

ESTUDOS DE CASO NO

Ensino de Ciências da Natureza 1

Química em Foco



ORGANIZADORES:

- Salete Linhares Queiroz
- Caio Moralez de Figueiredo

Autoras e autores

Adriana Gruli de Melo
Arthur Moraes Franco da Rocha
Caio Moralez de Figueiredo
Cyntia Vasconcelos de Almeida
Daniel Yanke Brasilino
Eduardo Orlando Bartaquim
Evelin Ribeiro Cardoso
Felipe Santana Pena
Giovane Santos dos Reis
Gustavo Vasconcelos Gomes
Helainy Wanyessy Kenya Rodrigues Silva Chagas
Iuri Neves Soares
Kleyton Junior Gomes de Morais

Letícia Tagliavini de Assis
Lucas Freitas Feitosa
Matheus Gotha
Natália Wolf de Faria
Pablo Abreu Alves
Pedro Augusto Sponchiado
Priscila Martini de Souza
Rafael Cava Mori
Renata Almeida Chagas
Ricardo Matos
Salette Linhares Queiroz
Thiago Wedson Hilario
Winnie Evelyn Valeria Perez Vite

Organizadores

Salette Linhares Queiroz
Caio Moralez de Figueiredo

Projeto gráfico e Diagramação

Diagrama Editorial

Capa

Eldes de Paula Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

E82 Estudos de caso no ensino de ciências da natureza 1 [recurso eletrônico]: Química em foco / organizado por Salette Linhares Queiroz, Caio Moralez de Figueiredo. - São Carlos : Diagrama Acadêmico, 2025. 139 p. ; PDF ; 1,6 MB.

Vários autores.
Inclui índice e bibliografia.
ISBN: 978-65-995167-7-1 (Ebook)

1. Química. 2. Educação. 3. Formação de professores. I. Queiroz, Salette Linhares. II. Figueiredo, Caio Moralez de. III. Título.

2025-4478

CDD 540
CDU 54

Elaborado por Odílio Hilario Moreira Junior - CRB-8/9949

Índice para catálogo sistemático:

1. Química 540
2. Química 54



Rua XV de Novembro, 2190, sala 8
Telefone/WhatsApp: (16) 99614-8949
CEP 13560-240 - São Carlos/SP
www.diagramaeditorial.com.br

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE CASO: **PLÁSTICOS** **“BIODESAGRADÁVEIS”**

LUCAS FREITAS FEITOSA¹PEDRO AUGUSTO SPONCHIADO²CAIO MORALES DE FIGUEIREDO³

Após um longo período de atividades remotas devido à pandemia, a escola de Rafael, Alice e Marcos finalmente voltou às aulas presenciais. Com o retorno, houve uma reestruturação dos serviços de alimentação no refeitório para garantir maior segurança e higiene. Uma das mudanças foi a adoção de copos e talheres descartáveis, visando reduzir o compartilhamento de utensílios entre os alunos. No entanto, isso gerou um aumento significativo do uso de materiais plásticos no dia a dia escolar.

Preocupada com o impacto ambiental, a escola decidiu substituir os utensílios de plástico comum por aqueles etiquetados como “biodegradáveis”. Embora essa troca tenha sido bem recebida pela comunidade escolar, logo surgiram dúvidas sobre a real eficácia dos plásticos biodegradáveis utilizados.

Rafael, Alice e Marcos, que participam de um projeto de sustentabilidade na escola, foram os primeiros a notar que, apesar da iniciativa, a quantidade de lixo plástico descartado parecia continuar a crescer. Diante dessa preocupação, os três amigos se reuniram para entender melhor a situação e encontrar uma solução sustentável.

– Eu peguei um desses copos “biodegradáveis” no refeitório hoje, mas fiquei me perguntando: será que ele realmente se decompõe rápido? Ou é só marketing verde? – questionou Rafael.

1 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

2 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

3 Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

– Boa pergunta, Rafa. Eu também estava pensando nisso. Não é porque ele é chamado de “biodegradável” que vai desaparecer do dia para a noite. Depende muito do tipo de plástico e das condições a que ele é exposto – falou Alice.

– Isso me preocupa também. Eu acho que devíamos fazer mais do que simplesmente aceitar o rótulo. Vamos investigar como esses plásticos funcionam de verdade e propor algo que seja viável para nossa escola. Talvez até uma solução mais prática e eficaz para reduzir o uso desses copos, se eles não forem tão biodegradáveis assim – reforçou Marcos.

– Boa ideia. Talvez a solução esteja em algo como o uso de copos reutilizáveis, ou, se continuarem com os biodegradáveis, precisamos entender como garantir que eles sejam compostados – comentou Rafael.

– Exatamente. Vamos começar a pesquisa quais condições são necessárias para a degradação eficiente dos plásticos biodegradáveis, e como isso pode ser implementado aqui na escola – sugeriu Alice.

Os estudantes logo descobrem que a escola está descartando os copos biodegradáveis no lixo comum, sem qualquer tratamento específico que garanta sua decomposição adequada. Isso levanta um dilema: será que os plásticos biodegradáveis realmente estão cumprindo seu papel, ou estão apenas gerando uma falsa sensação de sustentabilidade?

Para solucionar o problema, eles precisam propor uma alternativa viável para o descarte correto desses materiais ou sugerir o uso de opções mais sustentáveis, como talheres e copos reutilizáveis. Como a composição química dos plásticos biodegradáveis influencia o processo de decomposição em diferentes ambientes?

Coloque-se no lugar dos estudantes e sugira soluções que poderiam ser aplicadas no refeitório da escola para garantir um descarte mais sustentável.

