



Principais aplicações

- ✓ reconstrução de ligamentos e tendões
- ✓ fixação de implantes
- ✓ enxertos vasculares
- ✓ lentes de contacto
- ✓ dispositivos para libertação de fármacos
- ✓ suturas, tubos, cateteres, sacos, material diverso (material de circulação extra corpórea)
- ✓ suporte para crescimento celular (*scaffolds*)



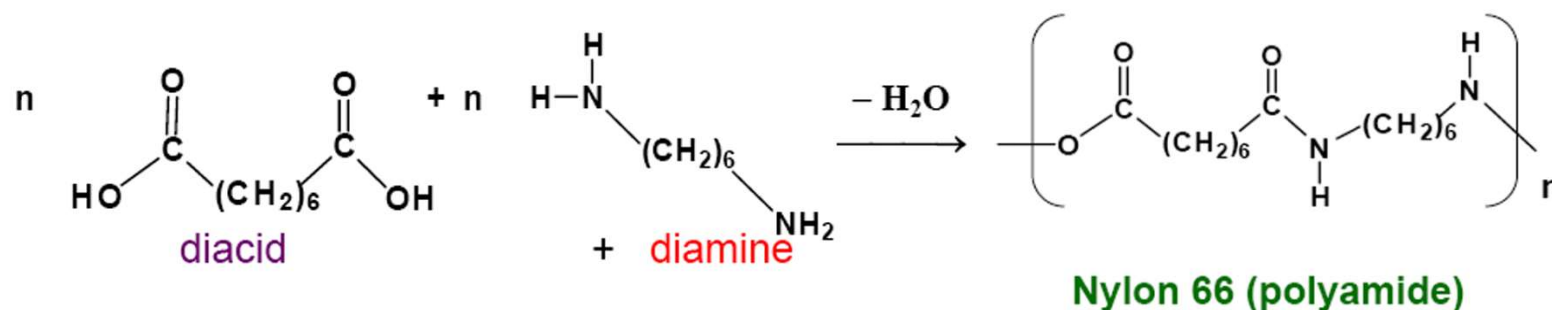
Polímeros usados em medicina:

- ✓ Poliamidas (nylon e Kevlar)
- ✓ Polietileno (PE)
- ✓ Polipropileno (PP)
- ✓ Poliacrilatos (PMA, PMMA e p-HEMA)
- ✓ Polidimetilsiloxano (Silicone)
- ✓ Teflon® (PTFE)
- ✓ Dacron® (PET)
- ✓ Polímeros reabsorvíveis (PCL, PLA, PGA e PGLA)
- ✓ Polímeros naturais (ácido hialurónico, colagénio, fibroína, etc.)

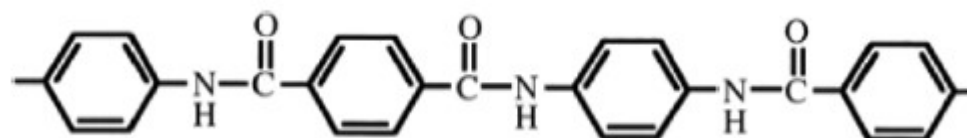


Poliamidas

✓ Nylon



✓ Kevlar (polifenileno de tereftalato)



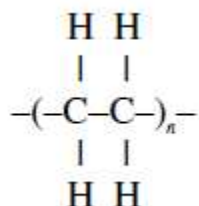
Propriedades das Poliamidas

Properties	66	610	6	11	Aramid ^a	Kevlar ^b
Density (g/cm ³)	1.14	1.09	1.13	1.05	1.30	1.45
Tensile strength (MPa)	76	55	83	59	120	2700
Elongation (%)	90	100	300	120	<80	2.8
Modulus of elasticity (GPa)	2.8	1.8	2.1	1.2	>2.8	130
Softening temperature (°C)	265	220	215	185	275	–

- ✓ *tubos e cateteres*
- ✓ *fios para suturas cirúrgicas*
- ✓ *componentes de diálise*
- ✓ *válvulas cardíacas, tendões artificiais*

