



POLÍMEROS E SUSTENTABILIDADE

Espaço Maker de Educação para o Design e a Sustentabilidade



ESPAÇO MAKER
Design e Educação



MESTRADO & DOUTORADO
profissional em design



univille



UFSC



fapesc

Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina



GOVERNO DE
SANTA CATARINA
SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



CAPES

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE

Programa de Pós-Graduação em Design

Doutorado e Mestrado Profissional em Design



POLÍMEROS E SUSTENTABILIDADE

ELABORADO POR

Noeli Sellin • PPGDesign e PPGEGPS

Emanuelle Ruppel • Bolsista CNPq

Beatriz Fraile Miranda • Bolsista PIC Univille



Expediente

FURJ – MANTENEDORA

ÓRGÃOS DA ADMINISTRAÇÃO SUPERIOR DA FURJ

Conselho de Administração
Presidente – Beatriz Regina Branco

Conselho Curador
Presidente – Maria Salete Rodrigues Pacheco

PRESIDÊNCIA

Presidente
Alexandre Cidral

Vice-Presidente
Therezinha Maria Novais de Oliveira

Diretor Administrativo-Financeiro
Mário César de Ramos

Procuradora-Geral da Furj
Ana Carolina Amorim Buzzi

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE – MANTIDA

ÓRGÃO DELIBERATIVO SUPERIOR DA UNIVILLE

Conselho Universitário
Presidente – Alexandre Cidral

ÓRGÃO EXECUTIVO SUPERIOR DA UNIVILLE – REITORIA

Reitor
Alexandre Cidral

Vice-Reitora
Therezinha Maria Novais de Oliveira

Pró-Reitor de Ensino
Eduardo Silva

Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Paulo Henrique Condeixa de França

Pró-Reitora de Extensão e Assuntos Comunitários
Patrícia Esther Fendrich Magri

Diretora do Campus São Bento do Sul
Liandra Pereira

PARQUE DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE JOINVILLE E REGIÃO – INOVAPARQ – MANTIDA

Diretor Executivo
Paulo Marcondes Bousfield

PROGRAMA PROFISSIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN - PPGDESIGN UNIVILLE

Coordenação
Danilo Corrêa Silva
Luiz Melo Romão

EQUIPE PPGDESIGN UNIVILLE

João Eduardo Chagas Sobral
Adriane Shibata dos Santos
Anna Luiza Moraes de Sá Cavalcanti
Bianca Goulart de Oliveira Maia
Danilo Corrêa Silva
João Carlos Vela
José Francisco Pelegrino Xavier
Luiz Melo Romão
Marli Teresinha Everling
Noeli Sellin

QUEM FEZ PARTE DE NOSSA HISTÓRIA

Professores
Prof. Carlos Maurício Sacchelli (UFSC)

Bolsistas PPGDesign
Marcilene Reinert
Melrullin C. Lourenzetti
Cristiane Bellezi

Bolsistas Graduação/Univille
Beatriz Fraile Miranda
Emanuelle Ruppel
Gustavo O. Schulz
Israel Y. G. R. da Silva
Lídia D. do N. Pereira
Marcelo L. B. Filho
Marcos Paulo de C. B. Ribeiro
Miguel Boaz
Roberto N. Dagios
Rodrigo A. de Lima

FINANCIAMENTO



Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da Univille

S467p Sellin, Noeli
Polímeros e sustentabilidade / elaborado por Noeli Sellin,
Emanuelle Ruppel e Beatriz Fraile Miranda. – Joinville, SC :
Univille, 2025.

37 p. : il.

ISBN: 978-65-87142-89-0

1. Sustentabilidade. 2. Polímeros. 3. Reaproveitamento
(Sobras, refugos, etc.). 4. Plásticos. I. Ruppel, Emanuelle. II.
Miranda, Beatriz Fraile. III. Título.

CDD 620.192

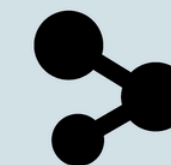
Elaborada por: Tatiane Cristina Gheno – CRB 14/1416





INTRODUÇÃO





Os **polímeros** fazem parte do nosso cotidiano de forma tão intensa que muitas vezes nem percebemos sua presença.

ELES ESTÃO EM QUASE TUDO:



Embalagens



Brinquedos



**Utensílios
domésticos**



**Materiais
escolares**



Roupas



**Equipamentos
médicos**



**Peças de
carros**



Calçados

Entender o que são polímeros, como se classificam, suas propriedades e sua relação com a sustentabilidade é fundamental para resolver os desafios relacionados a eles.

É importante refletir sobre o consumo e a produção responsáveis dos polímeros,

considerando que o seu uso excessivo pode gerar impactos ambientais negativos e significativos, enquanto o planejamento consciente da sua produção e reutilização podem reduzir resíduos e preservar os recursos naturais.