5.1 APONTAMENTOS DIDÁTICOS

A situação apresentada parte de um contexto realista, estimulando os estudantes à reflexão e ao debate sobre plásticos, gestão de resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade. Essa perspectiva favorece a aquisição de saberes científicos e tecnológicos relacionados à produção, descarte e impactos ambientais desses materiais, além de fomentar uma análise crítica acerca do conceito de biodegradabilidade. A trama levanta questionamentos sobre a eficácia da decomposição

desses produtos quando descartados, motivando os estudantes à investigação do tema e ao desenvolvimento de propostas mais alinhadas à preservação ambiental.

Ao abordar uma circunstância corriqueira no âmbito escolar, a narrativa aproxima-se da realidade dos estudantes, proporcionando o enfrentamento de desafios. Dessa forma, exige-se não apenas uma avaliação crítica, mas também a elaboração de soluções viáveis e adaptadas ao cotidiano da instituição de ensino. Por isso, o caso convida à reflexão sobre o consumo excessivo de plástico, seus impactos ambientais decorrentes e as lacunas no debate em torno dos materiais supostamente biodegradáveis. O caso também expõe o desafio em conciliar as demandas sanitárias pós-pandêmicas e a necessidade de práticas mais ambientalmente responsáveis.

Polímeros são macromoléculas constituídas por unidades repetitivas (monômeros) ligadas covalentemente, formando longas cadeias orgânicas. No caso específico dos plásticos sintéticos, como o polipropileno, essas cadeias são majoritariamente baseadas em átomos de carbono, embora possam incluir outros elementos (oxigênio, nitrogênio, cloro etc.)⁴. Os plásticos são, em geral, produzidos a partir de dois tipos principais de reações: polimerização por adição e por condensação, que podem ser moldáveis sob calor e pressão. Sua versatilidade e durabilidade os tornam amplamente utilizados em embalagens, produtos industriais e bens de consumo, mas sua resistência à degradação ambiental gera desafios significativos em termos de poluição e gestão de resíduos⁵.

Uma das alternativas investigadas para mitigar esse problema é o desenvolvimento dos bioplásticos. Esses materiais diferenciam-se dos plásticos convencionais tanto pela origem quanto pela capacidade de sofrer biodegradação. Em geral, os bioplásticos são derivados de fontes renováveis, como o amido de milho, a celulose ou a cana-de-açúcar, ao contrário dos plásticos tradicionais, que têm origem no petróleo. A degradação completa dos bioplásticos em dióxido de carbono e água deve ocorrer por meio de processos naturais, como a ação de microrganismos, radiação solar e chuva⁶.

No ensino superior, o estudo de polímeros contempla conteúdos abordados em componentes curriculares como Química Ambiental, Química dos Polímeros, Química de Materiais, Bioquímica e Química Orgânica. A temática aborda conteúdos clássicos, como grupos funcionais, mecanismos de reações de polimerização,

4 Peter Atkins, Loretta Jones e Ricardo Bicca de Alencastro, *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*, 5. ed. Porto Alegre, Bookman, 2012.

5 Cheuk-Fai Chow *et al.*, “Plastic waste problem and education for plastic waste management”, *Emerging Practices in Scholarship of Learning and Teaching in a Digital Era*, pp. 125-140, 2017, cap. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3344-5_8

6 Temoor Ahmed *et al.*, “Biodegradation of plastics: current scenario and future prospects for environmental safety”, *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 25, pp. 7287-7298, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1234-9>

além de permitir estudos de cinética e termodinâmica em relação à sua degradação, possibilitando o uso do caso no componente curricular Físico-Química.

Este estudo de caso também pode ser explorado na educação básica, especialmente no ensino médio, dentro dos conteúdos que envolvem a estrutura e as propriedades dos compostos orgânicos, assim como a cinética química. Além disso, favorece discussões sobre a avaliação das potencialidades, limitações e riscos relacionados ao uso de diferentes materiais e/ou tecnologias, contribuindo para a tomada de decisões responsáveis e fundamentadas diante dos desafios contemporâneos associados ao descarte de resíduos⁷.

A proposta também é pertinente para a abordagem de assuntos relacionados às ciências da natureza no ensino fundamental, anos finais. Para tanto, a chamada à ação pode ser adaptada da seguinte forma: “Coloque-se no lugar dos estudantes, pesquise o que são plásticos e quais os seus impactos ambientais. Em seguida, proponha uma solução que possa ser aplicada no refeitório da escola, visando um descarte mais sustentável.” Nesse contexto, valoriza-se a resolução de situações-problema vinculadas à realidade local, o que possibilita a integração do estudo de caso a atividades experimentais e a projetos conduzidos pelos próprios estudantes, com foco na gestão e no descarte responsável de resíduos no ambiente escolar.

5.2 CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Com relação às características do caso, de acordo com os critérios de Herreid *et al.*⁸, este pode ser classificado como um bom caso, pois: narra uma história, que envolve três personagens (Rafael, Alice e Marcos), proporcionando um contexto familiar para os estudantes e abordando um problema relevante para o ambiente escolar, o que facilita a identificação do leitor com os personagens e a situação; desperta o interesse pela questão, pois o diálogo entre os personagens levanta dúvidas sobre a eficácia dos plásticos biodegradáveis, desafiando a ideia comum de que todo material rotulado como “biodegradável” é ambientalmente sustentável. Ao criar essa incerteza, o caso estimula a curiosidade dos alunos e os incentiva a pesquisar o tema para chegar a uma conclusão; é atual, pois o aumento do uso de materiais descartáveis em ambientes públicos, como escolas, e as

7 Brasil, Ministério da Educação, “Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio”, disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 13 ago. 2025.

8 Clyde Freeman Herreid *et al.*, “What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all”, *Journal of College Science Teaching*, vol. 46, n. 1, pp. 60-65, 2016.

tentativas de soluções mais sustentáveis, como os plásticos biodegradáveis, fazem parte de um debate global em andamento.

