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), conforme estabelecido no artigo 35-A da LDB. Desde que foram introduzidas nas DCN do Ensino Médio de 1998 (Parecer CNE/CEB nº 15/199857), as áreas do conhecimento têm por finalidade integrar dois ou mais componentes do currículo, para melhor compreender e transformar uma realidade complexa.

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza. Nesse cenário, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – integrada por Biologia, Física e Química – propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental. Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas. Sob esses eixos foram estruturadas as competências específicas da área e habilidades apresentadas abaixo.

As Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio são três, onde cada uma delas apresenta habilidades a serem desenvolvidas, segue abaixo as habilidades correspondentes a cada Competência Específica:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

- (EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional

dos recursos naturais.

- (EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.
- (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.
- (EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.
- (EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
- (EM13CNT106) 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.

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

- (EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
- (EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.

- (EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.
- (EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.
- (EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
- (EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
- (EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar

3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

- (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- (EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de

modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

- (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
- (EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
- (EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.
- (EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.
- (EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.
- (EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.
- (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
- (EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros)

e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

## **2.2 O Ensino de Química dentro da modelagem do Novo Ensino Médio**

A necessidade de discutir sobre o ensino de Química no contexto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e da Reforma do Ensino Médio (REM), a partir da perspectiva docente, surge diante do cenário de reformas vivenciado pelo Brasil, sobretudo, com a Reforma do Ensino Médio fomentada pela Lei nº 13.415/2017 que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio.

Essas mudanças ocorreram no Governo Michel Temer (2016-2017) e propagam a criação de um novo currículo para a última etapa da educação básica, o Ensino Médio. Nas bases do novo currículo estão temas urgentes como: a formação para o atual mercado de trabalho, bem como, os ideais de flexibilização e integração curricular. No que se refere ao ensino de Química, a nova BNCC uniu esse campo com as disciplinas de Física e Biologia, seguindo o que já define o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), e as qualificou em Ciências da Natureza e suas tecnologias. As possíveis consequências para esse contexto é o declínio do currículo com a compactação de disciplinas importantes para a formação integral do sujeito, bem como o desafio para o docente que ainda que formado em química, por exemplo, não será mais apenas professor de química, mas de Ciências da Natureza, devendo, portanto, adaptar-se ao novo contexto.

Com relação ao ensino de química, Salvatierra (2020) afirma que o currículo serve como apoio para que se defina os objetivos que norteiam o ensino-aprendizagem dessa disciplina. A BNCC é um documento que funciona como definidor das “aprendizagens essenciais”, à formação dos estudantes “[...]embora não sejam equivalentes ao conteúdo mínimo” (ANDRADE, 2021). A atual BNCC propõe um ensino menos fragmentado, menos conteudista através da flexibilização curricular e do agrupamento das disciplinas em áreas de conhecimento algo que de acordo com Andrade (2021), não tem sido observado tão satisfatoriamente pelo corpo escolar, pois nota-se que a BNCC, ao agrupar as três ciências da natureza em um único tópico reduziu bastante a ênfase nas competências e habilidades da química.

A Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018, atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), o qual passa a ser sistematizado da seguinte

maneira: i) Formação Geral Básica (FGB): “conjunto de competências e habilidades das áreas de conhecimento previstas na BNCC” (Art. 6º, inc. II); ii) Itinerários Formativos (IF): “cada conjunto de unidades curriculares ofertadas pelas instituições e redes de ensino” (Art. 6º, inc. III), sendo assegurada às redes de ensino autonomia para definir quais IF’s serão ofertados – exceção para o “Projeto de Vida” que é de oferta obrigatória (BRASIL, 2018).

O Itinerário Formativo, no que diz respeito às Eletivas e às Trilhas de Aprendizagem, está estruturado em: linguagens e suas tecnologias, matemática e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias, ciências humanas e suas tecnologias e formação técnica e profissional (quando houver oferta). Devendo organizar-se em torno de um ou mais Eixos Estruturantes, quais sejam: investigação científica, processos criativos, mediação e intervenção sociocultural e empreendedorismo. É determinado, também, que as demandas e necessidades contemporâneas, os diferentes interesses dos estudantes, o contexto local e as possibilidades de oferta dos sistemas de ensino ou de suas instituições sejam sempre levados em consideração ao se definir as ofertas (BRASIL, 2018).

Segundo nota publicada pela Sociedade Brasileira de Química em 26 de julho de 2021, a possibilidade de que a disciplina de Química tenha sua carga horária diminuída, a depender da oferta de itinerários formativos relacionados a Ciências da Natureza pelos sistemas de ensino, acarretará lacunas no letramento e conhecimento escolar científico dos estudantes. Isto é extremamente danoso, tendo em vista a importância do conhecimento científico químico no atual cenário negacionista em que nossa sociedade se encontra imersa.

Além disso, futuramente pode também ser causa de uma baixa procura por carreiras profissionais da área da Química, tendo em vista um ciclo escolar que não evidencia a Química como relevante na produção do conhecimento e como componente da cultura da humanidade (GUENTHER, 2020).

### **2.3 Educação Ambiental no Ensino de Química**

Através da sensibilização da sociedade quanto aos problemas ambientais e suas possíveis soluções, a Educação Ambiental exerce um papel fundamental na promoção de mudança de hábitos. Não há mudança de percepção da realidade que não seja através da educação e das experimentações que ela nos traz. Uma nova consciência ambiental só pode ser alcançada através de pequenas e contínuas ações que mostrem que uma outra realidade é possível (GUENTHER, 2020).

Desde que o termo “Educação Ambiental” foi inventado práticas pedagógicas foram

suplementadas pelas reflexões advindas das questões ambientais (ZANETI, 2003). Contudo, Guimarães (2007, p. 26) alerta que a inclusão da Educação Ambiental no âmbito escolar deve ser comprometida com “transformações significativas da realidade socioambiental”. Para não se tornar mais um instrumento para conservação do “movimento de constituição de realidade de acordo com os interesses dominantes – a lógica do capital”.

Garcia (2020), explana em seu estudo sobre os 20 anos da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) que: i) apesar do baixo status dos planos e projetos e, mesmo com críticas, a Educação Ambiental tem repercutido em diferentes espaços, empoderando grupos sociais; ii) sobram dúvidas quanto ao compromisso do Estado em estimular, subsidiar e certificar parcerias com instituições oficiais que possam formar educadores ambientais, garantindo o processo continuado de formação destes; iii) urge que se constitua a Educação Ambiental um “processo dialético e partilhado entre Estado e sociedade”, na ambição de torná-la cada vez mais popular, crítica e emancipatória.

Para Loureiro (2018) a educação Ambiental é compreendida como “[...] um processo educativo de construção da cidadania plena e planetária, que visa à qualidade de vida dos envolvidos e à consolidação de uma ética ecológica”. Nessa esfera a grande importância da Educação Ambiental é contribuir para a formação de cidadãos conscientes do seu papel na preservação do meio ambiente, melhorar a relação dos indivíduos com o meio ambiente, de forma a torná-los aptos para tomar decisões sobre questões ambientais necessárias para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável, e na consciência de preservação, e na melhoria de qualidade de vida.

Analogamente, os plásticos, microplásticos, bioplásticos carecem ainda de uma contextualização ambiental mais abrangente que enseje a reflexão crítica e a associação com as propriedades dos polímeros que os compõem, as cadeias carbônicas presentes, suas estabilidades químicas versus tempo de decomposição. Inserir de modo compartilhado e participativo essas temáticas, propondo inter-relações nas áreas do conhecimento com a contextualização ambiental, respeitando e incentivando a dialogicidade e deixando fluir a análise crítica a partir da própria construção dos discentes, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de um novo olhar para a química no seu processo de ensino-aprendizagem (RIBEIRO, 2022).

Nestes termos, temos o conceito de Educação Ambiental de acordo com a Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999:

Art. 1º Entende-se por educação ambiental 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. Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. Art. 10º A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal (BRASIL, 1999, p.138).

De acordo com a lei acima descrita, fica claro que a educação ambiental é uma prática social, cabendo a todos em todas às instâncias. Especificamente para a educação formal, devemos ter em mente que, o ensino voltado à Educação Ambiental faz-se necessário em todas as modalidades de ensino e principalmente, em disciplinas que contemplem conteúdos relacionados ao meio ambiente e a qualidade de vida.

#### **2.4 Os Polímeros e seu histórico: Classificação**

O primeiro contato do homem com materiais resinosos e graxas extraídas e/ou refinadas se deu na Antiguidade, com os egípcios e romanos que os usaram para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames. No século XVI, com o advento dos descobrimentos, espanhóis e portugueses tiveram o primeiro contato com o produto extraído de uma árvore natural das Américas (*Havea Brasilems*). Este extrato, produto da coagulação e secagem do látex, apresentava características de alta elasticidade e flexibilidade desconhecidos até então. Levado para a Europa, adquiriu o nome de borracha pela sua capacidade de apagar marcas de lápis. Sua utilização foi bastante restrita até a descoberta da vulcanização por Charles Goodyear, em 1839. O primeiro polímero sintético foi produzido por Leo Baekeland (1863-1944), em 1912, obtido através da reação entre fenol e formaldeído. Esta reação gerava um produto sólido (resina fenólica), hoje conhecido por baquelite, termo derivado do nome de seu inventor. (CANEVAROLO, 2006).

Até o final da Primeira Grande Guerra Mundial, todas as descobertas nesta área foram por acaso, por meio de regras empíricas. Somente em 1920, Hermann Staudinger (1881-1965), cientista alemão, propôs a teoria da macromolécula. Esta nova classe de materiais era apresentada como compostos formados por moléculas de grande tamanho. E esta ideia foi fortemente combatida na época, levando algumas décadas para que fosse definitivamente aceita. Em reconhecimento, Staudinger recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1953. Do outro lado do Atlântico, Wallace H. Carothers (1896 - 1937), químico norte-americano, trabalhando na empresa DuPont, formalizou a partir de 1929, as reações de condensação que deram origem aos poliésteres e às poliamidas. A esta última classe de novos materiais ele

batizou de Náilon. (AKCELRUD, 2006).

A partir de 1937, até o final da década de 1980, o professor Paul Floq (1910-1985) foi um incansável pesquisador, trabalhando com cinética de polimerização, polímeros em solução, viscosidade e determinação de massa molar, dentre outros campos. Como reconhecimento, ele recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1974. Com o advento da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), houve uma enorme aceleração no desenvolvimento dos polímeros sintéticos. Como exemplo, podemos citar o desenvolvimento da borracha sintética SBR pela Alemanha, por razão do fechamento de suas fronteiras com os países fornecedores de borracha natural. (CANEVAROLO,2006).

No início da década de 1950, Karl Ziegler (1898-1973), na Alemanha, desenvolveu catalisadores organometálicos que foram utilizados por Giulio Natta (1903-1979), na Itália, para a produção de polímeros estereoregulares (ditos também estereoespecíficos), produzindo primeiramente polipropileno isotático. Até então, este polímero só tinha sido obtido na forma atática, um produto viscoso com poucas aplicações comerciais. O novo produto, um plástico sólido, iniciou o que atualmente é uma imensa área de síntese, dita estereoespecífica, ou seja aquela que produz estruturas químicas de forma controlada. Por isso, eles dividiram o Prêmio Nobel de Química, em 1963. Em 1991, o professor Pierre-Gilles de Gennes (1932- ), do College de France, em Paris, recebeu o Prêmio Nobel de Física, pelas suas descobertas e interpretações de como uma macromolécula se movimenta, propondo a Teoria da Reptação, a maneira que uma cadeia polimérica se movimenta é equiparada a de uma cobra (réptil). Insistindo em navegar na contramão, em 2000, três colegas - Alan Heeger (1936- ), Alan MacDiarmid (1927- ) e Hideki Shirakawa (1936- ) - dividiram o Prêmio Nobel de Química, pelas suas descobertas e desenvolvimentos de polímeros condutores, quando, tradicionalmente, os polímeros se comportam e eram usados como isolantes elétricos. (GUIMARÃES, 2009).

O Brasil também tem seu ícone, Eloisa Biasotto Mano, do Instituto de Macromoléculas Professora que leva seu nome, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em seis décadas de entusiástico trabalho, ela criou o primeiro grupo de estudos em polímeros no Brasil, liderou um grupo enorme de alunos e continua deixando admiradores por onde passa. A Tabela a seguir mostra, de forma bastante resumida, a evolução dos principais polímeros comerciais (CANEVAROLO, 2006).

Tabela 1- Polímeros e seu histórico

<b>Polímero</b>	<b>1ª Ocorrência</b>	<b>1ª Produção industrial</b>
PVC	1915	1933
PS	1900	1936/1937
NYLON	1930	1940
PEBD (LDPE)	1933	1939
PEAD (HDPE)	1953	1955
PC	1953	1958
PP	1954	1959

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023)

#### 2.4.1 Polímeros Naturais

Os polímeros naturais, ou biopolímeros, são aqueles sintetizados pelos organismos vivos. Exemplos mais comuns são a seda, celulose, proteínas como a lã e DNA. Já os polímeros sintéticos são produzidos, geralmente, de compostos orgânicos, renováveis ou não renováveis, em processos laboratoriais (FRANCHETTI; MARCONATO, 2006).

Produtos naturais que contêm polímeros em sua composição – como cera de abelha, piche, alcatrão, bálsamo, breu, âmbar, goma- -arábica, clara de ovo e gelatina – já eram conhecidos pelos antigos egípcios e gregos, que os usavam combinados a certos minerais coloridos para preparar revestimentos com finalidades arquitetônicas e estéticas. Nos anos 1120-1220 a.C., China, Japão e Coreia utilizavam lacas para a ornamentação de edifícios, carruagens, arreios e armas. Alcatrão e bálsamo eram usados como aglutinantes para coberturas protetoras em barcos. No Egito, vernizes à base de goma-arábica, obtida de plantas do gênero Acácia, coloridas com produtos extraídos de animais marinhos, como polvos e lulas, eram utilizadas no revestimento de embarcações. (MANO MENDES, 2016).

Em pinturas datadas de 15.000 anos a.C. encontradas em cavernas nas regiões de Lascaux, ao Sudoeste da França, e de Altamira, ao Norte da Espanha, já eram empregadas misturas coloridas que se encontram preservadas até os tempos atuais. Acredita-se que essas pinturas eram feitas com um “pincel de ar”, isto é, o pigmento era soprado por um fragmento de osso apropriado, furado, e o pó ia aderindo à gordura ou ao óleo usados para formar os

desenhos sobre a superfície das paredes da gruta. O pigmento era mistura de pós de areia, argila, carvão, sangue seco etc. Outras marcas rupestres – isto é, feitas sobre pedra – podem ter sido produzidas com composições primitivas de revestimento. (MANO; MENDES, 2016).

As composições de revestimento consistem em um material polimérico, resinoso, dissolvido ou disperso em líquidos solventes, podendo ainda conter pigmentos, corantes e aditivos diversos. As tintas são as principais composições de revestimento; de um modo geral, recebem as denominações específicas de vernizes, lacas, esmaltes e primers. Vernizes são tintas transparentes, coloridas ou não; lacas são tintas opacas, coloridas ou não; esmaltes são tintas opacas, coloridas ou não, reativas. Primers são tintas opacas, coloridas ou não, com elevado teor de sólidos. (MANO; MENDES, 2016).

#### 2.4.2 Polímeros Sintéticos

O conceito inicial de polímero (do Grego, poli, muito, e mero, parte), é geralmente utilizado para os polímeros industriais, cuja origem sintética é bem definida e conhecida. O conceito de macromolécula (do Grego, makros, grande, e do Latim, molecula, molécula) é mais geral e abrangente, pois exige apenas que o composto tenha grande massa, sem condicionamento à repetição dos segmentos, meros. A palavra polímero foi criada em 1920, na Alemanha, por Staudinger (Hermann Staudinger, considerado o Pai dos Polímeros), quando afirmava que existiam substâncias, naturais ou sintéticas, que não eram agregados, como os coloides, mas moléculas de longas cadeias, com grupos terminais definidos. Durante uma década, este conceito foi muito discutido e criticado pelos cientistas e somente a partir de 1929 passou a ser aceito sem restrições. Assim, a palavra “macromolécula” é ampla e geral, aplicável a qualquer estrutura química, desde que seja grande. A palavra “polímero” exige ainda que, além de grande, a estrutura química apresente unidades repetidas, os “meros”. (MANO; MENDES, 2016).