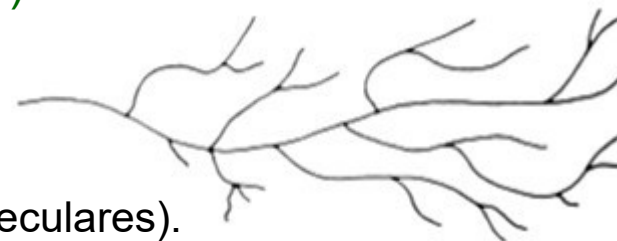


Polietileno, PE:



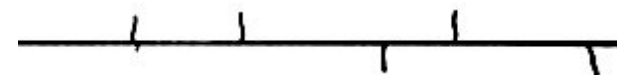
Polietileno de baixa densidade (PEBD ou LDPE)

- ✓ estrutura ramificada
- ✓ baixa cristalinidade e densidade
- ✓ baixa resistência mecânica (reduz as forças intermoleculares).



Polietileno de alta densidade (PEAD ou HDPE)

- ✓ estrutura pouco ramificada
- ✓ aumenta a cristalinidade e a densidade
- ✓ aumenta a resistência mecânica (maiores forças intermoleculares).



Polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM ou UHMWPE)

- ✓ elevada cristalinidade
- ✓ elevada resistência mecânica (tensão de cedência, E)
- ✓ elevada resistência ao desgaste (baixo coeficiente de atrito)



Tipos de polietileno, PE: baixa densidade (LDPE), alta densidade (HDPE) e ultra alto peso molecular (UHMWPE) .

Properties	Low density	High density	UHMWPE ^a
Molecular weight (g/mol)	$3\sim 4 \times 10^3$	5×10^5	2×10^6
Density (g/cm ³)	0.90–0.92	0.92–0.96	0.93–0.94
Tensile strength (MPa)	7.6	23–40	> 27
Elongation (%)	150	400–500	200–250
Modulus of elasticity (MPa)	96–260	410–1,240	1100–2000
Crystallinity (%)	50–70	70–80	> 80

LDPE, HDPE

- ✓ *tubos para drenos e cateteres*
- ✓ *sacos de sangue e soro fisiológico (PVC)*
- ✓ *embalagens para medicamentos e cosméticos*

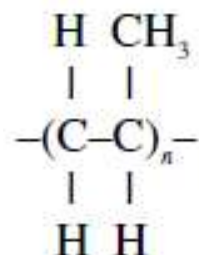
UHMWPE

- ✓ *implantes ósseos: utilizado como componente acetabular em próteses para a substituição de articulações (joelho e anca)*
- ✓ *falta de interação celular*





Polipropileno, PP:



(elevada rigidez, resistência química, resistência à tração e resistência à fratura)

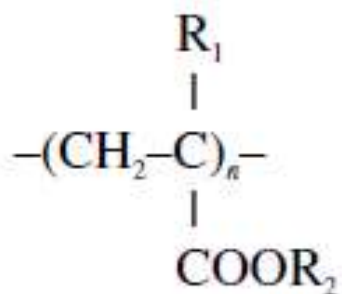
Properties	Values
Density (g/cm ³)	0.90–0.91
Tensile strength (MPa)	28–36
Elongation (%)	400–900
Modulus of elasticity (GPa)	1.1–1.55
Softening temperature (°C)	150
Cristalinidade	50 – 70%

- ✓ *vestuário médico;*
- ✓ *suturas e ligaduras de compressão;*
- ✓ *próteses para substituir articulações dos dedos*



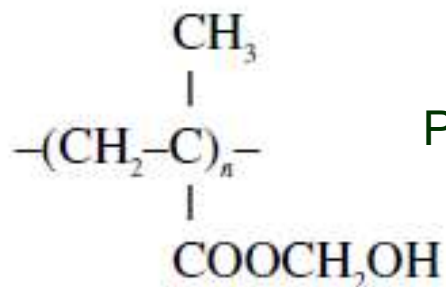


Poliacrilatos (PMA , PMMA e p-HEMA)

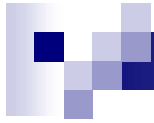


Grupos R_1 (H) e R_2 (CH_3) para PMA (polimetilacrilato)

Grupos R_1 (CH_3) e R_2 (CH_3) para PMMA (polimetil-metacrilato)