O caso também é relevante ao leitor, pois está diretamente conectado ao público escolar, já que o cenário está situado em uma escola, e o problema envolve práticas comuns no cotidiano dos estudantes. A questão dos plásticos e da sustentabilidade é importante para a geração atual, que está cada vez mais consciente das questões ambientais. Assim, o caso apresenta utilidade pedagógica, permitindo que os estudantes apliquem conceitos de química (como composição de polímeros e processos de biodegradação) a um problema real, promovendo o aprendizado ativo e contextualizado. Além disso, estimula o desenvolvimento de habilidades críticas, como pesquisa, análise de dados e solução de problemas, tornando-o um recurso pedagógico para aulas de ciências.

O estudo de caso aborda os impactos causados pelo aumento do consumo de plásticos descartáveis, especialmente com a retomada das aulas presenciais após a pandemia da COVID-19, em 2022, além de propor uma reflexão sobre o termo biodegradável e sua real eficácia como substituto do plástico convencional.

De acordo com o último levantamento realizado em 2019, o Brasil ocupava a quarta posição no ranking de maiores produtores de plástico no mundo, gerando 11355220 milhões de toneladas de lixo plástico por ano⁹. Sendo que deste total, apenas 1,3% é reciclado¹⁰. Segundo o relatório de 2021 do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente¹¹, a pandemia agravou o problema do acúmulo de resíduos plásticos, gerando efeitos sociais e ambientais negativos, especialmente em comunidades marginalizadas. O relatório também destacou que a poluição plástica afeta desproporcionalmente as populações que vivem perto de áreas de produção.

Durante o período pandêmico, o uso de plásticos não-biodegradáveis e de uso único cresceu significativamente, seja por embalagens de alimentos, máscaras descartáveis ou outros itens de proteção¹². Embora os plásticos sejam materiais úteis, versáteis e duráveis, o seu descarte inadequado tem provocado sérios da-

9 Tatiana Coelho, “Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo e recicla apenas 1%”, *G1*, 04 mar. 2019, disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/04/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-e-recicla-apenas-1.gh.html>. Acesso em 13 ago. 2025.

10 Jornal da USP no Ar, “Apenas 9% do plástico global é reciclado; no Brasil, a porcentagem é ainda menor”, *Jornal USP*, 06 mar. 2024, disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/apenas-9-do-plastico-global-e-reciclado-no-brasil-porcentagem-ainda-e-menor/>. Acesso em 13 ago. 2025.

11 Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Relatório anual 2021, PNUMA, 2022, disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP_AR2021_PT.pdf. Acesso em 13 ago. 2025.

12 Ana L. Patrício Silva, “Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: challenges and recommendations”, *Chemical Engineering Journal*, vol. 405, 126683, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>

nos ambientais, afetando a qualidade de vida das pessoas. Isso torna urgente a busca por soluções sustentáveis que promovam a redução do seu uso, mitigando impactos, como poluição dos oceanos, contaminação do solo e da água, geração de gases de efeito estufa, contaminação de ecossistemas por microplástico e proliferação de vetores de doenças. O acúmulo de plástico em locais inadequados, como terrenos baldios e lixões a céu aberto, cria ambientes propícios para a proliferação de vetores de doenças, como mosquitos, ratos e baratas. Esses vetores podem transmitir doenças graves, como dengue, leptospirose e peste bubônica, representando um risco à saúde pública¹³.

É ainda preocupante a repercussão causada devido à poluição plástica em comunidades residentes próximas a áreas de produção ou descarte de resíduos plásticos - que sofrem com a proliferação de vetores de doenças, a contaminação da água potável e a degradação do ambiente em que vivem -, assim como na economia e no turismo. A poluição plástica causa prejuízos econômicos em diversos setores, como a pesca, o turismo e a agricultura. A presença de plástico nos oceanos prejudica a pesca, reduzindo a quantidade e a qualidade do pescado, enquanto a poluição visual causada pelo acúmulo de plástico em praias e outros locais turísticos afugenta visitantes e impacta negativamente a economia local. A biodiversidade também é afetada por ela, pois, em diferentes ecossistemas, prejudica a vida de diversas espécies de animais e plantas. Animais podem se enroscar em pedaços de plástico, sofrer lesões e até morrer. A ingestão de plástico por animais marinhos pode causar obstrução intestinal, inanição e morte.

Nesse contexto, o caso apresenta os bioplásticos ou biopolímeros como alternativas viáveis. Derivados de fontes renováveis, esses materiais se decompõem em prazos menores que os plásticos convencionais de origem petroquímica. A substituição de utensílios plásticos por bioplásticos oferece diversas vantagens, sendo a mais relevante sua capacidade de degradação acelerada, que contribui diretamente para reduzir a poluição ambiental causada por plásticos convencionais, cuja decomposição pode levar décadas ou mesmo séculos¹⁴.

É importante, contudo, ressaltar que os plásticos biodegradáveis, embora se decomponham em um intervalo de tempo menor que os convencionais, exigem condições específicas para sua degradação¹⁵. O descarte inadequado no meio

13 Guo Ren Mong *et al.*, “A review on plastic waste valorisation to advanced materials: solutions and technologies to curb plastic waste pollution”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 434, 140180, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140180>

14 Dinesh Adhikari *et al.*, “Degradation of bioplastics in soil and their degradation effects on environmental microorganisms”, *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, vol. 5, pp. 23-34, 2016. <https://doi.org/10.4236/jacen.2016.51003>

15 S. Mehdi Emadian, Turgut T. Onay e Burak Demirel, “Biodegradation of bioplastics in natural environments”, *Waste Management*, vol. 59, pp. 526-536, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.006>

ambiente pode resultar em acúmulo de resíduos, gerando impactos ambientais semelhantes aos do plástico convencional. Nesse contexto, o estudo de caso em questão não apenas aborda o uso de plásticos biodegradáveis, mas também promove uma discussão crítica sobre a necessidade de tratamento adequado durante o descarte. Adicionalmente, estimula a reflexão dos estudantes sobre as condições ideais para processamento desses bioplásticos no fim de seu ciclo de vida e alternativas não descartáveis que poderiam ser implementadas.