Atualmente, o volume de produção de polímeros supera as correspondentes produções conjuntas de aço e alumínio (mas não em massa, porque os metais são mais densos). Existe uma grande variedade de materiais poliméricos, como polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), tereftalato de polietileno (PET) e polidimetilsiloxano (PDMS), que possuem diferentes características químicas e físicas que os tornam convenientes na fabricação de diferentes microfluídicos dispositivos (LIMA, 2012).

Os polímeros vítreos amorfos como o PMMA, que oferece vantagens de baixo custo,

fácil fabricação, biocompatibilidade e alta flexibilidade, e o PDMS, é um polímero elastomérico, opticamente transparente, flexível, biocompatível, altamente permeável ao oxigênio e baixo custo, representam uma excelente alternativa à incorporação de materiais poliméricos. Pelas características que possuem esses polímeros representam uma boa alternativa para sua aplicação na fabricação de dispositivos micro fluídicos. Para este efeito, copolímeros em bloco, enxerto e rede contendo segmentos de PDMS foram examinados, onde o maior interesse tem sido focado em copolímeros em bloco contendo um segmento de PDMS, dado seu amplo escopo para muitas aplicações (RIPPEL, 2009).

Segundo F. Schneider, et al. (2008), este tipo de materiais, os silicones, foram sintetizados pela primeira vez por Wacker Chemie em 1950, sendo utilizados nas mais diversas áreas. O PDMS começou a ser utilizado no encapsulamento de componentes eletrônicos, promovendo o prolongamento da vida de um chip. No entanto mais tarde outras aplicações surgiram nomeadamente no desenvolvimento de micro e nanotecnologias, no estudos de fluidos, sistemas óticos, e em sensores, podendo estes ser químicos ou médicos.

Os materiais obtidos a partir de polímeros sintéticos apresentam uma ampla gama de propriedades dependendo de sua microestrutura. Eles podem ser duros, elásticos, duro, opaco, transparente, resistente, eletricamente condutor, permeável etc. Hoje em dia é fácil obter polímeros com boas propriedades mecânicas (comparáveis às do aço); térmico (estabilidade térmica até 500 °C) e mais transparente do que o cristal (AKCELRUD, 2006).

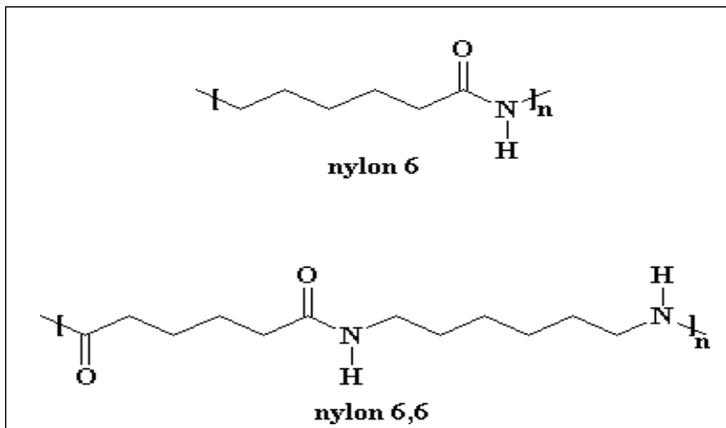
Para determinar as propriedades físicas de um polímero, uma grande variedade de técnicas e equipamentos ou utiliza testes ou especificações de acordo com a norma ou não. As propriedades que são determinadas neste equipamento são denominadas mecânicas, químicas, elétricas, térmicas e óticas. Existem milhares de instrumentos diferentes para realizar esses testes. Sem dúvida a caracterização mais utilizada para uma primeira avaliação do material é a relação tensão-deformação (CALLISTER, 2002).

O primeiro material polimérico totalmente sintético se deu em 1909 por Leo Hendrik Baekeland (1863-1944) ao produzir a resina de fenol-formaldeído conhecida como baquelite. Foi a partir desse momento que começou a grande revolução na indústria dos plásticos, tornando possível gerar materiais em escala comercial. Esse composto é quimicamente estável, moldável quando aquecido e bem rígido quando resfriado, sendo resistente ao calor e à eletricidade.

A partir da descoberta da baquelite, as pesquisas para o desenvolvimento dos materiais poliméricos se aprofundaram. Em 1920, Staudinger (1881-1965) propôs o conceito de macromoléculas, contrariando a crença da época de que os polímeros fossem agregados

coloidais. Por essa descoberta, recebeu o Prêmio Nobel em 1953. As pesquisas e descobertas de novas técnicas para a obtenção de materiais sintéticos possibilitou avanços nas técnicas de polimerização, destacando os químicos Hermann Staudinger e Wallace H. Carothers (1896-1937), pioneiros nesse campo. Staudinger realizou trabalhos sobre a poliadição e Carothers estudou a policondensação, descobrindo um dos mais importantes materiais: o Nylon 6,6, em 1935, pela empresa americana DuPont.

Figura 2- Representação de um processo de policondensação de um polímero



Fonte: Blass (1985)

## 2.5 Tipos de polímeros

Os polímeros podem ser definidos como sendo moléculas bastante grandes formadas pela repetição de pequenas e simples unidades químicas designadas por monômeros. Estes materiais podem ser divididos em três grupos: os termoplásticos, termoendurecíveis ou termorrígidos e elastômeros. Relativamente aos termoplásticos, estes constituem a maioria dos polímeros comerciais, sendo a sua principal característica a capacidade de fundir diversas vezes. Variando o tipo de plástico, também é possível dissolver-se em diversos solventes. Estes polímeros à temperatura ambiente podem apresentar-se maleáveis, rígidos ou até frágeis (MARQUES, 2011).

Por outro lado os termoendurecíveis são conhecidos por serem rígidos e frágeis, são muito estáveis a variações de temperatura. É ainda de salientar que a temperaturas demasiadamente elevadas o polímero pode decompor-se, verificando-se que o processo de reciclagem pode não ser realizado. Por fim os elastômeros, ou borrachas como também são conhecidos, são classificados como sendo uma classe intermédia entre os dois tipos já apresentados. Os elastômeros apresentam alta elasticidade e incapacidade de fusão, o que leva a uma impossibilidade do processo de reciclagem (MARQUES, 2011).

Os polímeros são classificados nos seguintes tipos: termoplásticos, termofixos, elastômeros e borrachas. Termoplásticos e Termofixos: Uma das classificações usuais de polímeros é em termoplásticos e termofixos. Essas características, definidas a seguir, dependem não só da 2ª composição, mas também da formação e da distribuição espacial de suas moléculas durante o processo de síntese (BLASS, 1985).

Termoplásticos: Suas estruturas podem ser lineares ou ramificadas; : São parcialmente cristalinos ou com grandes estruturas amorfas; podem ser conformados mecanicamente, repetidas vezes, desde que reaquecidos (são facilmente recicláveis). Termofixos: Possuem baixa solubilidade e baixa capacidade de fusão com outros materiais; Produto que não amolece facilmente com o aumento da temperatura; Maior resistência ao calor que os termoplásticos; Completamente amorfos, pois possuem, em sua estrutura, grandes ligações cruzadas; Podem ser conformados plasticamente apenas em um estágio intermediários de sua fabricação. Elastômeros e borracha natural São materiais com baixa fluência plástica, grande extensibilidade e capacidade de recuperar rapidamente a forma original após estar sujeito a grandes deformações físicas (GUERREIRO, 2003).

A borracha natural (NR) é um polímero elastomérico de poli(cis-1,4- isopreno), como na Figura 7, possuindo o isopreno como estrutura carbônica monomérica, conhecido pela IUPAC como 2-metil-1,3-butadieno (GUERREIRO, 2003).

### 3 POLÍMEROS E SUA RELEVÂNCIA NA SOCIEDADE

Os polímeros mais importantes atualmente, do ponto de vista prático e econômico, são os sintéticos. No entanto, diferentemente dos polímeros naturais, eles não são encontrados prontos para que possamos adaptá-los para o nosso uso. Eles devem, como o próprio nome diz, serem sintetizados. Para que uma substância micromolecular possa dar origem a um polímero (substância macromolecular) é necessário que ela possua funcionalidade igual a dois ou mais. Em outras palavras, a molécula deve possuir, ao menos, dois sítios ativos que possam permitir o crescimento da cadeia polimérica. Por exemplo, uma molécula de eteno possui uma dupla ligação. Essa região insaturada possui funcionalidade 2, pois permite o crescimento da cadeia polimérica. O eteno é, portanto, um monômero que dará origem a um polímero: o polietileno. Outro exemplo interessante é a micromolécula de óxido de etileno que dará origem ao poli(óxido de etileno). O processo que transforma quimicamente o monômero em polímero é chamado de polimerização (GUERREIRO, 2003).

Desde o início do século passado, o uso dos polímeros tem se tornado cada vez mais frequente na sociedade. Basta observar ao redor para se perceber a enorme quantidade de objetos produzidos pelo homem e que se utilizam de materiais poliméricos como matéria-prima para suas diferentes elaborações. Das garrafas de bebidas, sacolas de supermercados, tubos de encanamento, recipientes de poliestireno expandido, revestimentos de painéis e de latas de conserva, mamadeiras, tintas para paredes, próteses, escovas de dente, para-choques de veículos, tapetes, cobertores, pneus ou suportes para componentes eletrônicos, os polímeros estão presentes em grande maioria dos utensílios que usamos no cotidiano (LIMA, 2012).

Com o desenvolvimento da indústria dos polímeros, muitos produtos que antigamente eram produzidos com materiais como o vidro, cerâmica, aço, etc. hoje são substituídos por diversos tipos de plásticos que, devido à sua versatilidade, menor peso, maior facilidade de manuseamento, menor custo de produção, entre outros aspectos, cumprem de forma mais eficaz os requisitos pretendidos para os produtos. A utilização dos plásticos, quer em novas aplicações, quer como substituto dos materiais tradicionais (metais, madeira, vidro), tem experimentado um significativo aumento nos últimos anos (MANO; MENDES, 2016).

As atuais sociedades desenvolvidas já não são capazes de subsistir sem a utilização dos plásticos, sendo inúmeras as situações em que se evidencia a utilização deste material.

Atualmente, existem mais de mil tipos de plásticos diferentes que se utilizam para os mais variados fins, como para a produção de fibras e novos materiais para a indústria têxtil, para a construção de materiais de construção civil com melhores desempenhos e menores custos que os materiais tradicionais, para a indústria dos transportes, da qual se destaca a indústria de automóvel, farmacêutica, para a produção de embalagens, electrodomésticos, etc (LIMA, 2012).

### **3.1 Conscientização: o caminho para a redução do impacto negativo causado pelo descarte inadequado de plástico**

O uso abusivo de plásticos descartáveis tem trazido inúmeros problemas ao meio ambiente: descarte inadequado no solo, esgotamento dos aterros sanitários e poluição dos ambientes aquáticos. A lenta decomposição do plástico no solo e na água gera uma série de substâncias que são danosas à saúde humana. Além disso, a fauna marinha tem especialmente sofrido com os impactos dessa grande quantidade de plásticos. A sociedade iniciou um recente processo de conscientização na tentativa de reduzir o uso de descartáveis, que representam 40% dos resíduos plásticos gerados (ABRELPE, 2018).

A preocupação com o meio ambiente é rota sem retorno, mesmo porque dela depende a humanidade, e estimando que o petróleo é um bem finito, surge um novo campo com perspectivas incalculáveis de produção. E neste cenário, o Brasil tem posição privilegiada como produtor de polímeros naturais ou biodegradáveis. Um dos grandes problemas da sociedade contemporânea é a questão do lixo. Com a crescente utilização de materiais poliméricos, esses têm se tornado uma grande dor de cabeça. Hoje não são eficientes os métodos de recolhimento e deposição desses materiais, o que é dificultado também pelo longo tempo necessário para a degradação dos plásticos (SENAI, 2017).

Uma solução para esse empecilho é a reciclagem. Entretanto, o gerenciamento dos resíduos sólidos depende de desenvolvimento de tecnologias inovadoras e de novos mercados para o plástico reciclado e que, para o caso específico do Brasil, embora pouco desenvolvido, o sistema de coleta de material pode ser pensado de maneira inovadora, eficiente e de baixo custo (SENAI, 2017).

Pode-se dizer, portanto, que a redução do volume de lixo plástico por medidas de gestão para se minimizar sua produção, reuso e reciclagem desse material representam formas de atenuar os problemas ambientais gerados pelo seu descarte. No Brasil, dados sobre a produção e gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) revelam que existem 19.000

toneladas/dia de resíduos sem recolhimento no país e que, por consequência, acabam em locais de descarte impróprios, além de evidenciar que 75% dos brasileiros não separam seus resíduos para a realização de logística reversa. Sendo assim, apenas 8,2% dos resíduos plásticos gerados foram recuperados para a reciclagem em 2017 (ABRELPE, 2018).

Em virtude de limitada circulação de informação sobre os fundamentos da limpeza urbana, há pouca compreensão por parte do cidadão do seu papel na gestão de resíduos (EIGENHEER, 2010).

O crescimento da população mundial elevou a necessidade de aumento no consumo de produtos e serviços pelos seres humanos, em contrapartida, as indústrias, para atender essa grande demanda da população, gerou diversos impactos ambientais provenientes dos métodos insustentáveis de produção que foram adotados ao longo do tempo (CARDOSO et al., 2009).

As mudanças no padrão de consumo da população e consequentemente dos métodos de produção industriais para acompanhar essa demanda, acarretou em uma produção excessiva de resíduos sólidos danosos ao meio ambiente e à saúde humana (KNEIPP; GOMES; BICHUETI, 2012).

O plástico é atualmente um dos resíduos sólidos mais amplamente produzido no mundo e tem causado diversos impactos ao meio ambiente. O consumo de plástico está intimamente relacionado ao modo de vida das sociedades modernas, estando presente nos objetos domésticos, brinquedos, transportes, roupas e utensílios em geral (ARAÚJO; CAVALCANTI, 2016).

### **3.2 A importância da reciclagem dos plásticos**

Com o desenvolvimento da sociedade e de tecnologias que visam facilitar o cotidiano da população, novos padrões de consumo são estabelecidos. A criação de novas substâncias sintéticas, por exemplo, está diretamente associada a este desenvolvimento, podendo resultar em problemas ambientais até então desconhecidos. Quando amplamente utilizadas, estas substâncias sintéticas podem ser introduzidas na natureza causando impactos sobre os ecossistemas, a partir de alterações nas características químicas, físicas e biológicas destes ambientes. Neste contexto, à medida que a sociedade se desenvolve, a ciência ambiental tenta acompanhar estes avanços de modo a compreender como as atividades antrópicas impactam os ecossistemas (SILVA; RABELO, 2017).

Com o desenvolvimento da indústria dos polímeros, muitos produtos que

antigamente eram produzidos com materiais como o vidro, cerâmica, aço, etc, hoje são substituídos por diversos tipos de plásticos que, devido à sua versatilidade, menor peso, maior facilidade de manuseamento, menor custo de produção, entre outros aspectos, cumprem de forma mais eficaz os requisitos pretendidos para os produtos. Assim, são produzidos, diariamente, grandes quantidades de plásticos que têm necessidade de ser tratados no final da sua vida útil (SILVA, RABELO, 2017).

Como um exemplo de poluição relativamente recente, podemos citar a poluição por plásticos. Nas últimas décadas, o uso de materiais plásticos tornou-se cada vez mais comum na indústria, agricultura, medicina e em produtos de uso diário (GEYER et al., 2017). O elevado consumo destes materiais se deve à sua praticidade, durabilidade, baixo custo e resistência (XIA et al., 2020).

O tratamento dos plásticos é, atualmente, um problema social e ambiental de enorme importância. O processo de reciclagem mecânica de plásticos não é simples. Não se trata, apenas, de colocar todos os plásticos num recipiente, fundir e voltar a processar. Para que se possam reciclar plásticos, estes deverão ser separados por tipo de plástico (SILVA; RABELO, 2017).