ESTE MATERIAL ESTÁ CONECTADO ÀS PRÁTICAS DO PROJETO MAKER DESIGN E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DA UNIVILLE, QUE OFERECE ATIVIDADES EDUCATIVAS VOLTADAS À EXPERIMENTAÇÃO, CRIATIVIDADE E SUSTENTABILIDADE.



2

O QUE SÃO POLÍMEROS?



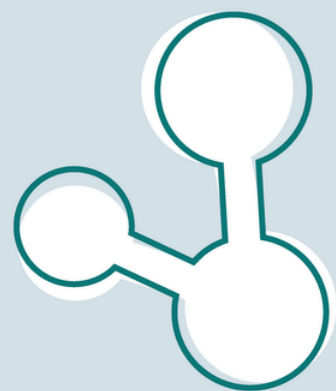


Os polímeros são moléculas grandes (**macromoléculas**) formadas pela repetição de pequenas unidades químicas chamadas **monômeros**, ligadas entre si por **ligações químicas covalentes** (Canevarolo, 2002).

Essa estrutura em cadeia, que pode apresentar diferentes arranjos e comprimentos, é responsável pela diversidade de propriedades físicas e químicas desses materiais.



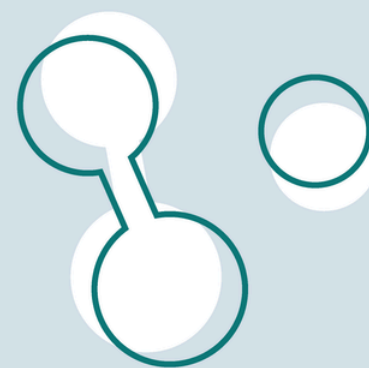
A palavra “polímero” possui origem grega, em que **poli** significa muitos e **meros** significa partes (Canevarolo, 2002).



Mono = um

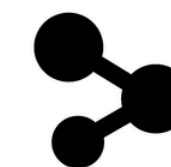


Poli = muitos



Meros = partes

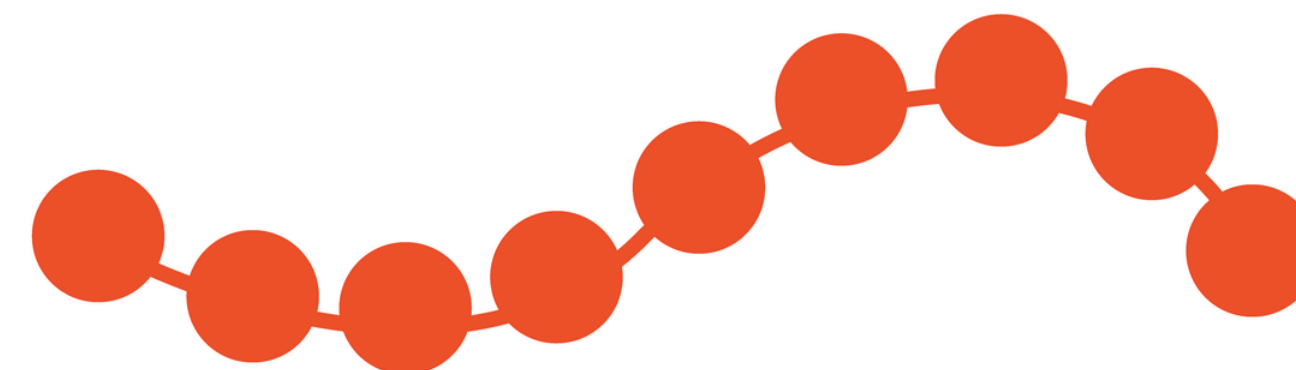
Monômeros = moléculas simples que dão origem ao polímero. É a matéria-prima usada na produção de um polímero.



VÁRIAS UNIDADES REPETITIVAS DE MONÔMEROS UNIDAS POR LIGAÇÕES QUÍMICAS FORMAM UM POLÍMERO!



Monômero



Polímero

PARA ENTENDER MELHOR OS POLÍMEROS, IMAGINE...

Blocos de Lego: Cada bloco é uma unidade pequena, mas quando você encaixa vários blocos, iguais ou diferentes, você constrói algo grande e funcional. Polímeros funcionam de forma parecida: várias unidades químicas conectadas formam materiais com propriedades únicas.



Colar de miçangas: Cada miçanga é uma molécula pequena (monômero). Quando você junta muitas miçangas, formando um colar longo, você está criando algo maior e mais resistente, assim como os polímeros.