5.3 FONTES DE INSPIRAÇÃO NA PRODUÇÃO DO CASO

A escolha do tema plásticos biodegradáveis para o estudo de caso foi fortemente inspirada pela proximidade com o trabalho acadêmico desenvolvido por Pedro Sponchiado, um dos autores deste capítulo. Pedro está envolvido em um grupo de pesquisa que se dedica ao estudo de biopolímeros, materiais de grande relevância no cenário contemporâneo.

O grupo de pesquisa de Pedro tem explorado a utilização e o desenvolvimento de biopolímeros como materiais alternativos que podem ser aplicados em diferentes setores, inclusive na indústria de embalagens. Isso está alinhado diretamente com os conteúdos abordados no estudo de caso, no qual é discutida a substituição de plásticos tradicionais por materiais biodegradáveis. O estudo de biopolímeros ganha destaque não apenas em termos de inovação científica, mas também como uma solução real para questões ambientais urgentes, como o acúmulo de resíduos plásticos.

Dois artigos do grupo de pesquisa de Pedro merecem ser destacados pela relevância ao tema abordado no estudo de caso. O primeiro¹⁶ discute o potencial dos biopolímeros na indústria de embalagens alimentícias. Este trabalho aborda como esses materiais, além de serem sustentáveis, podem integrar novas tecnologias associadas à Quarta Revolução Industrial, fornecendo soluções para a crise ambiental gerada pelos plásticos não-biodegradáveis. O segundo¹⁷ trata do desenvolvimento de materiais de embalagens biopoliméricas para proteger produtos sensíveis à umidade. Esse estudo explora os desafios técnicos e as vantagens de utilizar biopolímeros em substituição aos plásticos convencionais em setores

16 Larissa do Val Siqueira *et al.*, “Starch-based biodegradable plastic: methods of production, challenges and future perspectives”, *Current Opinion in Food Science*, vol. 38, pp. 122-130, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.10.020>

17 Carla Ivonne Arias La Fuente, Bianca Chiericato Maniglia e Carmem Cecília Tadini, “Biodegradable polymers: a review about biodegradation and its implications and applications”, *Packaging Technology and Science*, vol. 36, n. 2, pp. 81-95, 2022. <https://doi.org/10.1002/pts.2699>

nos quais a preservação do produto é crucial, destacando a viabilidade comercial e ambiental desses materiais.

5.4 SOLUÇÕES PARA O CASO E CONTEÚDOS DE QUÍMICA EM PAUTA

5.4.1 IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE COMPOSTAGEM NA ESCOLA

Os plásticos convencionais, aqueles de matéria-prima de origem petroquímica, possuem três destinações típicas para descarte: aterros sanitários, o qual concentram 79% dos descartes; incineração, que permite produção de energia, mas emite altas quantidades de poluentes variáveis na atmosfera; e a reciclagem ou o reuso, que totaliza 9% do descarte global¹⁸. Para esses tipos de plásticos, sua biodegradação não ocorre, ou ocorre de forma muito lenta, podendo levar séculos¹⁹.

A biodegradabilidade consiste na capacidade de um material ser quebrado metabolicamente por microrganismos (como bactérias, fungos, protozoários e algas) em condições ambientais específicas, convertendo-o em produtos finais simples (CO_2 , H_2O , biomassa e/ou CH_4). Esse processo ocorre por vias aeróbicas (na presença de oxigênio) ou anaeróbicas (na ausência de oxigênio), dependendo de fatores como temperatura, umidade, pH, disponibilidade de oxigênio, estrutura química do material e sua massa molar. Dessa forma, para um bioplástico se degradar, depende-se das condições físicas, químicas e biológicas do meio. Assim, nem todo bioplástico é naturalmente biodegradável, como casos da bio-PET ou plásticos derivados da cana-de-açúcar, que necessitam de condições específicas para que a degradação ocorra²⁰.

A proposta de solução do caso envolve a criação de um sistema de compostagem para o descarte adequado de resíduos orgânicos e plásticos biodegradáveis. A escola poderia estabelecer uma área destinada à compostagem, onde os alunos seriam responsáveis por separar os resíduos biodegradáveis, contribuindo para a redução do lixo e para a educação ambiental.

18 Roland Geyer, Jenna R. Jambeck e Kara Lavender Law, "Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science Advances*, vol. 3, n. 7, e1700782, 2017. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

19 Carina Carvalho Cardoso, "Avaliação da degradação biológica de canudos descartáveis em vermicompostagem", trabalho de conclusão de curso, Dois Vizinhos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023.

20 Amélia S. F. Santos *et al.*, "Sacolas plásticas: destinações sustentáveis e alternativas de substituição", *Polímeros*, vol. 22, n. 3, pp. 228-237, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000036>

A compostagem é considerada um método de destino de compostos orgânicos ambientalmente correto e consiste na degradação desses compostos em adubo orgânico²¹. Ela ocorre em duas etapas principais, a primeira com elevação de temperatura devido à ação metabólica dos microrganismos. Nesta etapa o processo de decomposição dos compostos em nutrientes biodisponíveis é máximo e ocorre majoritariamente via aeróbica, necessitando da presença do gás oxigênio. Na segunda etapa ocorre a diminuição de temperatura, devido à queda da atividade dos microrganismos e indica que o composto pode ser utilizado como adubo agrícola.

Dessa forma, a compostagem pode ser uma alternativa viável para degradar polímeros, pois fornece um ambiente favorável para que fatores físicos, químicos e biológicos possam ser cumpridos²². Vale ressaltar que a composteira só é eficiente com o uso de plásticos que possam ser biodegradados. Para isso, deve-se realizar testes de desintegração e biodegradação e não gerar metabólitos tóxicos durante o processo²³.