Um dos maiores obstáculos ao processo de reciclagem é o processo de triagem. Infelizmente, a maioria dos produtos plásticos são misturas de diferentes plásticos, não sendo constituídos por apenas um tipo de plástico. Por exemplo, uma embalagem para champô, pode ter na sua constituição dois plásticos diferentes: a tampa do frasco pode ser em PP e o corpo em HDPE, ou, um garrafão de água, pode ser em PET e a sua pega em HDPE. As embalagens flexíveis que se utilizam frequentemente nos produtos alimentares são, na maioria das vezes, laminados, constituídos por vários filmes de plásticos diferentes, podendo ainda incorporar filmes de alumínio (como no caso das embalagens de café), (SILVA; RABELO, 2017).

Todos estes filmes flexíveis são aderidos uns aos outros através de adesivos, num processo designado por complexagem, com ou sem solventes, dependendo do tipo de adesivo utilizado. Para que se possa reciclar estes materiais, que representam um grande número dos materiais existentes no dia-a-dia, é necessário separá-los, para que posteriormente se possam incorporar, juntamente com a matéria-prima virgem, num ciclo de produção (SILVA; RABELO, 2017).

A incorporação de reciclados na matéria-prima virgem altera as propriedades dos produtos, assim, dependendo das especificações destes, a incorporação é feita em maior ou menor percentagem. O processo de reciclagem passa por lavar e triturar os materiais a

reciclar e adicioná-los, em percentagens variáveis, à matéria-prima virgem. Um processo que não exige a separação dos plásticos é a reciclagem energética. Este processo consiste na combustão dos materiais plásticos com vista ao seu aproveitamento energético. A reciclagem química também constitui uma forma de tratar os resíduos plásticos e também não necessita de uma prévia separação dos plásticos. Este processo permite a conversão dos resíduos plásticos em substâncias químicas ou combustíveis com interesse para a indústria (SILVA; RABELO, 2017).

A reciclagem surge então como uma das possíveis soluções para minimizar os malefícios causados pelo uso massivo de materiais poliméricos pela sociedade em desenvolvimento. Porém, por razões culturais, o ser humano ainda resiste em fazer da reciclagem uma prática habitual. Sendo assim, para dar início a essa longa jornada, de aprendizagem crítica e consciente, é necessário que as pessoas comecem a se familiarizar com o assunto o quanto antes, e nada melhor que o ambiente escolar para trazer à tona essa atitude ambiental emergente (OZÓRIO; SOUZA; ALVES; JOB, 2015)

No Brasil, a norma técnica dos plásticos (NBR 13.230:2008) foi desenvolvida de acordo com critérios internacionais. A numeração separa os plásticos em seis diferentes tipos de materiais (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS), e ainda há uma sétima opção (outros), normalmente, empregada para produtos plásticos fabricados com uma combinação de diversas resinas e materiais, são listados abaixo: (SILVA; RABELO, 2017).

Tabela 2- Códigos de reciclagem dos polímeros

<b>Polímero</b>	<b>Código de reciclagem</b>	<b>Aplicação</b>
Tereftalato de polietileno (PET)		Garrafas de bebidas, fibras de poliéster, filmes, embalagens de alimentos etc.
Polietileno de Alta Densidade (PEAD)		Recipientes para produtos de limpeza, canos para gás e água potável, utensílios domésticos, etc.
Policloreto de vinila (PVC)		Revestimentos de piso, caixilhos de janelas, canos, cortinas de chuveiro, etc.
Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)		Sacos plásticos, filmes plásticos, sacos de lixo, tubos, revestimentos de caixa de leite etc.

Polipropileno (PP)		Embalagens de alimentos, acabamento interno de carros, para-choque, cadeirinha de criança, recipientes de alimentos, de produtos químicos e remédios etc.
Poliestireno (PS)		Embalagem de alimentos, frascos ou potes, bandejas de supermercado, isolamento, etc.
Outros ( Plásticos diversos como PC, PA, PMMA, PUR, ABS, ASA, SAN, termoplásticos)		Malas, roupas, cordas, paraquedas, cerdas para escovas de dente, brinquedos, etc.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023)

1.O PET, transparente e inquebrável é um material extremamente leve. Usado principalmente na fabricação de embalagens de bebidas carbonatadas (refrigerantes), além da Indústria alimentícia em geral. Estando presente também nos setores hospitalar, cosméticos, têxteis e outros (SENAI, 2017).

2. O PEAD é um material leve, inquebrável, rígido e com excelente resistência química. Muito usado em embalagens de produtos para uso domiciliar tais como: Detergentes, amaciantes, sacos e sacolas de supermercado, potes e utilidades domésticas. Seu uso em outros setores também é muito grande tais como: embalagens de óleo, bombonas para produtos químicos, tambores de tinta e peças técnicas. 3. O PVC é um material transparente, leve, resistente a temperatura, inquebrável. Normalmente usados em embalagens para água mineral e óleos comestíveis. Além da indústria alimentícia, é muito encontrado nos setores farmacêuticos em bolsas de soro, sangue e material hospitalar. Uma forte presença também no setor de construção civil, principalmente em tubos e esquadrias (SENAI, 2017).

4. O PEBD é um material flexível, leve, transparente e impermeável. Pelas suas qualidades, o PEBD é muito usado em embalagens flexíveis, tais como: sacolas e saquinhos para supermercados, leites e iogurtes, sacaria industrial, sacos de lixo, mudas de plantas e embalagens têxteis (SENAI, 2017).

5. O PP é um material rígido, brilhante com capacidade de conservar o aroma e resistente às mudanças de temperatura. Normalmente é encontrado em peças técnicas, caixarias, em geral, utilidades domésticas, fios e cabos. Potes e embalagens mais resistentes (SENAI, 2017).

6. O PS é um material impermeável, leve, transparente, rígido e brilhante. O PS é usado em potes para iogurtes, sorvetes, doces, pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, revestimento interno de geladeiras (SENAI, 2017)

7. Neste grupo, estão classificados os outros tipos de plásticos, por exemplo: policarbonato (PC); poliuretano (PU), poliamida (PA). Normalmente, são encontrados em peças técnicas e de engenharia, solados de calçados, material esportivo, corpos de computadores e aparelhos de telefone (SENAI, 2017).

### **3.3 Microplástico e seus impactos**

Recentemente, uma nova abordagem sobre a poluição por plásticos tem ganhado cada vez mais destaque na comunidade científica. Pequenas partículas plásticas têm sido observadas em diferentes ecossistemas, principalmente nos ambientes aquáticos. Estas partículas, denominadas “microplásticos” têm sido alvo de uma série de pesquisas ao redor do mundo. À medida que avançam, estes estudos têm demonstrado que os microplásticos podem impactar negativamente organismos expostos à estas partículas resultando em efeitos a nível populacional e, ainda, ecossistêmico (ROSAL, 2021).

Os microplásticos são comumente definidos como partículas plásticas com diâmetro entre 0,1 e 5 mm. Outras terminologias podem ser utilizadas para classificar partículas com tamanhos menores ou maiores aos dos microplásticos. O termo nanoplásticos, por exemplo, tem sido utilizado para definir partículas ainda menores, com diâmetro inferior a 0,001 mm, ou 1000 nm (SOBHANI et al., 2020).

Partículas com tamanho superior ao dos microplásticos podem ser classificadas como mesoplásticos ou macropásticos. Os mesoplásticos são aquelas partículas com diâmetro entre 5 e 25 mm. Já as partículas com diâmetro maior que 25 mm são chamadas de macropásticos. Por definição, microplásticos ou microesferas plásticas são pequenas partículas sintéticas derivadas de plásticos, petróleo ou mesmo produtos domésticos. Caracterizam-se por terem um tamanho inferior a 5 milímetros de diâmetro, que pode ser imperceptível ao olho humano. (WEBER; OPP, 2020).

Segundo Andrady (2017) a transformação do plástico em microplásticos vem da função de cristalinidade, onde é possível encontrar a presença de aditivos e entre outros. Porém, faz-se necessário a presença de fatores externos no processo de fragmentação para que

este se origine, como a presença do oxigênio no ambiente, temperatura, existência de água, raios ultravioletas provenientes da luz solar, entre outros.

Os microplásticos podem ainda ser classificados de acordo com a sua origem. Quando partículas menores que 5 mm são produzidas intencionalmente para determinadas aplicações a partir de processos industriais, estas partículas são oriundas de fontes primárias. Pastas de dente, sabões, cremes esfoliantes e géis de banho são alguns exemplos de produtos de higiene pessoal que podem levar microplásticos em sua composição. A principal via de contaminação de corpos hídrico por microplásticos de fontes primárias é a partir de efluentes domésticos e industriais. Por outro lado, se as partículas plásticas são formadas a partir do intemperismo ambiental, estas são ditas como resultantes de fontes secundárias. Quando plásticos são lançados indevidamente e permanecem no ambiente natural, eles estão sujeitos à ação de diferentes fatores ambientais, como intemperismo, radiação ultravioleta e ação mecânica, que podem promover a fragmentação destes materiais em partículas cada vez menores (LÖNNSTEDT, 2017).

A fragmentação do plástico em microplástico ocorre por meio de quebra molecular, que faz com que a partícula se transforme em pequenos tamanhos. Há diversos caminhos que o microplástico pode ser criado, contudo todos levam a um único lugar, o meio ambiente. Não só no ambiente marinho, mas em ambientes terrestres, na água doce e até mesmo no próprio ar que respiramos estes fragmentos já foram e podem ser encontrados, segundo apontam pesquisas feitas pela Revista de Pesquisa Fapesp (2019).

O principal efeito dos microplásticos nos oceanos é entrarem na cadeia alimentar, uma vez que organismos ingerem estas partículas. Posteriormente os mesmos organismos servem de alimento para algumas espécies marinhas, e essas espécies marinhas servem de alimento para os seres humanos, desta forma também podemos vir a ingerir estes microplásticos (LÖNNSTEDT, 2017).

Por serem considerados minúsculos, os microplásticos são poluentes globais, há uma grande facilidade de sua entrada ao meio ambiente. Estas micropartículas podem ser encontradas e ingeridas facilmente por espécies de animais, assim como ingeridas por seres vivos, ocasionando má digestão, bloqueio no crescimento e evolução de organismos (LUSHER, 2015).

Ainda é necessária uma compreensão mais profunda do impacto dos microplásticos na saúde humana, sendo a elevada presença dessas partículas em nossa sociedade motivo de preocupação para especialistas reunidos em reunião promovida pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Microplásticos são minúsculas partículas de plástico, menores que 5

milímetros, compostas de polímeros e aditivos potencialmente tóxicos. Grande parte dos resíduos plásticos mal geridos a nível mundial acaba em aterros sanitários e corpos de água, contaminando o ambiente, especialmente o mar. Outra fonte relevante é a lavagem de roupas sintéticas, responsável por um terço dos microplásticos oceânicos (MOREIRA, 2020).

Outra forma de classificar os microplásticos é pela morfologia das partículas. Os microplásticos são muito heterogêneos no que diz respeito à sua forma. Aqui apresentaremos as cinco principais categorias com as quais é possível classificar o formato dos microplásticos encontrados no ambiente natural, são eles: pellets, fragmentos, filmes, linhas e espumas. Estas categorias morfológicas podem estar associadas à origem das partículas plásticas. Os pellets estão mais relacionados às fontes primárias. Por outro lado, fragmentos, filmes, linhas e espumas, em sua maioria, são provenientes de fontes secundárias, ou seja, produzidos pela degradação de plásticos maiores (ROSAL, 2021).

Cada característica morfológica pode ser comumente associada a uma aplicação particular. Os pellets são muitas vezes resultado da fabricação de plásticos e quando aplicados em cosméticos podem ser denominados de esferas ou esferas. Já os fragmentos são originados a partir da fragmentação de grandes materiais plásticos e, por isso, fragmentos apresentam formas irregulares. Os filmes também têm formas irregulares, porém são planos, flexíveis e mais finos que os fragmentos, podendo apresentar bordas lisas ou angulares. As linhas, por sua vez, são definidas como partículas que apresentam a mesma espessura ao longo de seu comprimento, o qual deve ser maior que sua largura. Fibras, fios e filamentos são nomes alternativos para esta categoria. As espumas são geralmente associadas ao poliestireno expandido ou extrudado, embora outros plásticos espumados possam ser produzidos. As espumas têm a aparência de partículas quase esféricas ou granulares que podem se deformar sob pressão e podem ser parcialmente elásticas, dependendo do estado de intemperismo (GESAMP, 2015).

Os rios são considerados as principais fontes de poluição por microplásticos, uma vez que transportam grande parcela dos microplásticos advindos do ambiente terrestre até o ambiente marinho. Entretanto, deve ser considerado que parte destes poluentes podem adentrar na cadeia trófica ou ainda ser alocados no sedimento destes ambientes, especialmente em pontos com menor turbulência das águas, como reservatórios. Assim, os ecossistemas de água doce desempenham fundamental papel na compreensão deste tipo de poluição (WINTON et al., 2020).

Embora seja altamente provável que os seres humanos ingiram micro e nanopartículas de plástico, os impactos diretos na saúde não são conhecidos. Os humanos podem ingerir

plásticos consumindo alimentos contaminados com micro e nanoplásticos. Isto é mais provável quando são consumidos produtos do mar, especialmente moluscos, mexilhões e ostras. No entanto, existem muito mais fontes de poluição. Um estudo recente examinou água engarrafada de 11 marcas diferentes de nove países e encontrou contaminação por micropartículas de plástico em 93 por cento das garrafas (PNUMA, 2023).

O descarte inadequado de plásticos por si só é considerado um grande problema ambiental, uma vez que estes materiais são altamente persistentes ao meio ambiente. Entretanto, este cenário torna-se ainda mais preocupante, devido à ocorrência de partículas plásticas, os denominados microplásticos, que têm sido frequentemente detectadas em diferentes ecossistemas, principalmente nos ecossistemas aquáticos de água doce. Existem muitas evidências que demonstram que os microplásticos são poluentes com grande potencial de afetar a dinâmica dos ecossistemas aquáticos e o organismo humano (PNUMA, 2023).

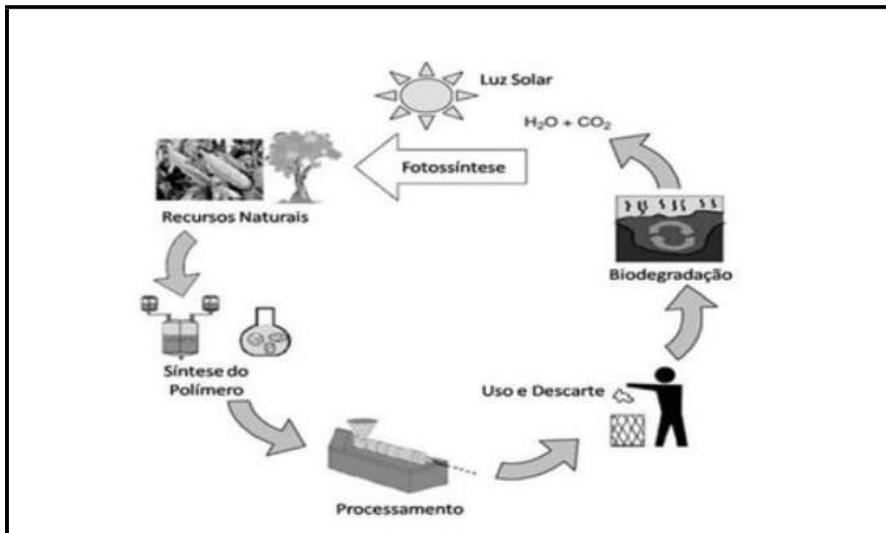
### **3.4 Biopolímeros**

Como novo pilar na solução para este o problema da poluição, além do atendimento à demanda de uma sociedade cada vez mais exigente com a preocupação ambiental, o mercado vem apresentando alternativas, tais como o bioplástico. São ditos bioplásticos dois tipos distintos de materiais: o de origem biológica (matéria-prima renovável) ou parcialmente biológica, mas que não são biodegradáveis ou compostáveis (como o plástico verde, originado do etanol), ou oito plásticos que são tanto de origem biológica quanto biodegradáveis (MACEDO, 2015).