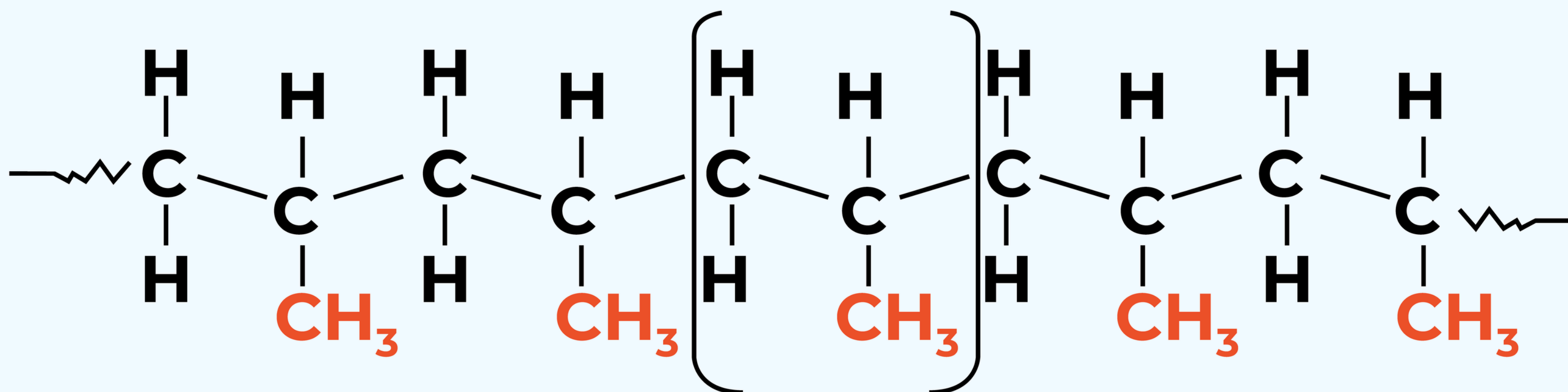
3

COMO OS
POLÍMEROS
SÃO FORMADOS?



Para um monômero transformar-se em um polímero, ele deve ser submetido ao processo de polimerização (conjunto de reações químicas que promovem a união de pequenas moléculas, formando o polímero) (Mano; Mendes, 2004).

EXEMPLO DE CADEIA POLIMÉRICA (POLIETILENO):



Monômero Etileno



“

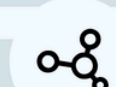
A PARTIR DA REAÇÃO ENTRE OS MONÔMEROS, OS POLÍMEROS SÃO FORMADOS E CLASSIFICADOS DE VÁRIAS FORMAS, CONFORME O TIPO DE MOLÉCULA USADA, O TAMANHO DAS CADEIAS E O TIPO DE LIGAÇÃO QUÍMICA (NUNES ; LOPES, 2014).

4

CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS

OS POLÍMEROS PODEM SER CLASSIFICADOS DE DIFERENTES FORMAS:

Tabela 1: Classificação dos polímeros

ORIGEM	 Naturais Celulose, amido, DNA e borracha natural	 Sintéticos Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Policloreto de vinila (PVC) e Polietileno tereftalato (PET)	 Semissintéticos Acetato de celulose e borracha vulcanizada
	 Lineares Polietileno de alta densidade (PEAD)	 Ramificados Polietileno de baixa densidade (PEBD)	 Reticulados Resinas epóxi e baquelite
	 Termoplásticos PE, PP, PVC, PET	 Termorrígidos Resinas epóxi, baquelite e poliuretana	 Elastômeros Borracha natural, neoprene e silicone
TIPO DE MONÔMERO	 Homopolímeros Polietileno (eteno repetido)	 Copolímeros ABS (acrilonitrila, butadieno e estireno)	

Fonte: Canevarolo (2002), Mano e Mendes (2004)

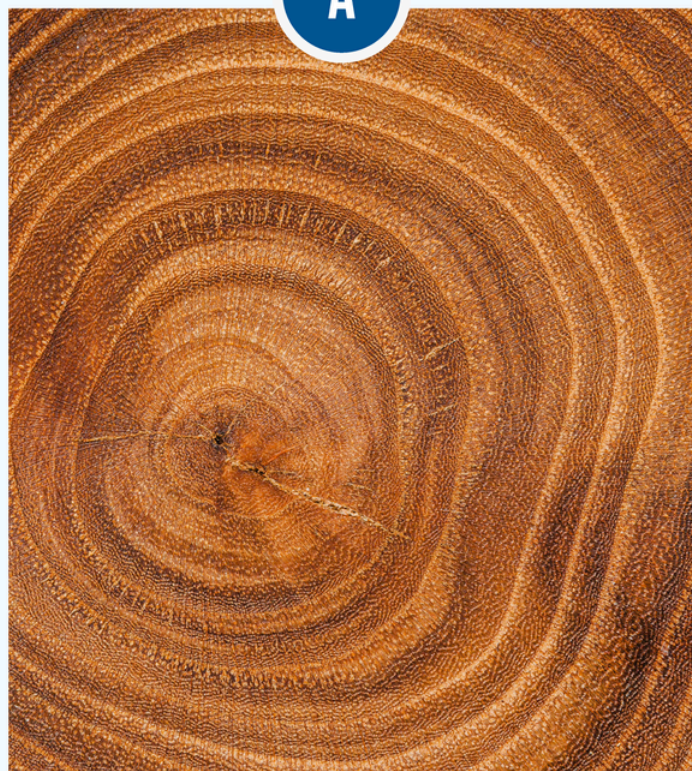
5

ORIGEM DOS POLÍMEROS



Com relação à matéria-prima, os **polímeros** podem ser obtidos de **produtos naturais** (Canevarolo, 2002), como:

A



Amido

Reserva de energia em plantas (batata, milho, mandioca, arroz e trigo)

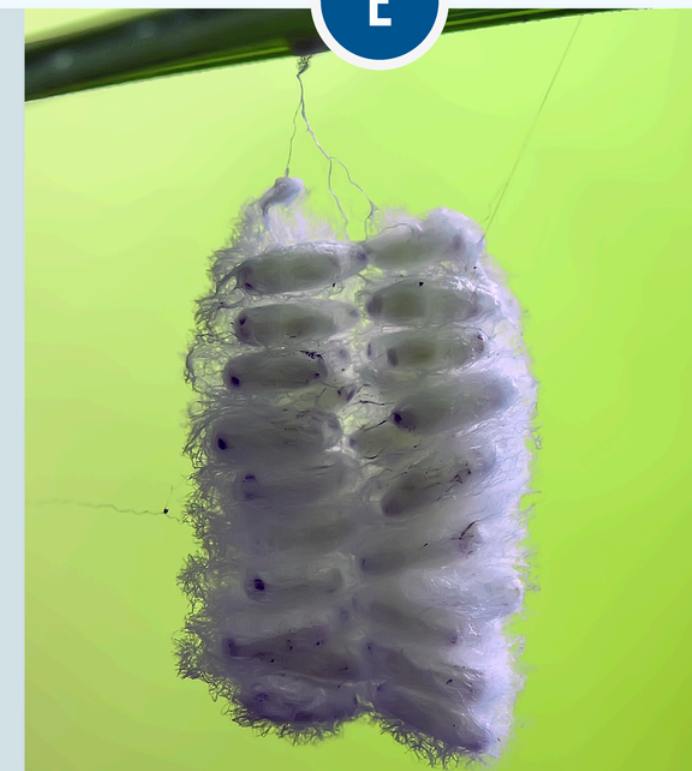
C



Quitina

Presente no exoesqueleto de insetos, crustáceos (camarão, caranguejo) e em paredes celulares de fungos.

E



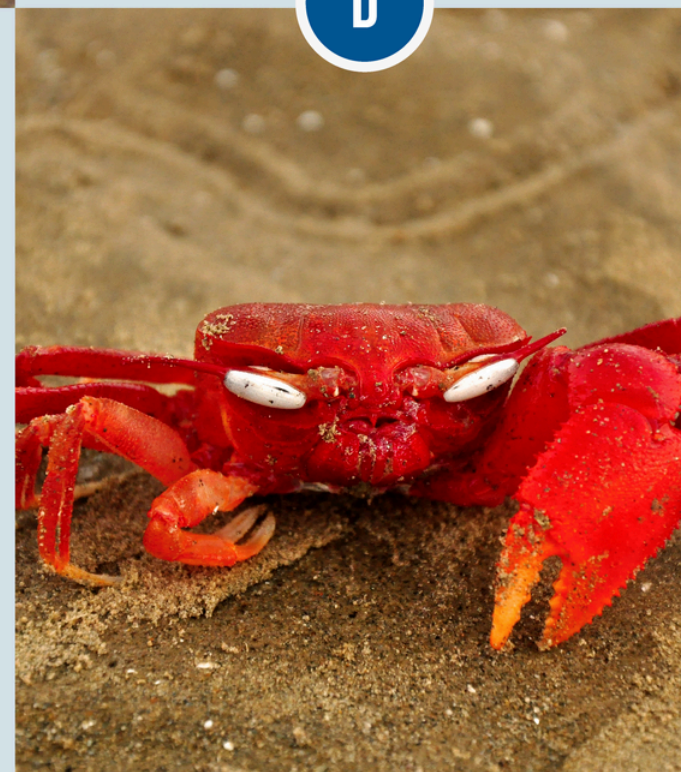
B



Celulose

Principal componente da parede celular das plantas, madeira, algodão, papel e fibras vegetais.

D



Borracha Natural

Que é obtida por meio da extração de látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Seda

Insetos, proteínas e DNA.