5.4.2 SUBSTITUIÇÃO TOTAL DE PLÁSTICO DESCARTÁVEL POR UTENSÍLIOS REUTILIZÁVEIS

Os bioplásticos, a depender das condições de descarte, podem levar mais de 500 anos para se decompor²⁴ e gerar resíduos de microplásticos²⁵, semelhantemente aos plásticos convencionais. Além disso, muitos bioplásticos requerem condições específicas de compostagem industrial (como altas temperaturas e umidade controlada) para se degradarem adequadamente²⁶. A degradação in-

-
- 21 Adriana Maria de Aquino, Arlene Maria Gomes Oliveira e Diego Canpana Loureiro, “Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos”, *Circular Técnica Embrapa*, 2005, disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/596884/1/cito12.pdf>. Acesso em 13 ago. 2025.
 - 22 Demetres Briassoulis, Cyril Dejan e Pietro Picuno, “Critical review of norms and standards for biodegradable agricultural plastics part II: composting”, *Journal of Environmental Polymer Degradation*, vol. 18, n. 3, pp.364-383, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10924-010-0222-z>
 - 23 Shakir Ali, Isha e Young-Cheol Chang, “Ecotoxicological impacto of bioplastics biodegradation: a comprehensive review”, *Processes*, vol. 11, n. 12, 3445, 2023. <https://doi.org/10.3390/pr11123445>
 - 24 Tatiana G. Volva *et al.*, “Degradation of bioplastics in natural environment”, *Doklady Biological Sciences*, vol. 397, pp. 330-332, 2004. <https://doi.org/10.1023/B:DOBS.0000039707.96839.33>
 - 25 Udara Piythilake *et al.*, “Exploring the hidden environmental polluiton of microplastics derived from bioplastics: a review”, *Chemosphere*, vol. 355, 141773, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141773>
 - 26 Wazir Aitizaz Ahsan *et al.*, “Biodegradation of different types of bioplastics through composting: a recent trend in green recycling”, *Catalyst*, vol. 13, n. 2, 294, 2023. <https://doi.org/10.3390/catal13020294>

completa desses materiais pode liberar metano, um gás de efeito estufa 25 vezes mais potente que o CO₂, e contaminar solos e corpos d'água com partículas nocivas²⁷. Portanto, sua classificação como sustentável é frequentemente questionada. Um exemplo é o PLA (ácido polilático), amplamente comercializado como compostável, porém testes mostraram que menos de 10% dele se degrada em composteiras domésticas²⁸.

Outra problemática atrelada ao uso de materiais descartáveis é a necessidade constante de matéria-prima e os elevados gastos energéticos relacionados à produção. Bioplásticos como o PLA e o PHA (polihidroxialcanoato), frequentemente promovidos como alternativas ecológicas, dependem de cultivos agrícolas intensivos como milho e cana-de-açúcar, competindo diretamente com a produção de alimentos e exigindo grandes quantidades de água, fertilizantes e terra arável²⁹. Estima-se que a produção de 1 kg de PLA consuma até 2,7 kg de biomassa vegetal e 500 litros de água, além de demandar processos industriais energéticos (como fermentação e polimerização) que emitem até 30% mais CO₂ que a produção de plásticos convencionais³⁰. Adicionalmente, a cadeia de suprimentos para esses materiais muitas vezes envolve transporte globalizado de matérias-primas, ampliando sua pegada de carbono³¹. Esses fatores revelam que, embora sejam derivados de fontes renováveis, os bioplásticos de uso único perpetuam um modelo insustentável de extração e consumo, distante da eficiência circular oferecida por materiais reutilizáveis.

Nesse contexto, a proposta sugere a substituição de todos os utensílios plásticos descartáveis da escola por opções reutilizáveis, incentivando uma cultura de reuso na escola. Os estudantes poderiam ser envolvidos na escolha dos utensílios e no processo de implementação.

Ao adotar copos, pratos e talheres duráveis, a escola transforma-se em um espaço educativo de práticas mais alinhadas à sustentabilidade, como visto sob

27 Nik Nurhidayu Nik Mut, Joorim Na e Jinho Jung, "A review on fate and ecotoxicity of biodegradable microplastics in aquatic system: are biodegradable plastics truly safe for the environment?", *Environmental Pollution*, vol. 344, 123399, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123399>

28 Mehlika Karamanlioglu, Richard Preziosi e Geoffrey D. Robson, "Abiotic and biotic environmental degradation of the bioplastic polymer poly(lactic acid): a review", *Polymer Degradation and Stability*, vol. 137, pp. 122-130, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.01.009>

29 Malco C. Cruz-Romero e Joe P. Kerry, "Crop-based biodegradable packaging and its environmental implications", *CABI Reviews*, vol. 3, n. 74, pp.1-25, 2008. <https://doi.org/10.1079/PAVS-NNR20083074>

30 Kushi Yadav e Ganesh Chandrakant Nikalje, "Comprehensive analysis of bioplastics: life cycle assessment, waste management, biodiversity impact, and sustainable mitigation strategies", *PeerJ*, 12:e18013, 2024. <https://doi.org/10.7717/peerj.18013>

31 Neus Escobar e Wolfgang Britz, "Metrics on the sustainability of region-specific bioplastics production, considering global land use change effects", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 167, 105345, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105345>

a ótica dos 3Rs, cuja redução de resíduos é concreta, a reutilização vira hábito, e a reciclagem se limita ao que realmente não pode ser reaproveitado. Envolver os estudantes nessa transição, desde a escolha dos materiais até a organização dos pontos de lavagem, fortalece o senso de responsabilidade e pertencimento coletivo com o ambiente escolar. Além da eliminação de resíduos plásticos, essa iniciativa estabelece um legado pedagógico duradouro: prepara as novas gerações para a incorporação de práticas de consumo ambientalmente responsáveis em seu cotidiano.