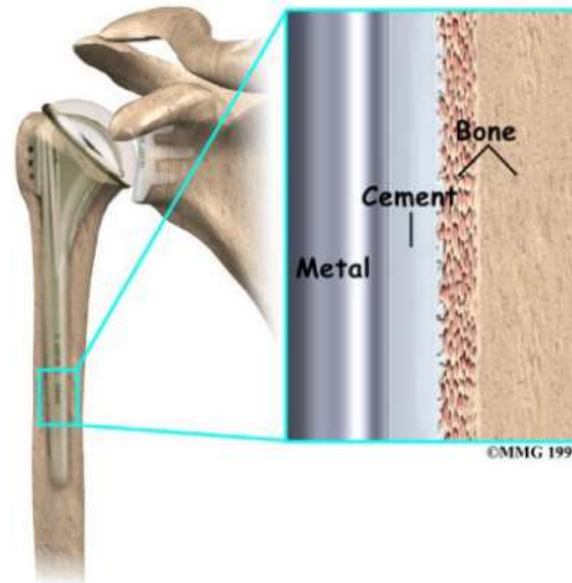
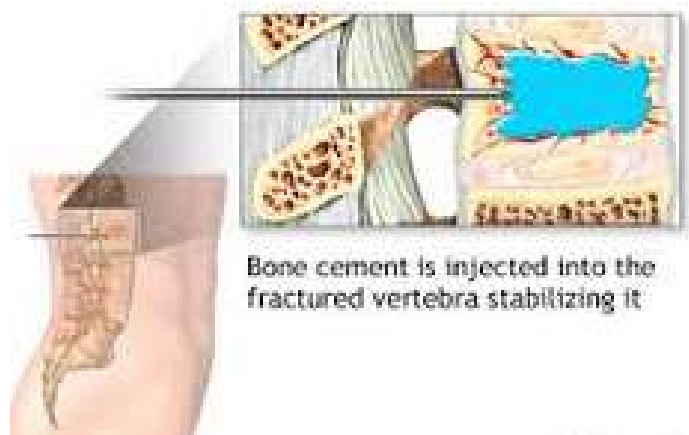
Poli(hidroxietil metacrilato) ou poli-HEMA (hidrogel)



PMMA (resinas acrílicas)

- ✓ *Excelentes propriedades (transparente e biocompatível)*
- ✓ *Lentes intra-oculares e lentes de contacto rígidas; lentes de contacto gelatinosas (p-HEMA)*
- ✓ *Fixação vertebral e de implantes (cimento ósseo)*
- ✓ *Dentes e próteses dentárias*

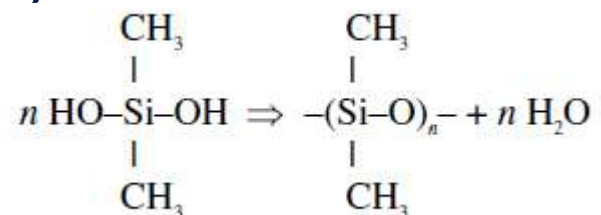
HOYA AF-1 (UV)



- ✓ *Não induz remodelação óssea e pode causar toxicidade!*



Silicone (polidimetilsiloxano)



dimetil siloxano

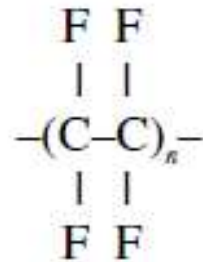
“material que, à temperatura ambiente, pode ser esticado pelo menos duas vezes o seu comprimento original, e que, após libertada a tensão, retoma o comprimento original”.

- ✓ resistente à água e a temperaturas extremas, inerte, inodoro e não tóxico;
- ✓ excelente flexibilidade e estabilidade;
- ✓ cateteres, aplicações vasculares, pacemakers, cirurgia plástica e reconstrutiva, implantes mamários e faciais, substituição de cartilagem...