Os biopolímeros são polímeros ou copolímeros produzidos a partir de fontes renováveis, provenientes de animais ou plantas. São assim conhecidos por possuírem um ciclo de vida mais curto comparado às fontes fósseis e são bastante convenientes como matéria prima para uma produção mais ecologicamente atrativa (REDDY, 2013).

A Figura 3 apresenta as etapas principais do ciclo de vida dos polímeros biodegradáveis provindos de fontes agrícolas e como esses recursos naturais são fontes de impacto controlado, principalmente em se tratando do ciclo do carbono.

Figura 3- Ciclo de vida ideal dos polímeros biodegradáveis provenientes de fontes renováveis

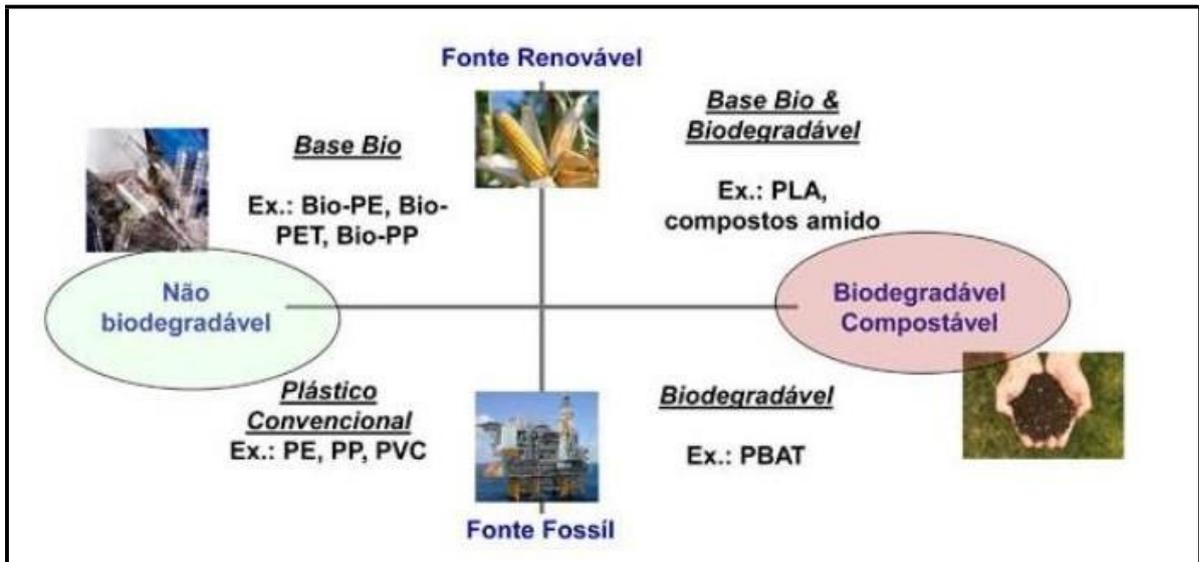


Fonte: Brito et al. (2011)

Quando o polímero é convertido na sua totalidade em dióxido de carbono, água, minerais e/ou biomassa, sem libertar qualquer tipo de substância nociva para o meio ambiente num período de tempo reduzido, este pode ser considerado biodegradável, como os poliácido láctico (PLA), polihidroxialcanoato (PHA) e polímero de amido (PA), (MACEDO, 2015).

Dentro do segmento dos biopolímeros, ou também chamados bioplásticos, existe uma dicotomia, pois, apesar de provir de fontes renováveis, nem todo biopolímero é necessariamente biodegradável e compostável. Por outro lado, sabe-se que existem polímeros biodegradáveis que provêm de fontes fósseis, como o poli(butilenoadipato-cotereftalato) (PBAT). Isso ocorre porque a biodegradabilidade depende da facilidade com que os microrganismos acessam o material, fazendo com que o meio ambiente o reabsorva, e não faz referência apenas à origem da matéria prima. A Associação Brasileira de Polímeros Compostáveis (ABICOM) demonstra este conceito esquematizado na figura abaixo:

Figura 4- Representação das classes de biopolímeros



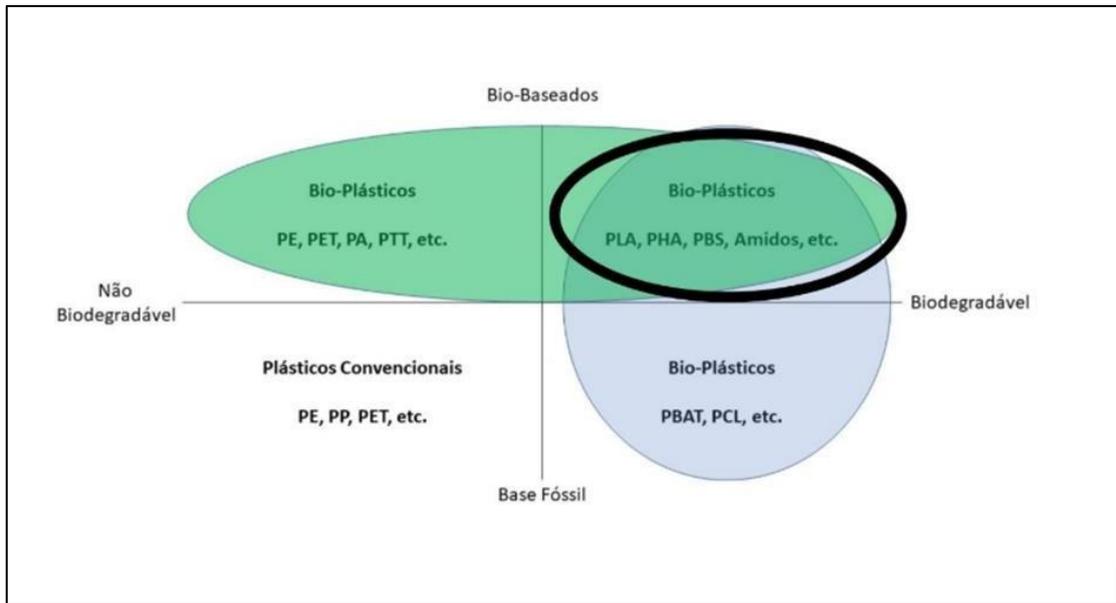
Fonte: ABICOM (2009)

De acordo com a European Bioplastics (2018), atualmente, existe uma alternativa de bioplástico para quase todos os materiais plásticos convencionais e aplicação correspondente. Bioplásticos - plásticos de base biológica, biodegradáveis ou ambos - têm as mesmas propriedades dos plásticos convencionais e oferecem vantagens adicionais. Isso inclui uma pegada de carbono reduzida ou opções adicionais de gerenciamento de resíduos, como compostagem.

Os bioplásticos são uma parte essencial da economia verde e uma indústria inovadora e de rápido crescimento que tem o potencial de dissociar o crescimento econômico do esgotamento de recursos e do impacto ambiental. Bioplásticos são uma família diversificada de materiais com propriedades diferentes. Existem três grupos principais:

- Plásticos não biodegradáveis de base biológica ou parcialmente biológica, como bio-PE (Polietileno), bio-PA (Poliamida) ou bio-PET (Polietileno tereftalato) e polímeros de desempenho técnico de base biológica, como bio-PTT (Politereftalanato de tri metileno);
- Plásticos de base biológica e biodegradáveis, como PLA (poliácido láctico) e PHA (Polihidroxialcanoatos) ou PBS (Polibutilenosuccinato);
- Plásticos baseados em recursos fósseis e biodegradáveis, como o PBAT (Polibutileno tereftalato).

Figura 5- Tipos de polímeros biodegradáveis



Fonte: European Bioplastics (2018)

Segundo Bastioli (1998), os polímeros biodegradáveis são materiais concebidos para serem degradados por organismos vivos.

Sendo decompostos no solo, estes estão sujeitos a uma degradação rápida devido à ação dos microrganismos, como as bactérias e fungos, mineralizando-se em dióxido de carbono, metano, água e biomassa. Este material tem várias origens e tipos, sendo lâminas semelhantes às de polietileno, mas com uma composição química que permite a sua rápida decomposição (SCHETTINI; VOX; LUCIA, 2007).

Bontempo e Oroski (2018), afirmam a difusão desses novos materiais tem encontrado dificuldades, principalmente com relação ao preço da matéria-prima e à inadequação de algumas propriedades técnicas. Em comparação com os plásticos tradicionais, cuja indústria possui tecnologia de produção consolidada, os preços dos bioplásticos ainda são maiores. Isso se dá, em parte, pelo custo da matéria-prima que, no caso do etanol, concorre com outras aplicações (combustíveis, por exemplo), e também por conta de a tecnologia de transformação não estar no mesmo nível da indústria do plástico convencional.

Castro (2019) afirma que os preços dos bioplásticos como, por exemplo, o PE de etanol de cana-de-açúcar, variam em torno de 20% acima do preço da resina convencional. Castro (2019) afirma que, segundo a European Bioplastics, um dos grandes custos associados está relacionado com a pesquisa e desenvolvimento desse tipo de produto, mas

que, com a evolução tecnológica e o aumento desses produtos no mercado, há tendência da diminuição dos preços. Em longo prazo, o aumento da demanda por produtos petroquímicos irá pressionar os preços dos plásticos tradicionais, enquanto os bioplásticos se tornarão menos caros com o aumento da demanda, além da melhora na capacidade de produção, decorrentes das economias de escala. Para Moreira (2019), os obstáculos na obtenção de matéria-prima da agricultura e a falta de confiança a respeito da procedência dos bioplásticos, por parte dos clientes, exigem que as indústrias químicas tenham de gerenciar toda a cadeia produtiva.

## 4 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada em etapas distintas. No primeiro momento, ocorreu o planejamento da investigação em si, demarcando as metodologias de pesquisa e de análise de dados, bem como a delimitação da amostra e dos recursos a serem utilizados no desenvolvimento do estudo.

Para responder à pergunta da pesquisa, a saber, “Como a conscientização sobre o uso e descarte de plástico pode melhorar o meio em que vivemos?” , a partir de uma sequência didática para a 3ª série do Ensino Médio abordando o tema “Polímeros”, objetivando elaborar, desenvolver e analisar uma sequência de ensino sobre polímeros abordando os diferentes aspectos e as relações entre o conhecimento químico, as interações com o meio ambiente e o discurso em sala de aula focado na sustentabilidade e conscientização dos estudantes sobre o uso e descarte de plástico. A presente pesquisa foi realizada em uma escola estadual, situada na cidade de Batalha, sertão de Alagoas.

O planejamento da sequência didática foi realizado com base no conteúdo “Polímeros”, aplicado na terceira série do ensino médio. Das quatro turmas de terceira série, foi selecionada a turma, onde tinha 31 alunos devidamente matriculados, sendo frequentes uma média de 28 em cada aula da sequência didática.

## 5 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

De acordo com Méheut (2005), uma sequência didática é um conjunto de atividades relacionadas entre si, organizadas e planejadas para o ensino de determinado conteúdo. Esta estratégia didática busca diminuir a fragmentação de conteúdos convencionalmente proposta pelo sistema tradicional de ensino, no qual as disciplinas são ministradas de modo a serem independentes entre si, organizado em torno de um ensino compartimentado e que não correlaciona os conhecimentos científicos com os fenômenos do nosso dia a dia. Para tanto, as sequências didáticas devem ser constituídas por atividades sequenciadas, com um conteúdo curricular definido por objetivos de ensino e um contexto didático inspirado na investigação educativa e na experiência docente, que em conjunto pretendem otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

A discussão a respeito da poluição causada pelo plástico é um tema atual e de grande importância para a preservação da biodiversidade e dos recursos hídricos. Portanto, pode e deve ser desenvolvida no ambiente escolar, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel na natureza. Para isso, é importante que os estudantes compreendam que o uso dos produtos plásticos, embora proporcione comodidade à vida moderna, provoca graves impactos negativos, incluindo a poluição de mares e oceanos; a morte de animais que se alimentam acidentalmente de objetos plásticos; a intoxicação de dos seres vivos pelo consumo de microplásticos; o acúmulo excessivo de lixo; o esgotamento de matéria-prima, como o petróleo, entre outros.

Conscientes disso, os estudantes devem ser estimulados a repensar suas ações diárias, refletindo sobre a necessidade e a quantidade de produtos plásticos que utilizam, sendo estimulados a buscar alternativas para contribuir individualmente para a redução do consumo desses produtos. Além disso, é importante que se sintam motivados a compartilhar suas reflexões com a comunidade escolar e familiar, ampliando as ações individuais em ações coletivas na busca de soluções para esse e outros problemas ambientais.

Nessa perspectiva, esta sequência didática propõe familiarizar os estudantes com alguns aspectos relacionados aos conceitos relacionados ao plástico (polímeros) e à poluição ambiental decorrente do uso de produtos plásticos, permitindo que analisem algumas temáticas atuais acerca do assunto, identificando informações relevantes. Como medida concreta, esta sequência inclui a elaboração de produtos (panfletos, ações de conscientização dentro e fora da escola) a serem utilizados em uma campanha de conscientização da comunidade escolar e do seu entorno.

A seguir, será apresentada uma experiência pedagógica com a utilização de uma sequência didática sobre polímeros. A sequência foi dividida em cinco momentos, visando passar de forma detalhada o conteúdo Polímeros e os impactos sofridos pela natureza com o uso excessivo e descarte inadequado desses materiais. Os objetivos de aprendizagem são: Compreender o que é o plástico e como é produzido; Identificar os impactos ambientais causados pela presença do plástico em diferentes ambientes e suas consequências; Refletir a respeito da utilização do plástico em atividades do cotidiano, estimulando soluções que possam reduzir impactos; Divulgar iniciativas para mitigar os impactos ambientais causados pela intensa utilização do plástico em inúmeras atividades.

### 5.1 Aula 1 – Introdução ao estudo dos Polímeros: o uso do plástico no cotidiano

Duração: 1 aula (cerca de 50 minutos).

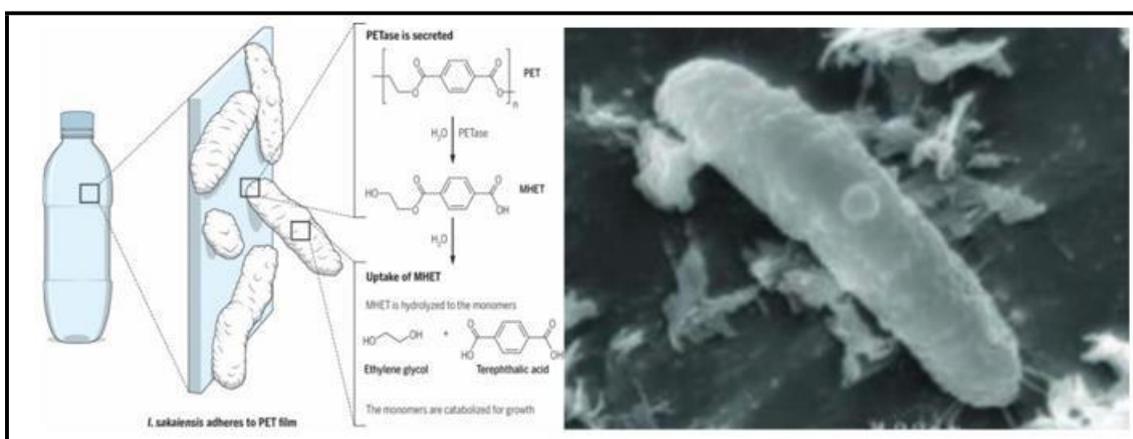
Local: sala de aula ou sala de informática.

Organização dos estudantes: em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: quadro branco, lápis para quadro branco, TV, caderno e caneta. artigos sobre as temáticas de pesquisa que serão propostas aos estudantes.

Inicialmente será realizado um debate, utilizando figura de uma bactéria que decompõe o plástico no meio ambiente, demonstrando as seguintes imagens e fazendo a leitura do seguinte texto “Poderá *Ideonella Sakaiensis* contribuir para a diminuição da poluição?”.