Também existem **polímeros sintéticos** (Canevarolo, 2002), que são produzidos pelo ser humano por processos industriais a partir de matérias-primas como:

Carvão Mineral ou Hulha: que, após ser submetida a diversas etapas, como a destilação seca, auxilia no processo químico, gerando compostos para a indústria de polímeros.



Petróleo: uma importante fonte de matéria-prima da qual, após o processo de destilação fracionada do óleo cru, obtêm-se várias frações, como a nafta, que é importante para a produção de polímeros sintéticos.



Os **polímeros semissintéticos** têm origem na natureza (são polímeros naturais), mas são modificados quimicamente ou fisicamente para criar novos materiais com propriedades aprimoradas. Alguns exemplos são:

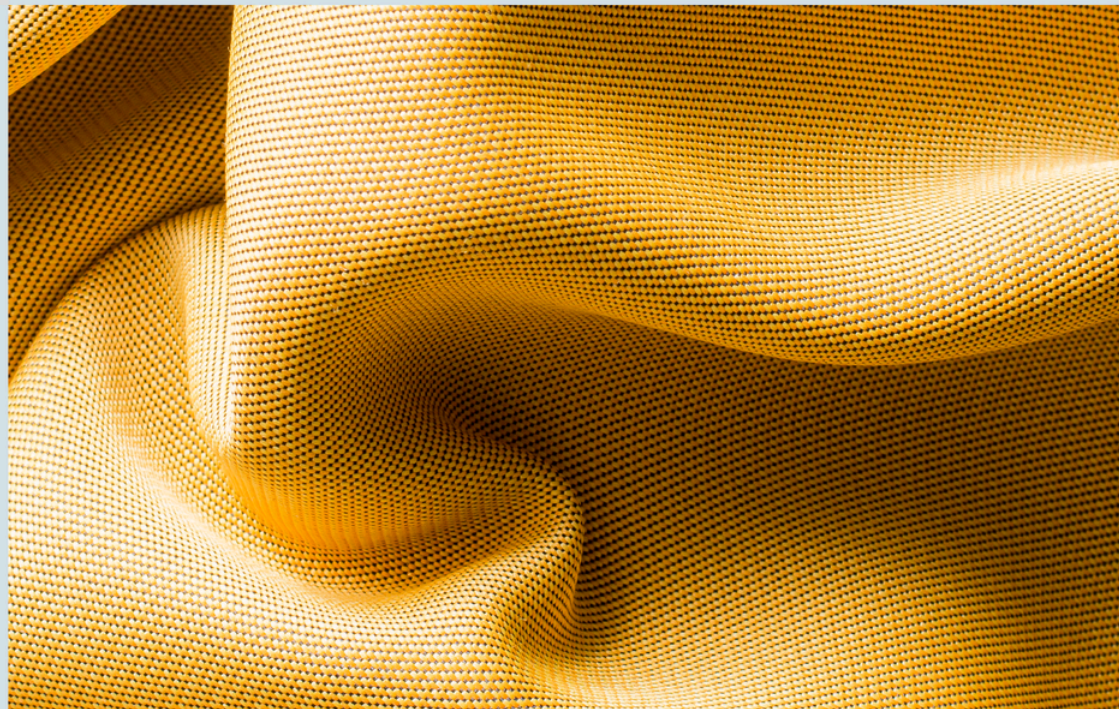


Acetato de celulose: obtido da celulose (filmes transparentes, tecidos, armações de óculos, filtros).

Viscose (Rayon): fibra feita a partir da celulose, que confere brilho e outras propriedades desejadas ao tecido.



Borracha vulcanizada: a borracha natural é vulcanizada (com enxofre) para torná-la mais resistente e durável, como é o caso dos pneus de carro.





6

COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS POLÍMEROS

De acordo com seu comportamento ao calor, os **polímeros são classificados** em dois grupos principais:

TERMOPLÁSTICOS

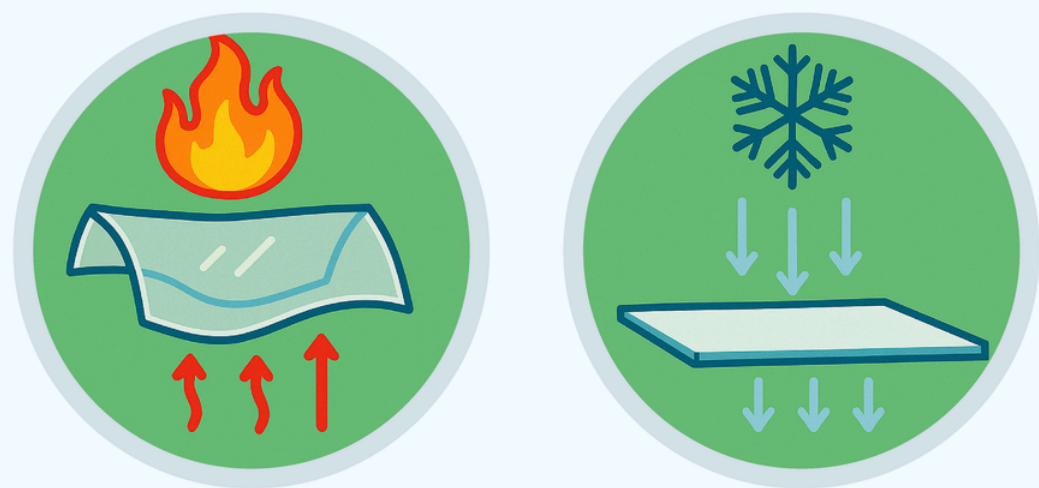
TERMORRÍGIDOS OU TERMOFIXOS

ESSA CLASSIFICAÇÃO É
IMPORTANTE NO PROCESSO DE
RECICLAGEM DOS POLÍMEROS!



TERMOPLÁSTICOS

São os plásticos mais comuns. **Amolecem com o calor** e **endurecem ao esfriar**, e isso pode ser feito várias vezes.



É um processo reversível, ideal para moldagem e reciclagem. **Podem ser reciclados mecanicamente**, ou seja, triturados e reprocessados em novos produtos.

MAIS FÁCEIS DE RECICLAR!



ESPAÇO MAKER
Design e Educação

22



EXEMPLOS DE TERMOPLÁSTICOS NO DIA A DIA:

A



PEBD

Polietileno de
baixa densidade

C



PEAD

Polietileno de
alta densidade

E



PP

Polipropileno

B



PET

Politereftalato
de etileno

D



PS

Poliestireno

F

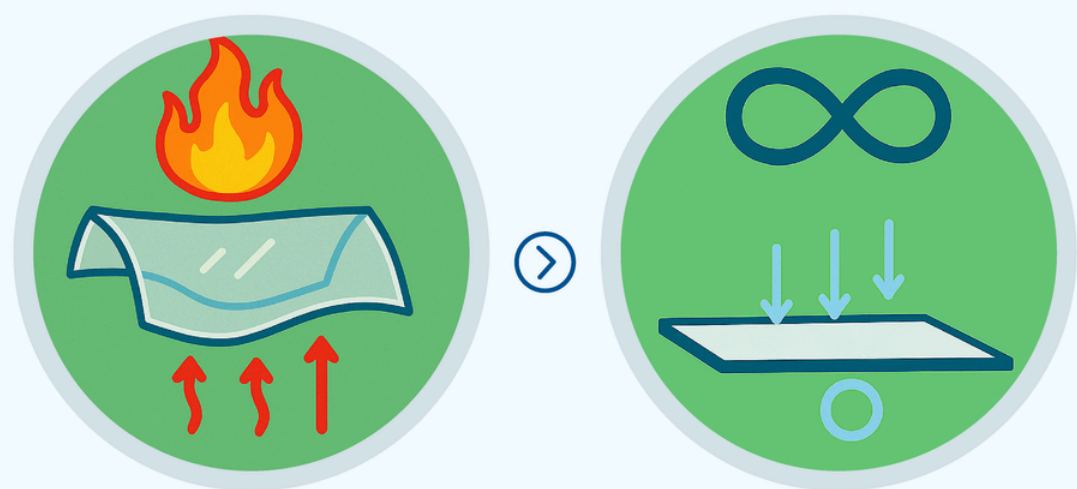


PVC

Policloreto
de vinila

TERMORRÍGIDOS OU TERMOFIXOS

São polímeros que, ao serem moldados com calor e pressão, endurecem de forma permanente. Não podem ser remoldados, pois passam por uma reação química irreversível.



A reciclagem desses polímeros **geralmente envolve processos químicos**, como degradação controlada ou conversão em combustíveis, ou podem ser triturados e incorporados a outros materiais, porque não derretem.

MAIS DIFÍCEIS DE RECICLAR!



EXEMPLOS DE TERMOFIXOS NO DIA A DIA:

A



Baquelite

C



Resina epóxi

E



B



Etileno-acetato
de vinila (EVA)

Poliuretano (PU)