5.5 PARA SABER MAIS

5.5.1 ESTÁ CHOVENDO MICROPLÁSTICOS! E AGORA?³²

Partindo da problemática global dos plásticos e microplásticos, os autores do artigo descrevem intervenções pedagógicas realizadas no 3º ano do ensino médio de uma escola pública da Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, integrando o tema ao ensino de química orgânica e polímeros. O estudo revelou que os alunos tinham conhecimento limitado sobre a origem e os impactos ambientais desses materiais, apesar de sua ubiquidade no cotidiano. Por meio de enquetes, aulas expositivas e rodas de conversa, foram introduzidos conceitos, como a matéria-prima dos plásticos (derivados do petróleo), a diferença entre plásticos e microplásticos, e estratégias de mitigação baseadas nos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar). Os resultados destacaram a abordagem interdisciplinar como promissora para a conscientização ambiental.

5.5.2 A PROMESSA DOS BIOPLÁSTICOS³³

O artigo destaca o crescente interesse nos biopolímeros como alternativa sustentável aos plásticos convencionais derivados de petróleo. Apesar de representarem menos de 1% da produção mundial de plásticos, sua capacidade instalada cresceu 5% entre 2018 e 2019, alcançando 2,1 milhões de toneladas, com projeção de atingir 2,4 milhões em 2024.

32 Aline S. F. Azevedo e Marcelo H. Herbst, “Está chovendo microplásticos! E agora?,” *Química Nova na Escola*, vol. 44, n. 2, pp.239-247, 2022. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160314>

33 Frances Jones, “A promessa dos bioplásticos”, *Revista Pesquisa Fapesp*, abr. 2020, disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos/>. Acesso em 13 ago. 2025.

No Brasil, a Braskem destaca-se na produção de polietileno verde. No entanto, os bioplásticos ainda enfrentam desafios, como o alto custo e a falta de políticas públicas de incentivo. Especialistas enfatizam a importância de políticas públicas eficazes e investimentos em pesquisa e desenvolvimento para viabilizar a produção em larga escala e tornar os bioplásticos uma alternativa viável e competitiva no mercado.

CAPÍTULO 6

ESTUDO DE CASO: DE OLHO NO ÓLEO

HELAÍNY WANYESSY KENYA RODRIGUES SILVA CHAGAS¹THIAGO WEDSON HILARIO²PABLO ABREU ALVES³

Ontem, na Escola Municipal Luz do Saber, teve um rebulição danado! No meio do turno de aulas todo prédio teve que ser esvaziado, pois ninguém aguentava a catingueira que tomou conta do lugar. Era criança chorando, professoras correndo de um lado para outro sem saber o que estava acontecendo, coordenadores ligando para os pais e motoristas de transporte escolar. Até a imprensa estava na porta da escola tentando descobrir o que estava acontecendo por lá!

Tudo porque a lanchonete da dona Joana, que fica em frente à escola, precisou chamar o serviço de desentupimento para limpar o encanamento de esgoto que estava totalmente entupido.

Aí já viu, chegou aquele caminhão estranho, barulhento, esticaram mangueiras bem grossas pela rua, o motor do caminhão fez diversos barulhos estranhos, até parecia que fazia força para sugar. Mas o pior foi quando abriram a caixa de gordura! Meu Deus! Parecia que tinham aberto a boca do inferno, de tanto que fedeu.

No outro dia, passado todo o caos, Ana Luiza, estudante do 5º ano, da turma da professora Alice, passou na dona Joana para comprar seu lanche e saber o que tinha ocorrido no dia anterior:

– Bom dia, dona Joana!

– Bom dia, minha Ana Lu! (como dona Joana apelidou a garota). O que vai querer *pra* hoje? A coxinha de frango com catupiry, de sempre? – perguntou ela, acostumada com a pequena clientela de estudantes que vinha diariamente até seu estabelecimento.

1 Doutoranda do Programa de Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

2 Doutorando do Programa de Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

3 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo.

– Eu vou querer sim, nem imagino ficar um dia sem comer a coxinha que a senhora faz. Mas o que eu estou curiosa mesmo é em querer saber o que aconteceu ontem. A senhora acredita que nem dormi direito pensando no que tinha ocorrido?

– Uai, não é que o esgoto da lanchonete entupiu! (disse dona Joana, com uma mão na cintura e a outra apontando para o fundo da lanchonete). Logo depois que vocês entraram para a aula fui preparar os quitutes que tanto gostam. Quando fui lavar a louça, começou a vazar água lá na caixa de gordura, esparramou aqui *pra* frente da lanchonete, começou a ficar com um cheiro ruim, e não consegui fazer com que a água fosse para o sistema de esgoto. Tive que chamar a empresa de desentupimento.

– Ahhhh, então aquele caminhão era *pra* desentupir?

– Sim, minha querida. Mas a situação estava tão feia que quando o moço foi abrir a tampa do sistema de esgoto, para inserir a mangueira de desentupimento, havia uma crosta de gordura que foi acumulando e se solidificou. O moço precisou fazer tanto esforço com o equipamento que... boom!... Foi aquele estouro que vocês ouviram. A válvula do tanque do caminhão não aguentou a pressão e deixou escapar a catinga que se espalhou para todo o quarteirão.

– Dona Joana, o que é que fez o esgoto entupir desse jeito? Meu pai vive reclamando que minha mãe o coloca *pra* desentupir o encanamento do esgoto todo fim de semana. Agora estou com medo de que isso também exploda lá em casa.

– O rapaz que veio desentupir disse que pode ter sido óleo de fritura que descartou após fritar os salgados daqui da lanchonete. Já que jogo no ralo da pia quando vou lavar a fritadeira.