Figura 6- Bactéria que decompõe o plástico no ambiente (*Ideonella Sakaiensis*)



Fonte: Yoshida et.al., 2016

Em seguida foi abordada a temática através do seguinte questionamento: “Conseguiríamos viver sem plásticos na atualidade?” como desafio/problema. Após a atividade inicial, cada estudante recebeu uma folha com um questionário com questões como:

- O que você entende por plásticos?
- Qual a importância dos plásticos no seu dia a dia? Cite exemplos de onde você faz o uso de plásticos.
- Você acha que os materiais plásticos podem causar danos ao meio ambiente?
- Você utiliza os plásticos de forma consciente?
- Você já ouviu a palavra polímero? O que é um polímero?

Estes questionamentos foram aplicados com o intuito de avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre plásticos, polímeros e sua relação com o meio ambiente, gerando discussão e curiosidade por parte dos alunos, principalmente pela forma como foi iniciado, a imagem da bactéria *Ideonella Sakaiensis*.

Foi Solicitado que os estudantes pesquisassem textos relacionados ao tema e anotassem as informações contidas neles. Dessa maneira, cada estudante poderia contribuir no debate a ser realizado em sala. Ao final da aula, os estudantes anotaram em seus cadernos, quantos e quais produtos plásticos eles utilizam no cotidiano.

## 5.2 Aula2: Todo plástico é polímero, mas nem todo polímero é plástico

Duração: 1 aula (cerca de 50 minutos).

Local: sala de aula ou sala de informática.

Organização dos estudantes: em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: quadro branco, lápis para quadro branco, TV, caderno e caneta. artigos sobre as temáticas de pesquisa que serão propostas aos estudantes.

A aula foi iniciada apresentando aos estudantes um vídeo onde explicava o que é o plástico, disponível em: <http://www.nationalgeographicbrasil.com/video/tv/plastico-101-planeta-poluicao-lixo-oceano-combustiveis-fosseis-polimero-sacola-sacos-plasticos-canudo> (acesso em: jan. 2023). Esta atividade teve como objetivo ampliar os conhecimentos dos estudantes acerca da temática em estudo. Em seguida, foi apresentado aos estudantes a definição de polímeros e plásticos, os processos de obtenção e transformação de materiais poliméricos. Após a aula expositiva através de slides, a turma foi dividida em 6 equipes.

Cada equipe ficou responsável por pesquisar um tipo de polímero presente no cotidiano buscando todo o desenvolvimento histórico do mesmo para apresentar na aula seguinte.

### **5.3 Aula 3: Polímeros: Classificação e tipos**

Duração: 1 aula (cerca de 50 minutos).

Local: sala de aula ou sala de informática.

Organização dos estudantes: em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: quadro branco, lápis para quadro branco, TV, caderno e caneta. artigos sobre as temáticas de pesquisa que serão propostas aos estudantes.

Foram organizadas as equipes formadas na aula anterior, para as apresentações, todos os grupos pesquisaram um tipo de polímero que está presente no cotidiano, também procuraram o processo histórico sobre o desenvolvimento do polímero, apresentando os principais acontecimentos relacionados ao desenvolvimento dele e conceitos, houve sorteio para que apenas um integrante do grupo apresentasse a pesquisa. É importante destacar que a fonte de pesquisa utilizada pelos alunos foi a internet, fez-se necessária a intervenção do professor para esclarecimento de alguns pontos importantes não abordados. cada apresentação durou cerca de 5 minutos, o restante do tempo foi utilizado para abordar a temática com mais profundidade.

Equipe 1: Cabos de Panela (Baquelite)

Equipe 2: Sacolas plásticas (polietileno)

Equipe 3: Pneu (borracha)

Equipe 4: Utensílios domésticos (polipropileno)

Equipe 5: Brinquedos (PVC)

Equipe 6: Para-choques (polipropileno)

### **5.4 Aula 4: Mecanismos de polimerização**

Duração: 1 aula (cerca de 50 minutos).

Local: sala de aula ou sala de informática.

Organização dos estudantes: em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: quadro branco, lápis para quadro branco, TV, caderno e caneta. artigos sobre as temáticas de pesquisa que serão propostas aos estudantes.

Nesta aula, apresentado aos estudantes os principais processos de polimerização, de forma a possibilitar a compreensão sobre tais processos. Inicialmente, foi introduzido o conceito de reações poliméricas através de apresentação de slides e demonstrações com exemplos. Nesta aula, também foi preparado um momento com foco na problemática sobre o uso e descarte incorreto de plásticos, na busca de novos conhecimentos mostrando a necessidade de despertar a conscientização sobre o uso e descarte de plástico, houve a exposição dialogada com foco na problemática sobre o uso e descarte incorreto de plásticos, na busca de novos conhecimentos mostrando a necessidade de despertar a conscientização sobre o uso e descarte de plástico.

Neste momento foram trazidas várias imagens sobre problemas ocasionados pelo acúmulo de plástico no meio ambiente. Foi possível abordar sobre reciclagem do plástico e refletir sobre sua importância para o meio ambiente, onde foi possível demonstrar a numeração que separa os plásticos em seis diferentes tipos de materiais (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS e outros). Falamos também sobre o plástico biodegradável e sua importância no mercado atual. Foi desenvolvido um debate a partir da leitura de um artigo de opinião sobre a poluição causada por plásticos. A proposta desta aula foi sensibilizar os estudantes sobre a importância da reciclagem a fim de minimizar o impacto da poluição pelo plástico no meio ambiente, os alunos tiveram a oportunidade de solicitar lixeiros que foram posicionados no ambiente escolar.

### **5.5 Aula 5: Conscientização: a palavra chave para amenizar os impactos ambientais**

Duração: 1 aula (cerca de 50 minutos).

Local: sala de aula ou sala de informática.

Organização dos estudantes: em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: quadro de giz, giz ou caneta, caderno e caneta. artigos sobre as temáticas de pesquisa que serão propostas aos estudantes.

Momento mão na massa. As equipes formadas na aula 3 ficaram responsáveis por desenvolver um trabalho externo, fazendo um trabalho de conscientização em 3 escolas municipais e duas escolas estaduais do município de Batalha. O público alvo desta ação foram duas turmas de 9º ano e uma de 5º ano das 3 escolas municipais e duas turmas de 1ª série do ensino médio nas duas escolas estaduais. Cada equipe ficou responsável por produzir panfletos conscientizando a comunidade escolar das escolas visitadas. Foram

aplicados questionários nas turmas de 9º ano do ensino fundamental e 1ª série do ensino médio, no 5º ano foi feita apenas a panfletagem. Em um momento posterior foram comparadas as respostas de algumas questões previamente escolhidas do questionário aplicado para comparar o nível de conhecimento das turmas acerca da temática. Foram escolhidas as seguintes questões, onde continham as alternativas “Sim” ou “Não”:

1- Você sabe do que é feito o plástico?

2- Você já ouviu falar no termo POLÍMERO?

7- Você sabe quanto tempo dura a decomposição do plástico?

13- E em relação à população, você acha que eles aceitariam mudar o hábito do uso de sacolas plásticas por sacolas retornáveis?

19- Você acredita que é possível reduzir os problemas ambientais no mundo reduzindo o consumo e descarte de plástico?

20- Você acha que os impactos ambientais seriam menores se o plástico fosse substituído por materiais biodegradáveis?

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A proposta da sequência didática em cinco momentos descrita no trabalho visa construir, juntamente com os alunos do Ensino Médio, não só o conhecimento sobre uma temática atual, mas também desenvolver uma consciência crítica e ambiental. Desta forma, o desenvolvimento do tema polímeros, enviesada para a consciência sobre o uso e descarte de plástico, inserido em temáticas de meio ambiente, de maneira a alertar sobre o consumo desenfreado de produtos contendo plásticos.

No primeiro, segundo e terceiro momento da sequência didática, foi explanado para os alunos o conhecimento sobre polímeros de maneira geral, de modo que os conhecimentos facilitassem os passos seguintes. Os passos seguintes foram voltados para um trabalho de conscientização sobre a importância do uso e descarte consciente de plástico. Esta fase se concretizou nas escolas municipais do município de Batalha- Alagoas, cada equipe determinada na aula três ficou incumbida de visitar as escolas e criar seus panfletos de modo a promover a conscientização sobre o uso e descarte de plástico.

No momento das visitas às escolas, alguns alunos das segundas séries foram solicitados a acompanhar as equipes para que pudessem observar para dar continuidade a este trabalho de conscientização posteriormente. Segue abaixo fotos da ação realizada e panfletos utilizados nas visitas as escolas, que foram desenvolvidos na ação denominada pelos alunos participantes da pesquisa “Pensamento verde”.

Figura 7- Panfletagem e aplicação de questionário



Fonte: Fotos feitas pela autora

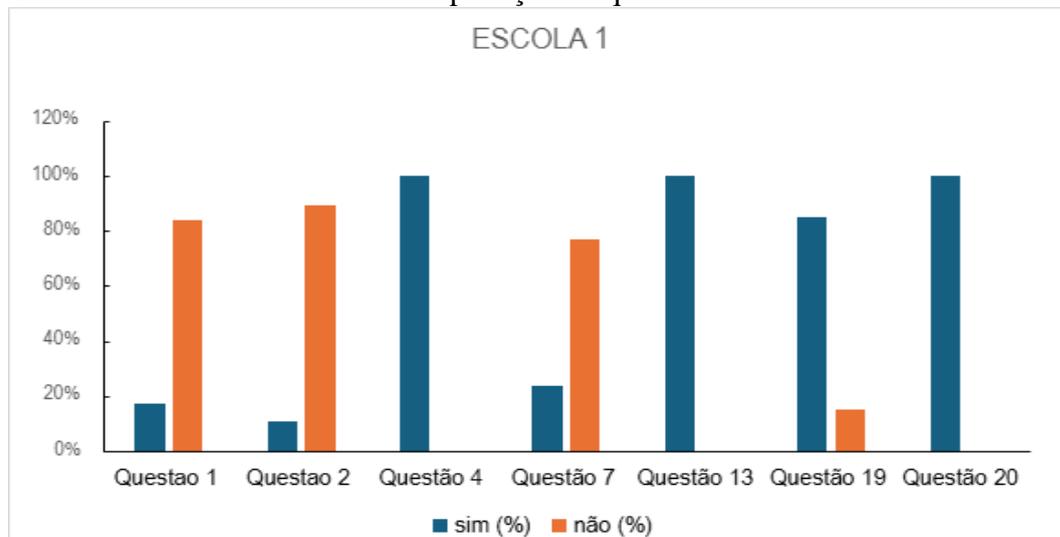
Figura 8- Panfletos utilizados durante a panfletagem



Fonte: Elaborados pelos alunos da 3ª série (2023)

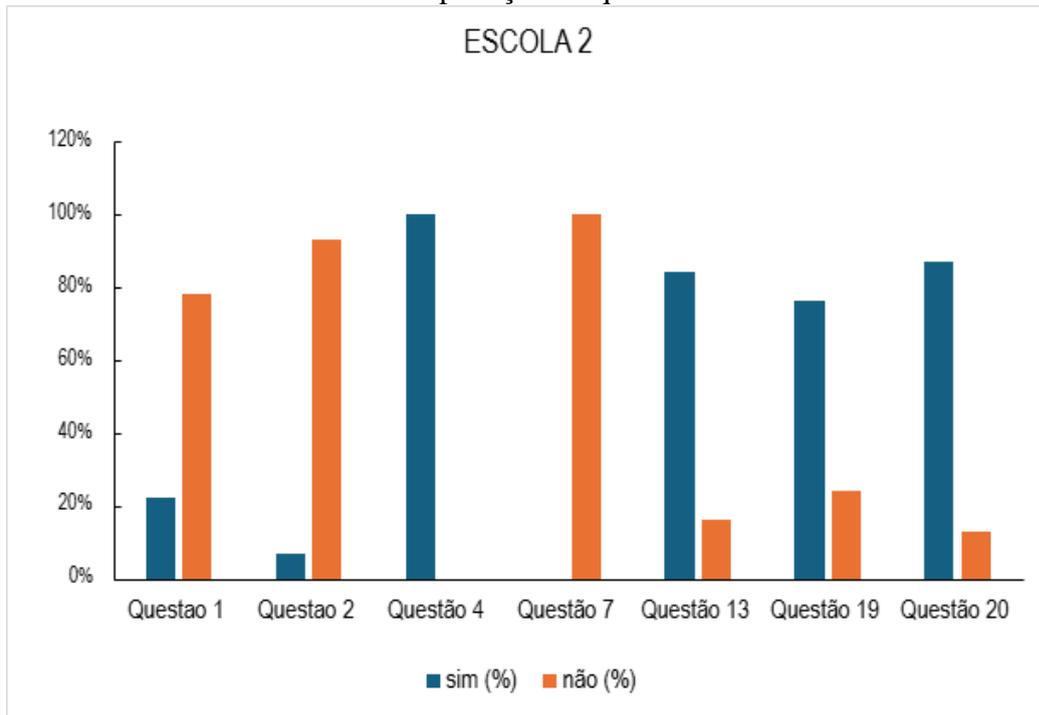
A análise dos gráficos mostra o perfil de conhecimento de cada turma sobre plástico, com base nos gráficos produzidos acerca das respostas dos estudantes de cada escola temos:

Gráfico 1- Percentual referente a aplicação do questionário na escola 1



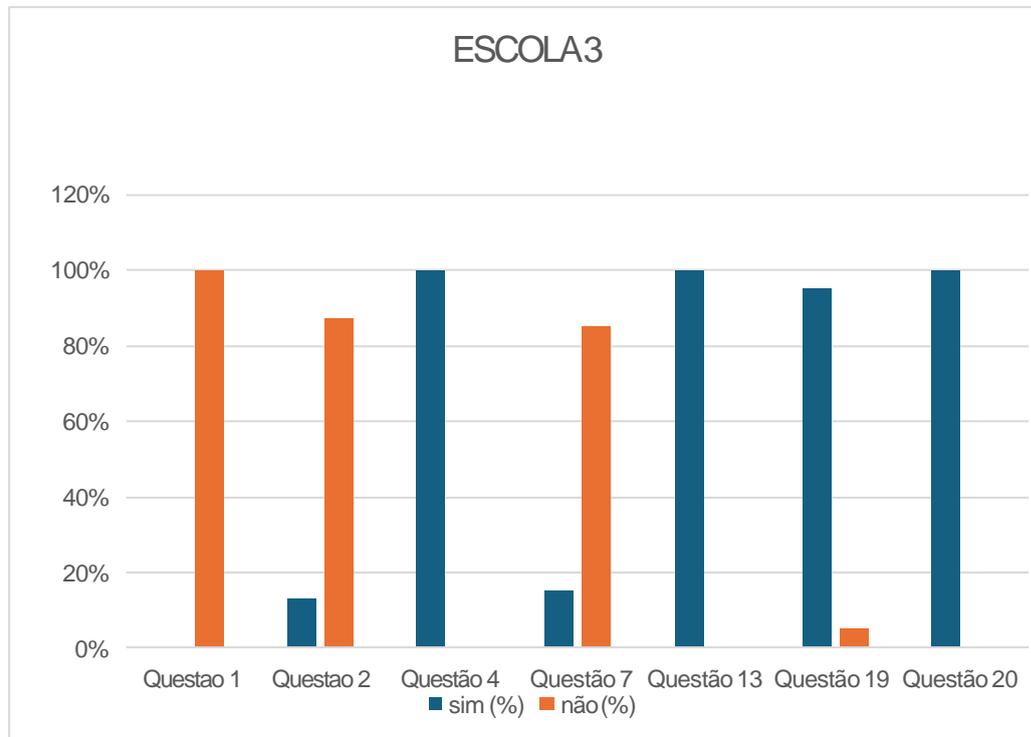
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Gráfico 2- Percentual referente a aplicação do questionário na escola 2