D



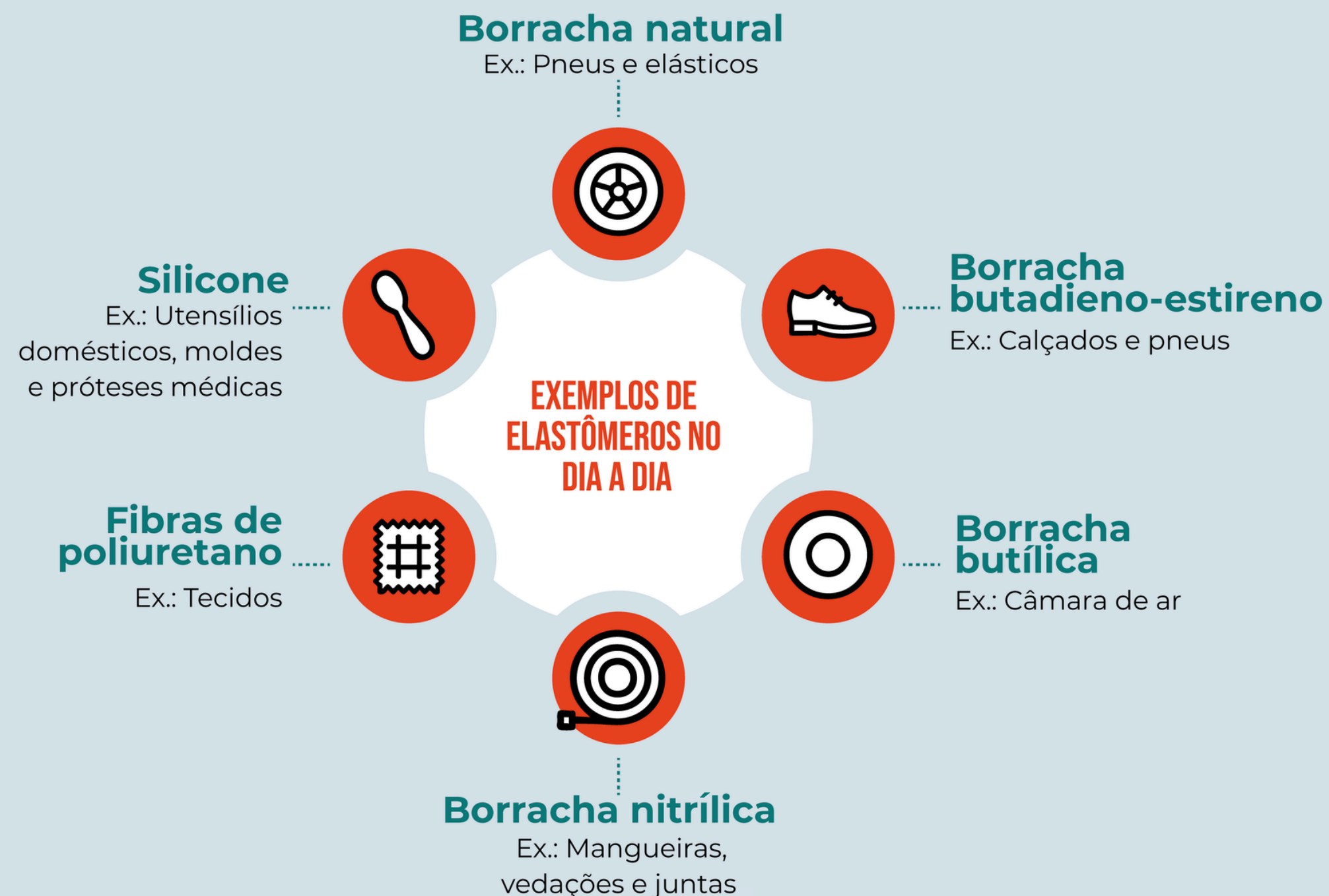
Resina poliéster
/ fibra de vidro

ALÉM DOS TERMOPLÁSTICOS E TERMOFIXOS, EXISTE UM TERCEIRO GRUPO DE POLÍMEROS: OS ELASTÔMEROS

Eles são materiais com alta elasticidade, ou seja, podem ser esticados e, depois, retornar à sua forma original. Essa propriedade se deve à sua estrutura molecular flexível, combinada com algumas ligações cruzadas que funcionam como “molas” internas.

Os elastômeros são amplamente utilizados em produtos que exigem **flexibilidade, resistência** ao impacto e **capacidade de absorver deformações** sem se romper.

PODEM OU NÃO SER RECICLADOS!



VOCÊ JÁ OUVIU FALAR NOS BIOPOLÍMEROS?



Os biopolímeros são polímeros produzidos a partir de fontes renováveis como plantas, animais, algas e microrganismos (Fechine, 2013). Eles podem ser naturais (ex.: celulose, amido, quitina, proteínas) ou produzidos por processos biotecnológicos (ex.: polihidroxialcanoatos - PHA, ácido polilático - PLA).

Estão presentes em embalagens (sacolas, utensílios), medicina (fios de sutura, cápsulas), agricultura (embalagens), têxteis e até em filamentos para impressão 3D.



SUA VERSATILIDADE, ALIADA À ORIGEM **RENOVÁVEL** E AO POTENCIAL **BIODEGRADÁVEL**, OS TORNA FUNDAMENTAIS PARA UMA TRANSIÇÃO A **MATERIAIS MAIS SUSTENTÁVEIS**.