Teflon® (PTFE):

(PoliTetraFluorEtileno)



- ✓ *sistema cardiovascular: válvulas cardíacas e vasos sanguíneos artificiais*
- ✓ *tendões e ligamentos artificiais*



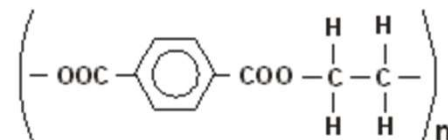
válvula biológica
(material xenógeno)



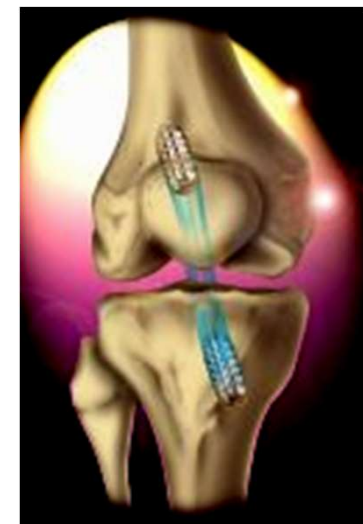
válvula mecânica

Dacron® (PET):

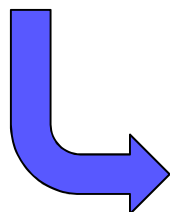
(politereftalato de etileno)



- ✓ *Próteses vasculares (vasos sanguíneos, bypass) e suturas*



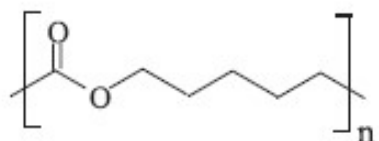
Polímeros sintéticos reabsorvíveis



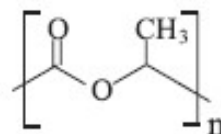
Ação de microrganismos (bactérias e fungos)

Ação enzimática

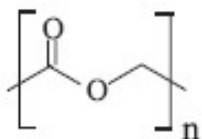
Hidrólise



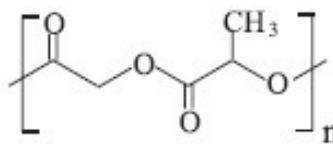
poli(ε-caprolactona) (PCL)



poli(ácido láctico) (PLA)



poli(ácido glicólico) (PGA)



poli(ácido glicólico-lático) (PGLA)

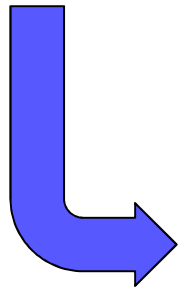
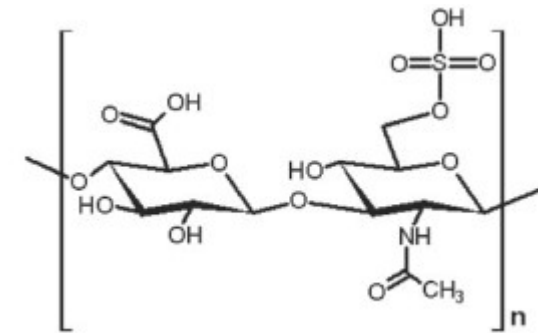
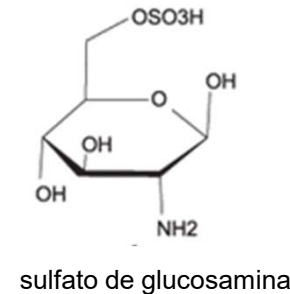


- ✓ *Suturas biodegradáveis e dispositivos para fixação óssea*
- ✓ *Cápsulas para libertação de fármacos*
- ✓ *Scaffolds para proliferação celular*



Polímeros naturais

- ácido hialurónico
- colagénio (condroitina e glucosamina)









Hidrogéis – polímeros que absorvem grandes quantidades de água sem se dissolverem; consistência macia e elástica, baixa tensão superficial com os fluidos biológicos;

- ✓ *Lubrificantes oftálmicos e ortopédicos;*
- ✓ *Cápsulas para medicamentos (ácido hialurónico);*
- ✓ *Bioadesivos;*
- ✓ *Pele artificial, preenchimento...*





Vantagens/limitações dos materiais poliméricos

-  processamento sob diversas formas
-  elevada estabilidade em ambiente biológico
-  propriedades mecânicas e físicas ajustáveis
-  falta de interação celular
-  libertação de subprodutos tóxicos (polímeros sintéticos)
-  difícil esterilização