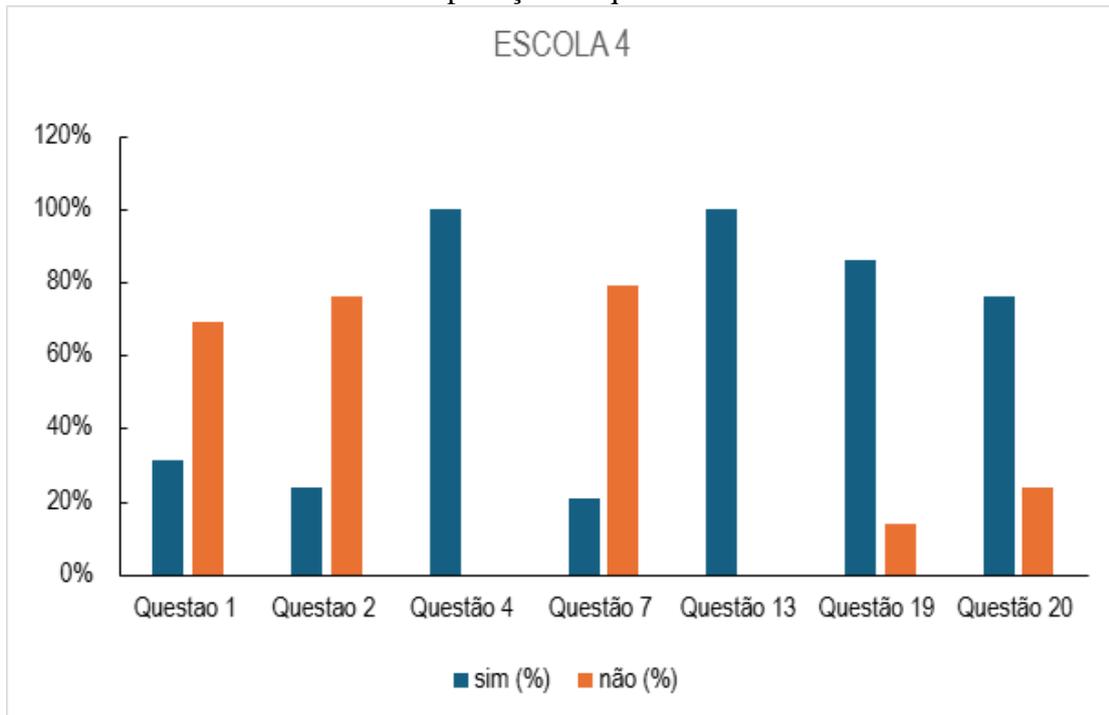
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Gráfico 3- Percentual referente a aplicação do questionário na escola 3



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

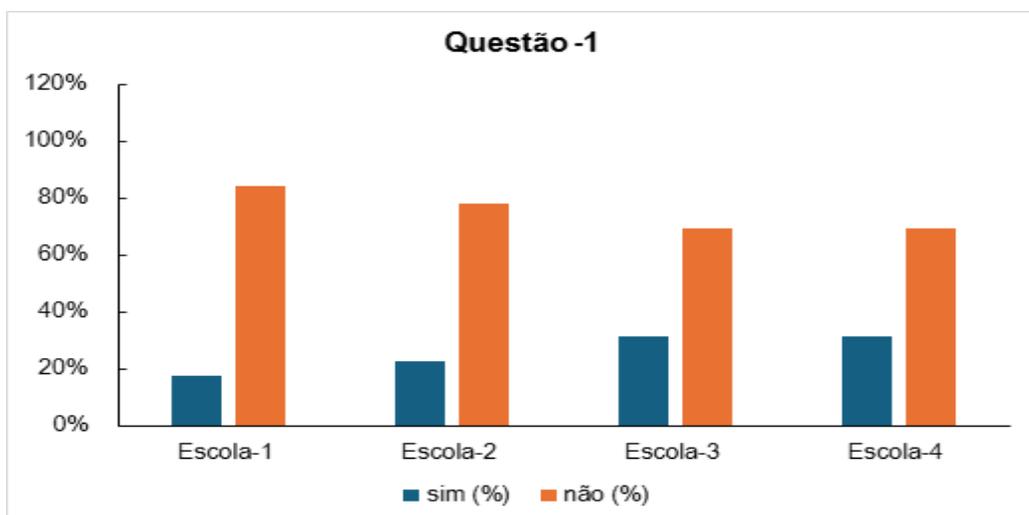
Gráfico 4- Percentual referente a aplicação do questionário na escola4



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Com base nas respostas obtidas a partir das questões selecionados, como mostram os gráficos, no questionário, o item 1 faz referência ao conhecimento que eles têm sobre o material que é feito o plástico. A escola 3, indica total desconhecimento por parte dos discentes que responderam a pesquisa, nas escolas1, 2 e 4, pode-se observar que não ultrapassam a marca dos 30% do total de alunos que responderam que sabem do que é feito o plástico, foi disponibilizado um espaço para que os mesmos escrevessem sobre, mas todos deixaram o espaço reservado para expor com suas próprias palavras em branco.

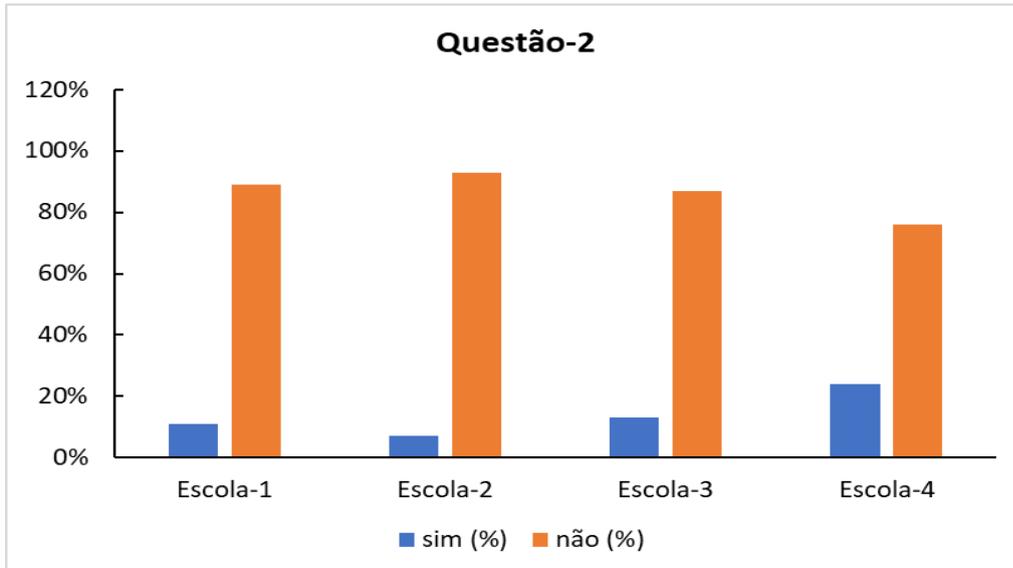
Gráfico 5- Comparativo das respostas da questão 1: Você sabe do que é feito o plástico?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O item 2 questiona se eles sabem o que é polímero, onde, cerca de 80% dos alunos pesquisados nas escolas 1, 2, 3 e 4 responderam que não, os que responderam que sim, não conseguiram expressar em palavras.

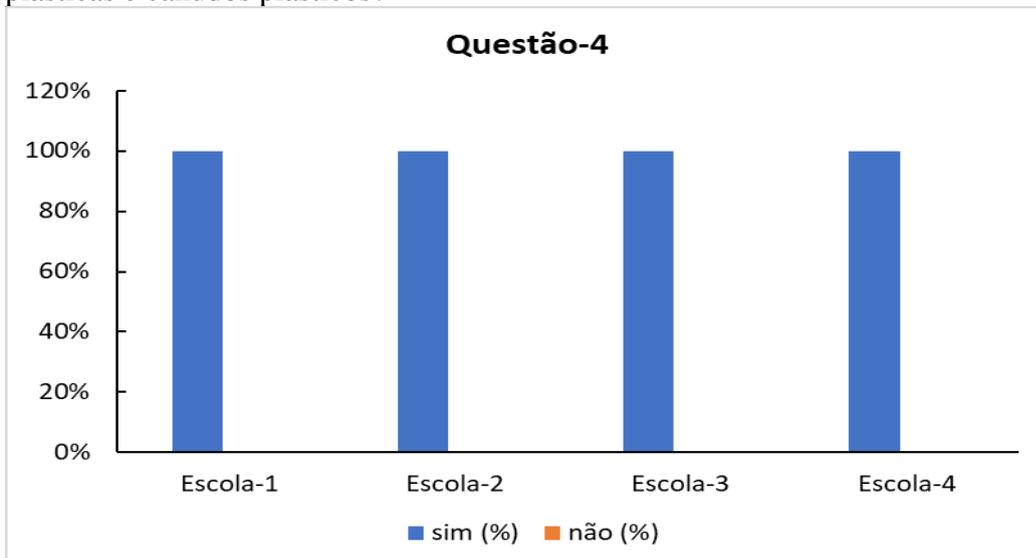
Gráfico 6- Comparativo das respostas referente a questão 2: Você já ouviu falar no termo POLÍMERO?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O item 7 questiona sobre o tempo de decomposição do plástico, onde quase 100% dos alunos responderam que sim.

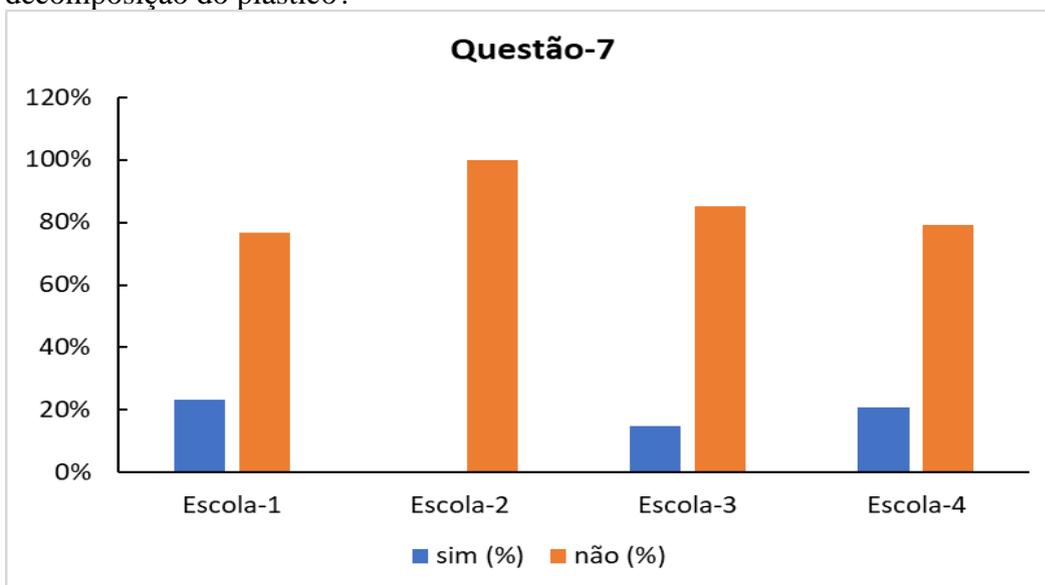
Gráfico 7- Comparativo das respostas da questão 4: É comum, diariamente o uso de sacolas plásticas e canudos plásticos?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O item 7 questiona sobre o tempo de decomposição do plástico, onde apenas a escola 2 teve 100% das respostas negativa, as escolas 1, 3 e 4 tiveram um percentual de cerca de 20 % que deram respostas positivas, porém não souberam expressar em palavras.

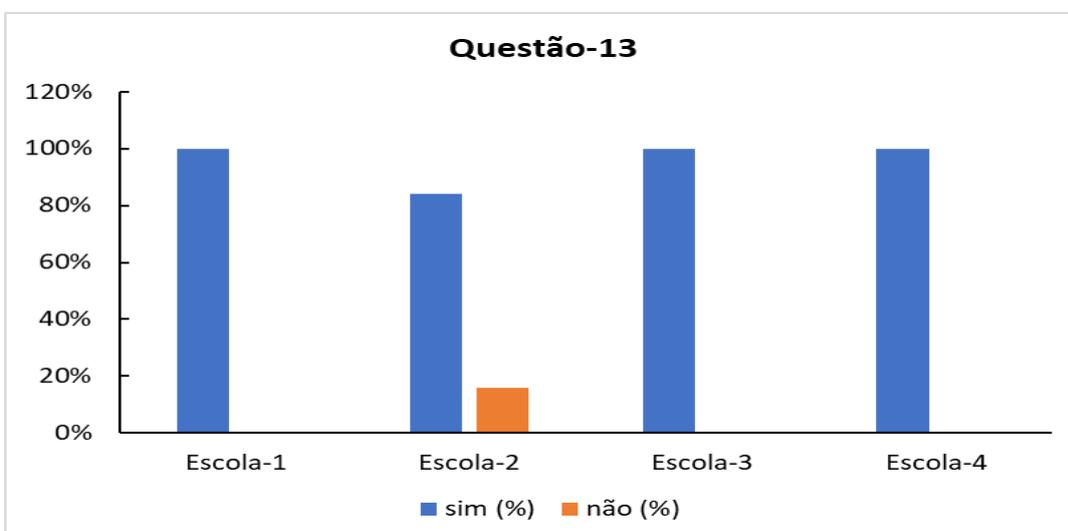
Gráfico 8- Comparativo das respostas da questão 7: Você sabe quanto tempo dura a decomposição do plástico?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Com relação a questão 13, foram questionados sobre mudanças de hábitos, se as pessoas aceitariam utilizar sacolas retornáveis. 100% do público alvo das escolas 1, 3 e 4 responderam que sim, somente a escola 2 aponta 15% do público alvo com resposta negativa.

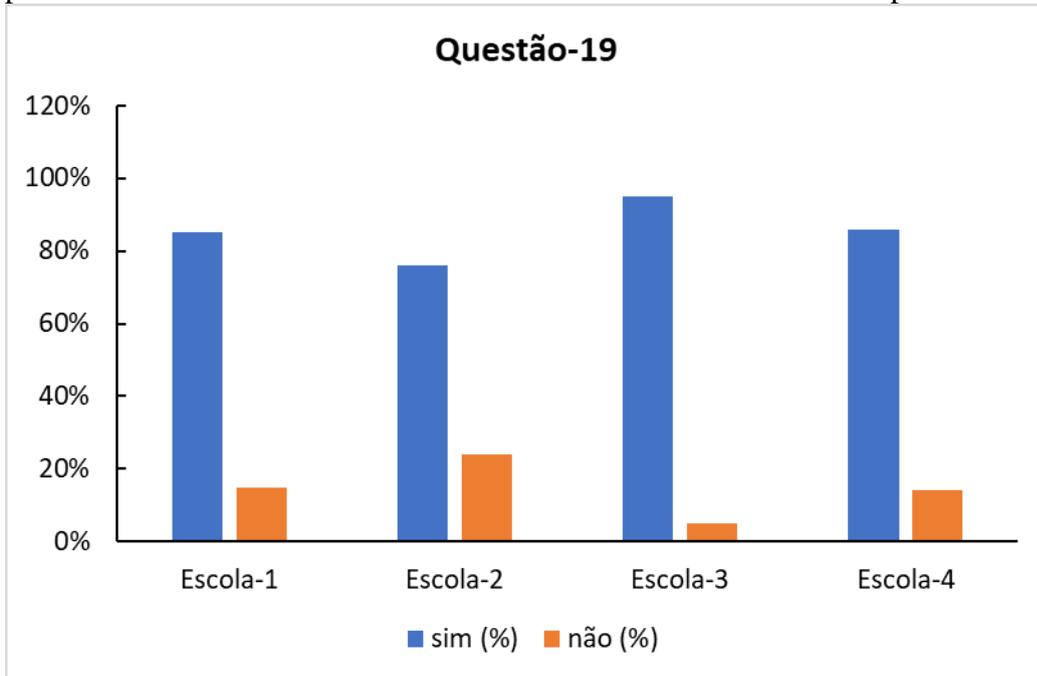
Gráfico 9- Comparativo das respostas da questão 13: E em relação à população, você acha que eles aceitariam mudar o hábito do uso de sacolas plásticas por sacolas retornáveis?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na questão 19, os discentes são questionados sobre a possibilidade de reduzir problemas ambientais com a redução do uso e descarte de materiais plásticos, neste quesito, as respostas da escola 1 e 4 foram bastante otimistas, já que ambas ultrapassaram a marca dos 85%, já as escolas 2 e 3 demonstraram um percentual negativo maior.