E QUANTO AOS POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS?

Polímeros biodegradáveis são materiais que podem ser decompostos por microrganismos (fungos, bactérias e algas), transformando-se em água, dióxido de carbono, metano e biomassa em condições adequadas (como solo, em aterros ou compostagem) (Fechine, 2013; Marques, 2015).

Exemplos:

- Amido (embalagens e sacolas);
- PLA (copos, talheres e filamentos 3D);
- PHA (utensílios descartáveis e embalagens);
- Celulose e derivados (filmes, fibras e cápsulas);
- Quitosana (filmes comestíveis e aplicações médicas).



Os **polímeros biodegradáveis** são alternativas promissoras aos plásticos convencionais, pois se integram ao **ciclo natural após o uso**, reduzindo impactos ambientais.

**IMPORTANTE SABER QUE: NEM TODO BIOPOLÍMERO É BIODEGRADÁVEL,
E NEM TODO POLÍMERO BIODEGRADÁVEL VEM DE FONTE RENOVÁVEL.**



7

BENEFÍCIOS E DESAFIOS DOS POLÍMEROS

“

Como apresentado anteriormente, os materiais poliméricos (plásticos, borrachas e fibras sintéticas) são amplamente utilizados em diferentes setores, justamente por suas propriedades únicas:

EMBALAGENS, CONSTRUÇÃO CIVIL, AUTOMOTIVO, SAÚDE, ELETRÔNICOS ETC.

Eles oferecem muitos benefícios, mas também apresentam desafios importantes, especialmente no contexto de sustentabilidade, como apresentado na **tabela 2**.



Tabela 2: Principais benefícios e desafios dos polímeros

 BENEFÍCIOS	 DESAFIOS
Versatilidade: podem ser rígidos, flexíveis, transparentes, condutores, isolantes etc.	Impacto ambiental: acúmulo de resíduos plásticos em aterros, oceanos e ecossistemas.
Leveza: reduzem peso em transportes e estruturas, economizando energia.	Origem fóssil: maioria derivada do petróleo, contribuindo para emissões de CO ₂ .
Baixo custo: produção em larga escala com preços acessíveis.	Baixa reciclagem: dificuldade de separar e identificar os polímeros, contaminação, presença de aditivos e custos.
Resistência química e à corrosão: duráveis em contato com diversos agentes.	Uso descartável: aplicados em produtos de vida útil curta (ex.: embalagens).
Facilidade de processamento: permitem extrusão, moldagem, impressão 3D, entre outros.	Microplásticos: fragmentos encontrados em solo, água, ar e organismos vivos.
Propriedades customizáveis: é possível desenvolver polímeros biodegradáveis, condutores, de alta resistência, barreira contra gases etc.	Degradação de propriedades: na reciclagem mecânica; reciclagem química ainda cara e pouco difundida.
Avanços tecnológicos: novos biopolímeros, polímeros inteligentes e recicláveis ampliam soluções sustentáveis.	Limitações dos biopolímeros: custo elevado, desempenho inferior em alguns casos e escalabilidade restrita.

Fonte: Primária

8

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os materiais poliméricos são essenciais para a vida moderna por conta de sua versatilidade, leveza e baixo custo, mas o uso indiscriminado e a má gestão pós-consumo criam sérios problemas ambientais e de saúde pública.

O desafio está em avançar em soluções como *design* para reciclagem, economia circular, biopolímeros e tecnologias limpas, equilibrando desempenho técnico, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental.

No Projeto Maker Design e Educação para a Sustentabilidade da Univille, estudamos os polímeros para além da ciência dos materiais: buscamos compreender como reaproveitá-los de forma criativa, transformando resíduos em novos objetos úteis e educativos. Essa abordagem conecta o aprendizado prático com valores de sustentabilidade, inovação e responsabilidade ambiental.

CANEVAROLO JR., S. V. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. 2. ed. São Paulo: Artliber Editora, 2006.

FECHINE, G. J. M. **Polímeros biodegradáveis**: tipos, mecanismos, normas e mercado mundial. São Paulo: Editora Mackenzie, 2013. ISBN 978-85-8293-024-3.

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

MARQUES, A. C. (org.). **Polímeros biodegradáveis e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2015.

NUNES, E. C. D.; LOPES, F. R. S. **Polímeros**: conceitos, estrutura molecular, classificação e propriedades. Rio de Janeiro: Érica, 2014.



ONDE POSSO ENCONTRAR MAIS INFORMAÇÕES SOBRE O PROJETO ESPAÇO MAKER?

Site: www.projetoemaker.com.br

E-mail: projetoemakersc@gmail.com



ESPAÇO MAKER
Design e Educação



**MESTRADO &
DOUTORADO**
profissional em design



fapesc
Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina



GOVERNO DE
**SANTA
CATARINA**
SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