Ana Luiza ficou espantada, de olhos arregalados, com a história que acabara de ouvir, mas como já estava na hora de entrar na escola, teve que sair correndo para não se atrasar. Em sua turma não havia outro tipo de comentários, a não ser a catingueira que tomou conta da escola no dia anterior. Uns falavam que era a turma do 5º ano D, que tinha soltado uma bomba de pum, outros disseram que era culpa do Eusébio, que prometeu levar ovos de ganso chocados para quebrar na cabeça do Miguel no dia do seu aniversário. E até tinha gente dizendo que aquilo foi ataque terrorista da turma da escola do bairro de baixo por terem perdido o campeonato de futebol entre escolas.

A professora Alice entrou na sala de aula e foi logo aquietando a turma e aproveitando o ocorrido para fazer com que as crianças apresentassem hipóteses factíveis. Na vez de Ana Luiza falar, ela fez questão de se levantar e dizer:

– Eu sei de toda a história! – disse toda orgulhosa, por ser a única que sabia a realidade dos acontecimentos, e narrou a conversa que acabara de ter com dona Joana. Inclusive contou que em sua casa também havia entupimentos constantes.

O que levou outras crianças a dizerem que em suas residências também ocorria isso.

A professora Alice, percebendo que o entupimento dos encanamentos com gordura era uma situação que não acontecia apenas na lanchonete de dona Joana, mas também na casa de seus alunos, logo notou que a comunidade possuía um problema relacionado ao descarte do óleo de cozinha. Isso a levou a envolver as crianças na investigação sobre a temática.

Você faz parte da turma da professora Alice e quer ajudá-la a apresentar pelo menos duas soluções quanto ao correto descarte do óleo de cozinha e argumentar a favor de uma delas.

6.1 APONTAMENTOS DIDÁTICOS

O caso aborda a necessidade de um descarte mais consciente do óleo de cozinha, também conhecido como óleo residual, englobando assim questões ambientais, econômicas, sociais e de logística, e tendo o potencial de promover discussões em diferentes componentes curriculares, como os que se relacionam com a química e a biologia.

A expressão “óleo de cozinha” é, na verdade, uma denominação dada para qualquer óleo vegetal ou animal comestível utilizado rotineiramente na fritura de alimentos e, em alguns casos, como acompanhamento ou no preparo de molhos. Os mais comuns são os de origem vegetal, como os derivados de azeitona, coco, milho, soja, amendoim, dendê, girassol e algodão. Além da alimentação, os óleos vegetais também estão presentes em materiais não alimentícios, podendo-se citar produtos de higiene e cosméticos, como sabonetes e perfumes, além de tintas, detergentes, lubrificantes e biocombustíveis⁴.

Quimicamente, o óleo de cozinha é majoritariamente constituído de triacilgliceróis (ésteres de ácidos graxos e glicerol), fosfolipídios e esteróis. A depender do material vegetal de origem, como semente ou fruto, diferentes ácidos graxos podem ser encontrados, o que permite uma variedade de composição. O óleo de

4 Regina C. A. Lago, Ayresina T. B. de Castro e Maritza P. de Magalhães, “Composição de óleos de soja brasileiros 1. variedades procedentes de Goiás”, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 13, n. 2, pp. 1-5, 1978.

soja, que é o óleo de cozinha mais consumido do mundo, por exemplo, é rico em ácidos palmíticos, esteáricos, oleicos, linolênicos e linoleicos⁵.

Para obter o óleo da soja, os grãos precisam ser inicialmente limpos, descascados e triturados, passando então para a etapa de cozimento, que aumenta a umidade dos flocos, rompe as paredes celulares e, consequentemente, aumenta a permeabilidade das membranas, permitindo a saída efetiva do óleo. Posteriormente, ocorre a extração propriamente dita, que pode ser mecânica, com o auxílio de prensas, por meio de solventes ou mista, integrando os dois métodos. O óleo bruto obtido por esse processo, tem ainda que passar por etapas de filtração e refinação, que visam remover substâncias indesejadas, como compostos inorgânicos, ácidos graxos livres, polímeros, clorofila, xantofila, carotenoides, proteínas e fosfatídeos. Com isso, é obtido um óleo refinado⁶.

O óleo refinado costuma passar pela etapa de hidrogenação da gordura vegetal líquida, resultando em um produto mais consistente. Esse processo consiste em borbulhar hidrogênio em altas temperaturas na presença de um catalisador, o que permite um maior tempo de conservação do produto final⁷. Porém, isso faz com que as ligações duplas das moléculas que compõem o óleo sejam modificadas, formando o que é popularmente conhecido como gordura trans, que, ao ser consumida, favorece a obesidade e aumenta as chances de problemas cardíacos. Os nutricionistas indicam que esse tipo de gordura não seja consumido em nenhuma quantidade e que o valor de segurança é o equivalente à 1% do consumo diário de calorias⁸.

Existem, portanto, preocupações com relação ao consumo de óleos vegetais e a saúde humana, já que eles estão entre os poucos alimentos permitidos que ainda possuem gorduras trans em sua composição. Além dessa questão de saúde, o óleo de cozinha pode gerar diversos impactos ambientais ao ser descartado de forma incorreta.

5 Rosemar Antoniassi e Sidinea Cordeiro de Freitas, “Composição das oleaginosas”, *Embrapa Agroindústria de Alimentos*, 09 dez. 2021, disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/oleaginosas/composicao>. Acesso em 16 ago. 2025.

6 José M. G. Mandarino e Antonio C. Roessing, “Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos”, *Documentos/EMBRAPA* 171, 2001, disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/462866/1/doc171.pdf>. Acesso em 16 ago. 2025.

7 Talita D. Barros e José G. Jardine, “Transesterificação”, *EMBRAPA*, 08 dez. 2021, disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/tecnologia/transesterificacao>. Acesso em 16 ago. 2025.