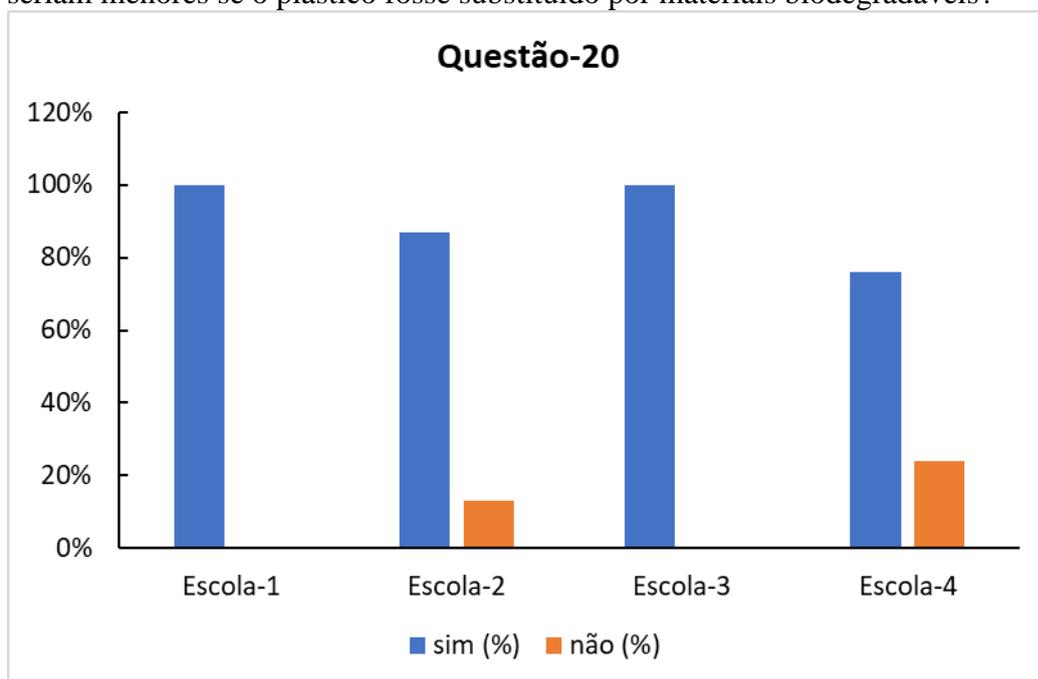
Gráfico 10- Comparativo das respostas da questão19: Você acredita que é possível reduzir os problemas ambientais no mundo reduzindo o consumo e descarte de plástico?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Na questão 20, foram questionados se acreditam na diminuição dos impactos ambientais, caso houvesse substituição do plástico por materiais biodegradáveis. Neste quesito, as 4 escolas foram bastante positivas, pois a escola 1 e 3 foram unânimes, responderam que sim, já as escolas 2 e 4 apresentam um percentual que desacreditam dessa possibilidade. A escola 2 com cerca de 25% e a escola 4, cerca de 15 % que não acreditam que a ação diminua os impactos.

Gráfico 11- Comparativo das respostas da questão 20: Você acha que os impactos ambientais seriam menores se o plástico fosse substituído por materiais biodegradáveis?



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem de temas que promovam uma educação ambiental nas salas de aula é fundamental, pois não podemos deixar de pensar na prática educativa longe de assuntos que dizem respeito consciência ambiental. A contextualização dos conteúdos químicos aos temas ambientais é um dos caminhos para dar sentido ao tratamento da ciência na educação escolar.

O desenho da sequência didática foi elaborado a partir de atividades que pudessem proporcionar a reflexão, aprendizagem sobre a conscientização e sobre o uso e descarte de plástico e reciclagem destes materiais. A partir desta sequência didática foi possível conceituar polímeros, identificar suas principais características, abordando as temáticas e propriedades das substâncias e dos materiais, promover uma educação ambiental e abordando danos e riscos causados ao meio ambiente para uma conscientização dentro do espaço escolar e fora dele.

O ponto alto da concretização da pesquisa se deu com a visita feita pelos alunos nas escolas de ensino fundamental e médio do município de Batalha, proporcionando a interação com a comunidade, compartilhando saberes e verificando na prática de que forma podem contribuir e realizar mudanças deixando claro que todo consumo causa um impacto, seja ele positivo ou negativo, principalmente na natureza e na sociedade. A partir do momento que se tem consciência desses impactos, torna-se mais fácil maximizar os pontos positivos e reduzir os negativos.

Quando se fala dos plásticos é preciso analisar o seu ciclo de vida na gestão de todos os processos, para reduzir os impactos causados ao meio ambiente. Uma vez que a produção e a utilização gradual do plástico superam a capacidade da sociedade de gerenciá-lo de modo eficaz até o fim de sua vida útil. Portanto, o consumo consciente do plástico nada mais é do que consumir de forma mais sustentável e com consciência do impacto que isso irá causar nas gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

- ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Principais materiais descartados no Brasil**. 2020.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2018.
- AKCELRUD, L. **Fundamentos da ciência dos polímeros**. 1. Ed. São Paulo: Manole, 2006.
- ALFREY, T.; GURNEE, E. F. Polímeros orgânicos em materiais compostos (composites) polímeros expandidos. São Paulo: Edgard Blucher, 1971.
- ALMEIDA, M. G. O.; SABINO, J. D.; BARBOSA, L. R. R.; DA SILVA, J. C. S. Roleta Polimérica: um jogo didático para abordagem do conceito de polímeros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016.
- ANASTÁCIO, E. M. S.; REGIANI, A. M. Contextos regionais e saberes tradicionais: a história da borracha no estudo de polímeros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016.
- AZEVEDO, M. C. P. T. **Ensino por investigação**: problematizando as atividades em sala de aula. In: Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Ana Maria Pessoa de Carvalho (Org.). São Paulo, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**: parâmetros curriculares nacionais – ensino médio. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2000.
- BLASS, A. – **Processamento de Polímeros**. Série didática. Editorial da UFSC, 1985.
- BRASIL, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**: parâmetros curriculares nacionais – ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRITO, C. A.; CARVALHO, J. L. A.; FREITAS, A. B. R. Investigações das concepções dos alunos do ensino médio sobre o tema polímeros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016.
- CANTO, Eduardo Leite. **Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?** 2ª ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004 (Atualizado 2010).
- CANEVAROLO Jr., SEBASTIÃO V. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para técnicos e engenheiros. Canevarolo Jr. - São Paulo: Artliber Editora, 2006.
- European Bioplastics. 2018. **“Bioplastics. Facts and Figures”**. [https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Facts\\_and\\_figures.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf)

FERRAROLI, Francisco. **Polímeros do Futuro - tendências e oportunidades**. Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, SP, v. 13, n. 1, jan./ mar. 2003.

FERREIRA, M. **Polímeros e meio ambiente: uma proposta para o ensino de química**. Educação Ambiental em Ação, 2011.

FREITAS, A. B. R.; BRITO, C. A.; CARVALHO, J. L. A. **Polímeros e meio ambiente: concepções e aplicação de projeto em dois colégios estaduais do Rio de Janeiro no qual os temas se relacionam com ensino**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016a.

FREITAS, A. B. R.; BRITO, C. A.; CARVALHO, J. L. A. Projeto em educação, meio ambiente e polímeros: investigação dos temas com alunos de escolas do estado do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016b.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of **Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection**). A: Kershaw PJ, editor. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. Rep. Stud. GESAMP. 2015;(90). 96 p.

GOMES, F. A. M. **Descarte racional de componentes eletrônicos com geração de insumos, subprodutos e produtos manual de referência técnica**. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Inovação e Tecnologia) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189–205, 2003. SILVA, A. L. B. B.; SILVA, E. O. Conhecendo Materiais Poliméricos. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMG. 2003.

LIMA, A. F. **Produção de copolímeros contendo olefinas e diolefinas com catalisadores Ziegler-Natta**. Dissertação (Mestrado em Química) acesso em: 1 maio 2012.

MANRICH, S.; Danella Junior, O. J.; Santi, C. R.; Corrêa, A. C.; Mortara, A. A. & Giacomazzi, L. – "**Composições para papéis sintéticos e filmes ecológicos para escrita e impressão, papéis sintéticos e filmes obtidos a partir dessas e uso dos mesmos**". Patent PI 0701443-0 (2007).

MANO, E. B.; MENDES, L. C. **Introdução a Polímeros**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences stools for learning and/or research**. Research and the Quality of Science Education, part. 4, Paris: Editora Springer, 2005.

MOREIRA, A.C.C. **Microplásticos: impacto ambiental de polímeros fotodegradados**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

NASCIMENTO, A. K. M. **Uma sequência de ensino sobre polímeros para o ensino médio de química: a trajetória de produção, desenvolvimento e análise**. 2015. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

OLIVEIRA, M. A. **O ensino do tema polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque CTS: reflexões e ações**. 2010. 188 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

OLIVEIRA, M. A.; PARANHOS, C. M.; MARQUES, C. M. P. **Utilização de atividades contextualizadas**: uma perspectiva de aprimoramento de competências para o ensino da química de polímeros PET. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016. Florianópolis.  
**Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016.

OLIVEIRA, F. S.; LIRA, C. D. F.; KUBOTA, T.; ARAÚJO, M. V. G. Polímeros sintéticos: importância da contextualização no ensino de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENEQ, 2016.

OLIVEIRA, A. M.; RECENA, M. C. P. O Ensino de polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque em CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 7, n. 1, p. 103-126, 2014.

PNUMA, “**Detritos Plásticos Marinhos e Microplásticos** – Lições e Pesquisas Globais para Inspirar Ações e Orientar Mudanças Políticas”.

RIPPEL, M. M.; Bragança, F. C. Borracha natural e nanocompósitos com argila **Química Nova**, Vol. 32, No. 3, 818-826, 2009.

SANTOS, K. d.; NETO, J. M. M.; SOUSA, P. A. A. Química e educação ambiental: uma experiência no ensino superior. **Química Nova na Escola**. v. 36, n. 2, p. 119–125, 2014.

SANTOS, G. G. **Aprendizagem significativa no ensino de química: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo polímeros**. 2017. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SILVA, S. P. **A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil**: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. Brasília: Ipea, 2017.

SILVA, A. L. B. B.; SILVA, E. O. **Conhecendo Materiais Poliméricos**. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMG. 2003.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química**: Jogos e atividades aplicados ao ensino de Química. 2004. 219 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SOUZA, I.B.B. **Práticas de Sustentabilidade: um convite à reflexão, conscientização e preservação ambiental**. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2013.

SPINACÉ, M. A. S.; PAOLI, M. A. A tecnologia de reciclagem de polímeros. **Química Nova**. v. 28, p. 65-72, 2005.

WAN, Emerson; GALEMBECK, Eduardo; GALEMBECK, Fernando. **Polímeros Sintéticos**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. 2. p. 5-8, mai. 2001.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJANARO, R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e Tecnologia**. 2 ed. São Carlos: UFSCar, 2015.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

### QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

SÉRIE: \_\_\_\_\_

1- Você sabe do que é feito o plástico?

Sim       Não

Se sua resposta for sim, descreva com suas palavras:

---



---



---

2- Você já ouviu falar no termo POLÍMERO?

Sim       Não

3- Todo plástico é polímero na sua opinião?

Sim       Não

4- É comum, diariamente o uso de sacolas plásticas e canudos plásticos?

Sim       Não

4- É comum, diariamente o uso de sacolas plásticas e canudos plásticos?  Sim       Não

5- Você conhece ou já ouviu falar em canudos reutilizáveis? (Ex: vidro, metal, bambu...)

Sim       Não

6- Você costuma utilizar canudos reutilizáveis?

Sim       Não

7- Você sabe quanto tempo dura a decomposição do plástico?

Sim       Não

8- Você acha que os plásticos descartados de forma exagerada são um risco para o meio ambiente?

Sim       Não

9- Você estaria apto a trocar as sacolas tradicionais por sacolas feitas de pano (pois os consumidores poderiam levar e trazer em todas as compras)?

Sim       Não

10- Você concordaria com uma lei que proibisse o uso de sacolas plásticas?

Sim       Não

11- Em outros estados, por exemplo, o Rio de Janeiro, já existem projetos e lei que proíbe o uso de sacolas plásticas, por exemplo, dando desconto para quem faz compras e não usam as sacolas plásticas. E se fosse aqui, você adotaria essa medida?

Sim       Não

12- O que você acha da criação (urgente) de uma lei que proibisse de vez o uso das sacolas plásticas?

Boa

Ruim

Excelente

Acha desnecessária a criação dessa lei.

13- E em relação à população, você acha que eles aceitariam mudar o hábito do uso de sacolas plásticas por sacolas retornáveis?

Sim       Não

14- Na sua cidade existe posto de coleta seletiva?

Sim       Não

13- Na escola que você estuda existe preocupação com a coleta seletiva?

Sim       Não

15- Você sabe o que é plástico biodegradável?

Sim       Não

16- Você se considera consumista?

Sim       Não

17- Você considera que uma pessoa que se reconhece consumista é capaz de mudar de postura para preservar o meio ambiente?

Sim       Não

18- Você considera que o desenvolvimento sustentável é possível?

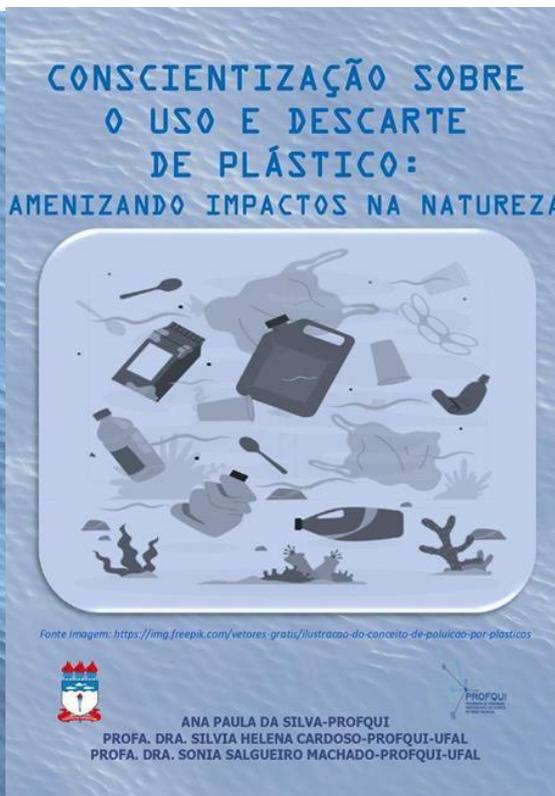
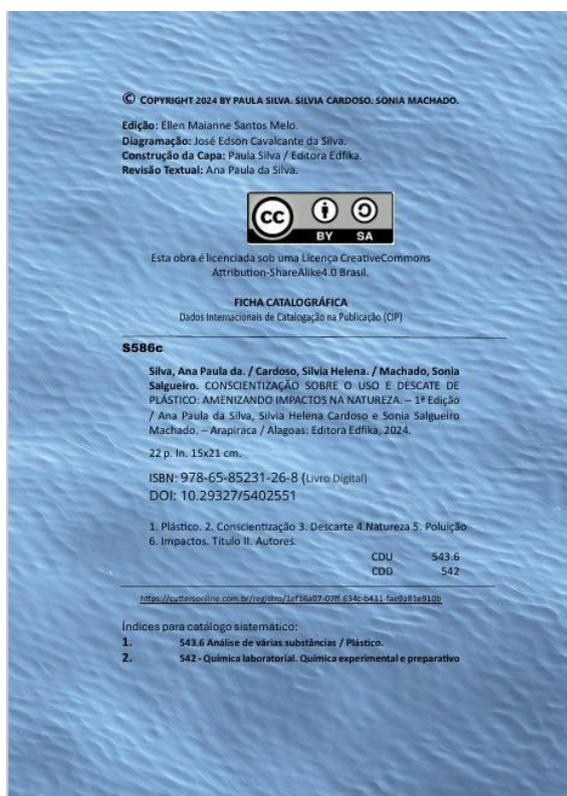
Sim       Não

19- Você acredita que é possível reduzir os problemas ambientais no mundo reduzindo o consumo e descarte de plástico??

Sim       Não

20- Você acha que os impactos ambientais seriam menores se o plástico fosse substituído por materiais biodegradáveis ?

Sim       Não





## COMITÊ EDITORIAL

Me. Maria Fabiana Brito Santos – SEMED – Recife/PE.

Dr<sup>a</sup>. Elizabete Amorim de Almeida Melo – UFAL.

Dr. Jenivaldo Lisboa de Araújo – SEDUC/AL.

Dr. Elias Rocha Gonçalves – SEEDUC/RJ.

Dr<sup>a</sup>. Ellen Maianne Santos Melo – IFAL.

## Apresentação

O presente trabalho consiste no Produto Educacional da dissertação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) intitulado CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O USO E DESCARTE DE PLÁSTICO: AMENIZANDO IMPACTOS NA NATUREZA, defendida na Universidade Federal de Alagoas, sob a orientação da Professora Dra. Sonia Salgueiro Machado.

Esta cartilha propõe ao público que reconheçam e entendam como os plásticos são produzidos e os impactos causados pelo descarte inadequado. Também propõe uma reflexão sobre o padrão de consumo dos plásticos da comunidade onde vivem chamando a atenção para uma conscientização sobre o uso e descarte de forma imediata, visando amenizar impactos ambientais o mais rápido possível. Tem como objetivo incentivar a compreensão sobre a importância de repensar hábitos que envolvem o consumo de plástico mostrando a importância de utilizar outras alternativas para a redução do volume de lixo plástico para minimizar impactos. O reuso e a reciclagem desse material representam formas de atenuar os problemas ambientais gerados pelo seu descarte.



Fonte: <https://translate.google.com.br/?hl=pt-br&lang=pt-br&source=web&sa=X&ved=2ahUKEwiY4YDf48fD9855-10bb1a46d68>

## Sumário

PLÁSTICO: É preciso tomar cuidado .....	07
Do que é feito o plástico? .....	08
Código de identificação dos tipos de plásticos .....	09
Planeta Terra ou Planeta Plástico? Evolução global do plástico .....	10
A relação entre produção e descarte de plástico .....	11
Ciclo de vida do Plásticos .....	12
A extensão do problema da poluição por plástico .....	13
Os principais impactos ambientais .....	14
Consequências que não vemos: Microplásticos já afetam o organismo humano .....	15
Descarte plástico: como fazer direito? .....	16
Bioplástico: possível solução para o problema .....	17
Uma questão de consciência .....	18
Cronograma de aulas .....	19

## PLÁSTICO: É preciso tomar cuidado!

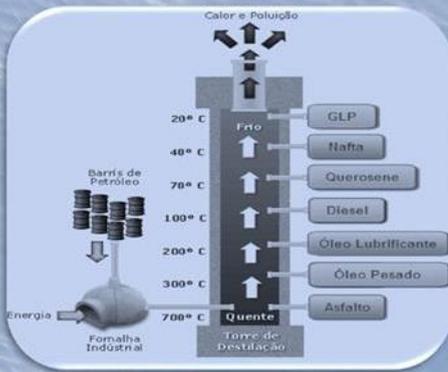


Fonte: <https://img.freepik.com/psd-premium/arte-veetorial-hiper-realista-residuos-marinhas-poluicao>

Os plásticos poluem a natureza, colocam em perigo a vida selvagem e degradam os sistemas naturais. Existem partículas de plástico nos alimentos que comemos e no ar que respiramos.

## Do que é feito o plástico?

Tudo começa com o petróleo. Uma vez extraído, o petróleo passa por um processo de fracionamento, que consiste na separação e quebra de grandes moléculas orgânicas em moléculas menores. Nele, é produzida a nafta, substância utilizada na produção dos plásticos, assim como a gasolina, o querosene, o diesel e outros. A nafta é então decomposta em diferentes substâncias, formadas por pequenas moléculas, que são submetidas a reações de polimerização. Cada tipo de plástico, de um modo geral, é originado a partir de um tipo de molécula que compõe a nafta. As reações de polimerização têm como resultado pequenos grãos, que são enviados para diversas indústrias que produzem os materiais plásticos finais. Além disso, aditivos costumam ser utilizados para atingir propriedades físicas desejadas, como uma nova cor, aumentar ou reduzir a flexibilidade, diminuir a eletrização por atrito ou reduzir a viscosidade.



Fonte: <https://www.tudosobreplasticos.com/polimerizacao/imagens/destilacaopetroleo.png>

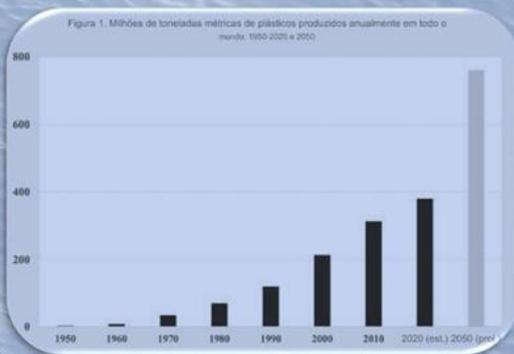
## Código de identificação dos tipos de plástico

Os números indicam o tipo de plástico que constitui um determinado objeto. Cada tipo apresenta particularidades em sua estrutura molecular. Ou seja, não há um único tipo de plástico, mas sim vários, como demonstrado a seguir.

Códigos de identificação dos tipos de plásticos						
PET	PEAD	PVC	PEBD	PP	PS	Outros
Nome completo: Tereftalato de polietileno	Nome completo: Polietileno de alta densidade	Nome completo: Policloreto de vinila	Nome completo: Polietileno de baixa densidade	Nome completo: Polipropileno	Nome completo: Poliestireno	Nome completo: Outros
Características: Transparente e resistente	Característica: Plástico colorido comum	Característica: Rígido	Características: Maleável e flexível	Características: Duro e flexível	Características: Rígido e frágil	Característica: Todos os outros tipos de plásticos, incluindo esmalte e náilon
Presente em: Garrafas de bebidas, entre outros	Presente em: Frascos de iogurte, leite e produtos de limpeza, entre outros	Presente em: Tubos e conexões utilizados em construção civil, entre outros	Presente em: Embalagens de arroz e açúcar, entre outros	Presente em: Potes e tampas, entre outros	Presente em: Pratos e copos descartáveis, entre outros	Presente em: Mamadeiras, lentes de óculos, para-choques de carro, entre outros

Fonte: <https://www.tudosobreplasticos.com/polimerizacao/imagens/destilacaopetroleo>

## Planeta Terra ou Planeta Plástico? Evolução global do plástico

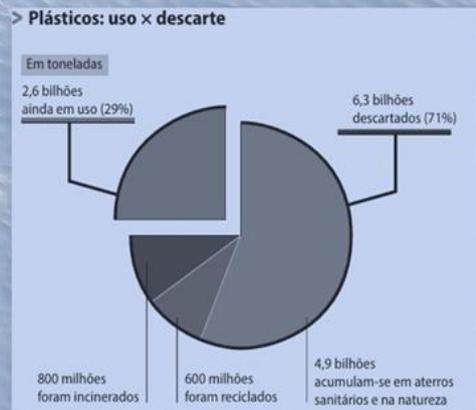


Fonte: <https://translate.google.com.br/59bafba2-9761-4a6c-aeb8-c5ea150b3cc>

A reciclagem de plásticos permanece em um nível relativamente baixo em todo o mundo. Estima-se que a reciclagem represente menos de 10% de todos os plásticos produzidos a cada ano, com mais de 10 milhões de toneladas métricas de plástico sendo despejadas nos oceanos anualmente. Além disso, sem as medidas necessárias para lidar com esse despejo, a quantidade de lixo plástico que flui para os oceanos todos os anos deve quase triplicar até 2040. <https://envolverde.com.br/opiniao/planeta-terra-ou-planeta-plastico/>

## A relação entre produção e descarte de plástico

Apesar de úteis, os plásticos também são considerados descartáveis. Inclusive, em muitos lugares, é mais barato produzir novos plásticos do que reciclá-los, embora tal prática seja pior para o meio ambiente. O gráfico a seguir demonstra que, de todo o plástico produzido desde 1950, apenas 29% está em uso. Ou seja, 71% de toda a produção foi descartada.



Fonte: GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, v. 3, n. 7, jul. 2017

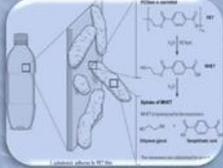
## Ciclo de vida dos plásticos

Os plásticos, assim como outros materiais, podem passar por transformações físicas e químicas que os modificam. A este processo se dá o nome de degradação. Ele ocorre, por exemplo, pela ação da luz ou por reações com outras substâncias. Materiais plásticos podem levar anos, décadas e até mesmo séculos para se decompor. Os valores a seguir representam o tempo médio de decomposição dos respectivos materiais no oceano, sendo que esse tempo pode variar, pois está relacionado às condições específicas de cada ambiente.

 sacola plástica 20 anos	 copo de café 30 anos	 canudo de plástico 200 anos	 escova de dentes 500 anos
 garrafa de água 450 anos	 cápsula de café 500 anos	 copo plástico 450 anos	 fralda descartável 500 anos

Fonte: THE LIFECYCLE of plastics. WWF-Australia. 19jun.2018

A degradação também pode ocorrer por alguns tipos particulares de bactérias, sendo, neste caso, denominada biodegradação. É importante ressaltar que atualmente já se conhece bactérias e fungos capazes de degradar alguns tipos de plástico como a *Ideonella Sakaensis*.



Fonte original: Yoshida et al., 2016 (DOI: 10.1126/science.aad6359)



## A extensão do problema da poluição por plástico

A preocupação com os impactos causados pelo consumo de plásticos não acompanhou o ritmo de crescimento da produção e hoje percebemos que os impactos negativos atingem praticamente todos os locais do planeta e até mesmo fora dele.



[https://www.letrasambientais.org.br/img/posts/plastico\\_perigo\\_para\\_os\\_oceanos](https://www.letrasambientais.org.br/img/posts/plastico_perigo_para_os_oceanos)  
<https://jornalga.com.br/wp-content/uploads/2024/01/poluicao>





<https://autossustentavel.com/wp-content/uploads/2018/06/plasticos-426187984>

## Os principais impactos ambientais

**Impactos ambientais dos plásticos**

São derivados do petróleo, que é um recurso não renovável e poluente.

Sua incineração pode liberar na atmosfera gases tóxicos como dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, que são prejudiciais à saúde humana.

Os plásticos descartados em locais inadequados, ao se degradar, produzem substâncias tóxicas que contaminam solos e águas subterrâneas.

Em função do descarte incorreto, os plásticos estão praticamente espalhados por todas as regiões do planeta, gerando poluição das águas e do solo e, também, poluição visual.



Em alguns casos, animais que ingerem plásticos podem morrer de intoxicação alimentar, perfuração, asfixia ou mesmo outros motivos associados ao contato com materiais plásticos, e isso pode desequilibrar todo um ecossistema.

Diversos animais ingerem plásticos, impactando toda a cadeia alimentar. O plástico ingerido por um peixe, por exemplo, é ingerido por outro animal que se alimente desse peixe, chegando até os seres humanos.

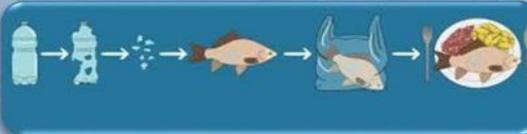
Fonte: GEYER, R.; IAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances, v. 3, n. 7, jul. 2017.

## Consequências que não vemos: Microplásticos já afetam o organismo humano

Devido à ocorrência de partículas plásticas, os denominados microplásticos, que têm sido frequentemente detectadas em diferentes ecossistemas, principalmente nos ecossistemas aquáticos de água doce. Existem muitas evidências que demonstram que os microplásticos são poluentes com grande potencial de afetar a dinâmica dos ecossistemas aquáticos e o organismo humano (PNUMA, 2023). O principal efeito dos microplásticos nos oceanos é entrarem na cadeia alimentar, uma vez que organismos ingerem estas partículas. Posteriormente os mesmos organismos servem de alimento para algumas espécies marinhas, e essas espécies marinhas servem de alimento para os seres humanos, desta forma também podemos vir a ingerir estes microplásticos (LÖNNSTEDT, 2017).



<https://www.letrasambientais.org.br/img/posts/microplastico>



[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbq4ahuFRn82CMnGISGWRjRr\\_VB3NwQ\\_7cA&w](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbq4ahuFRn82CMnGISGWRjRr_VB3NwQ_7cA&w)

**Estudo mostra que podemos estar "contaminados" por microplásticos, assim como os oceanos(VEIGA, 2018).**

## Descarte plástico: como fazer direito?

A destinação mais adequada para os materiais plásticos é a reciclagem, processo que evita o acúmulo desses materiais no ambiente, gera renda e ainda tem o potencial de aumentar a vida útil dos aterros sanitários, já que diminui a quantidade de resíduos destinados a eles. A coleta seletiva e as centrais de triagem são fundamentais para encaminhar esses materiais à indústria de reciclagem. Destinar os plásticos às lixeiras de material reciclável causa impactos positivos ao ambiente e à sociedade. A reciclagem transforma o material já usado em matéria-prima para produção de novos materiais, fazendo com que a matéria assumida uma dinâmica cíclica no processo produtivo. Além da reciclagem, um processo que vem sendo realizado com os plásticos é a incineração para obtenção de energia. Por um lado, é interessante porque evita o descarte dos plásticos no ambiente e gera muita energia; por outro, há emissão de gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, além de substâncias tóxicas que são produzidas durante a queima. Outra possibilidade bastante interessante é reutilizar os materiais plásticos em vez de descartá-los. Para isso, o único limite é a criatividade, pois são muitas as maneiras de reutilizar esse tipo de material (VEIGA,2018).



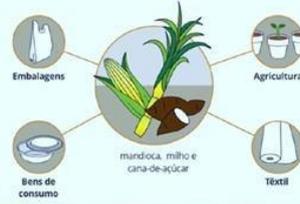
16

## Bioplástico: possível solução para o problema

Várias investigações têm sido realizadas para desenvolver materiais substitutos aos plásticos convencionais.

### Quais produtos do agro viram plástico?

Veja as principais matérias-primas usadas na produção brasileira de bioplástico



### Bioplástico em números:



<https://www.radesagro.agr.br/2020/wp-content/uploads/2021>

17

## Uma questão de consciência

Em nosso cotidiano, consumimos grande variedade de produtos, muitos dos quais acompanhados de embalagens. Os plásticos são os materiais mais utilizados na produção da maior parte desses objetos que, depois de serem usados, são rapidamente desprezados. Quando descartados incorretamente, os materiais feitos de plástico se acumulam no ambiente gerando poluição de solos, dos mares, oceanos e rios. Esse problema é agravado pelo fato desse tipo de material, de maneira geral, levar dezenas e até centenas de anos para se degradar no ambiente.



<https://encypted-ibn0.gstatic.com/images>



<https://encypted-ibn0.gstatic.com/images>

18



<https://0.wp.com/sites/olatan.com.br/blog/wp-content/uploads/2021>

Esta cartilha é um complemento de um sequencial de 5 aulas com duração de 1 h na 3ª série do ensino médio intituladas:

- Aula 1 :** Introdução ao estudo dos polímeros;
- Aula2 :** Todo plástico é polímero, mas nem todo plímero é plástico;
- Aula 3:** Polímeros: Classificação e tipos;
- Aula 4:** Mecanismos de polimerização;
- Aula 5:** Conscientização: a palavra chave para amenizar os impactos ambientais.

Tendo como objetivo levar os conhecimentos sobre os riscos do uso e descarte inadequado de plásticos não somente aos alunos, mas também aos seus familiares propagando a cadeia de conhecimento na comunidade.

19