8 Agência Nacional de Vigilância Sanitária, “Publicada norma sobre gordura trans em alimentos”, *Ministério da Saúde*, 03 nov. 2022, disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/publicada-norma-sobre-gordura-trans-em-alimentos>. Acesso em 16 ago. 2025.

A maior parte da população, seja em preparos caseiros ou nos restaurantes, descarta o óleo de cozinha nas pias ou vasos sanitários. Essa é a pior opção economicamente e ambientalmente, sendo um dos principais impactos a retenção do óleo na forma de gordura dentro dos encanamentos. Isso ocorre pois o óleo resfria e passa a agregar diversos outros resíduos, formando uma substância pegajosa que se fixa nas paredes dos encanamentos. Com isso, extravasamentos de água podem ocorrer, como visto no caso aqui descrito, além de atrair pragas que podem causar doenças⁹.

O entupimento dos encanamentos costuma ser resolvido com a aplicação de produtos químicos, que acabam por gerar contaminações. Esse esgoto com o óleo descartado e produtos químicos diversos não é 100% tratado nas estações responsáveis, fazendo com que os mananciais sejam contaminados. O óleo, por ser menos denso que a água, permanece na superfície dos corpos hídricos, impedindo a passagem de luz, o que atrapalha o processo de fotossíntese dentro dos corpos d'água e, conseqüentemente, acaba matando os animais marinhos por insuficiência de oxigênio dissolvido. Esses animais mortos contribuem para um aumento descontrolado de nutrientes que favorece o crescimento de cianobactérias e algas na superfície da água, diminuindo ainda mais a passagem da luz solar, o que resulta em um ciclo classificado como eutrofização¹⁰.

Além do prejuízo aos corpos hídricos, o óleo pode se infiltrar no solo, tanto por meio do contato entre a água contaminada e as margens quanto pelo descarte direto feito no lixo comum, e poluir a atmosfera, já que a sua decomposição produz metano, um gás de efeito estufa. Quanto à infiltração, ela pode resultar na contaminação de plantas e microrganismos presentes no solo, além de poder impermeabilizar a superfície do solo, impedindo a passagem de água e nutrientes¹¹.

Com tudo isso, é evidente a necessidade de uma mudança na dieta humana, evitando o uso dos óleos vegetais, mas, considerando o cenário atual, é impossível que ele seja completamente abolido. Assim, medidas devem ser consideradas para que o seu consumo gere menores impactos na saúde humana e no meio ambiente.

As características do óleo de cozinha, a sua utilização no preparo de alimentos e os impactos ambientais gerados pelos descartes podem ser exploradas em

9 Departamento de Água e Esgoto do Município de Olímpia, “Óleo de Cozinha”, *DAEMO*, 15 ago. 2025, disponível em: <https://www.daemo.sp.gov.br/oleo-de-cozinha>. Acesso em 16 ago. 2025.

10 Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo, “Eutrofização”, *Portal de Educação Ambiental do Governo do Estado de São Paulo*, 27 mai. 2025, disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/eutrofizacao>. Acesso em 16 ago. 2025.

11 Luis C. Zucatto, Iara Welle e Tania N. da Silva, “Cadeia reversa do óleo de cozinha: coordenação, estrutura e aspectos relacionais”, *Revista de Administração de Empresas*, vol. 53, n. 5, pp. 442–453, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0034-75902013000500003>

aulas que envolvam processos químicos, nutrição humana, química de alimentos, química ambiental, agricultura e processos industriais. Ademais, as discussões que podem surgir a partir do estudo do caso estão de acordo com recomendações existentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química¹². Nesse sentido, dentre as habilidades desejadas para o futuro profissional de química, pode ser citada a seguinte: “possuir conhecimento da utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e de rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade do ambiente” (p.5).

As questões passíveis de serem suscitadas com base na aplicação do caso também podem ser facilmente aplicadas no ensino médio regular. Nessa situação, a aula pode ser voltada para orientações acerca do descarte correto ou reúso do óleo de cozinha, assim como promover a conscientização acerca da importância de evitar esse tipo de contaminação, indicando possíveis consequências e impactos ambientais. Além disso, conceitos químicos podem ser abordados por meio de discussões acerca da composição química do óleo, destacando que existem diversos óleos vegetais, e de explicações sobre o seu estado físico, desde o óleo bruto, passando pela hidrogenação catalítica e uso pela população, até o descarte.

Por fim, a Base Nacional Comum Curricular¹³ chama a atenção para a discussão de questões ambientais e descarte consciente. A habilidade EM13CNT203, por exemplo, trata da capacidade de prever e avaliar os efeitos das intervenções antrópicas nos diversos ecossistemas, incluindo assim a compreensão dos mais variados mecanismos de ciclos de matéria e de manutenção da vida. Isso se encaixa na necessidade de discutir como o óleo pode ser descartado ou reutilizado, evitando contaminações ambientais. Da mesma forma, a habilidade EM13CNT105 destaca a análise da ciclagem de elementos químicos no meio ambiente e nos seres vivos, possibilitando a promoção de ações capazes de minimizar as consequências nocivas.

6.2 CARACTERÍSTICAS DO CASO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Com base nos critérios elencados por Herreid *et al.*¹⁴, o caso aqui apresentado pode ser considerado bom. Isso se deve, inicialmente, por ser curto, ocupando

12 Brasil, Ministério da Educação, “Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química”, disponível em: https://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2001/pces1303_01.pdf. Acesso em 16 ago. 2025.

13 Brasil, Ministério da Educação, “Base Nacional Comum Curricular”, disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 16 ago. 2025.

14 Clyde Freeman Herreid *et al.*, “What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all”, *Journal of College Science Teaching*, vol. 46, n. 1, pp. 60-65, 2016.