

MÚSCULOS POLIMÉRICOS

Angela Cristina Vargas Calle

Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Polímeros
Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano



Introdução



Introdução

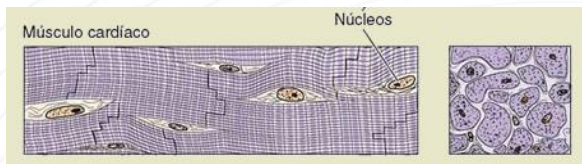


Músculos Naturais

Cardíacos

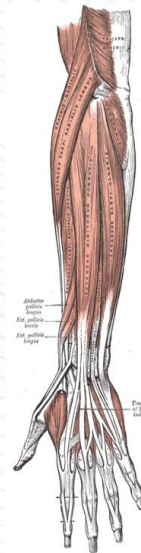


[11]



[44]

Estriados (esqueléticos)

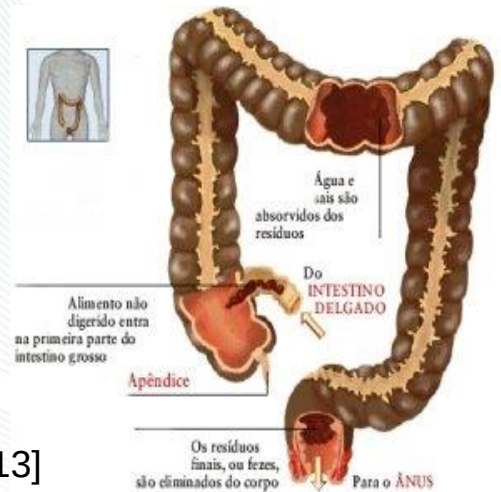


[12]

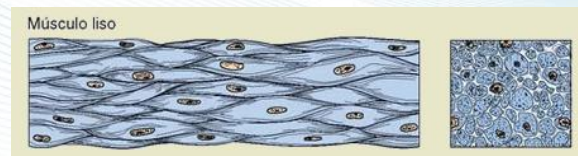


[44]

Lisos

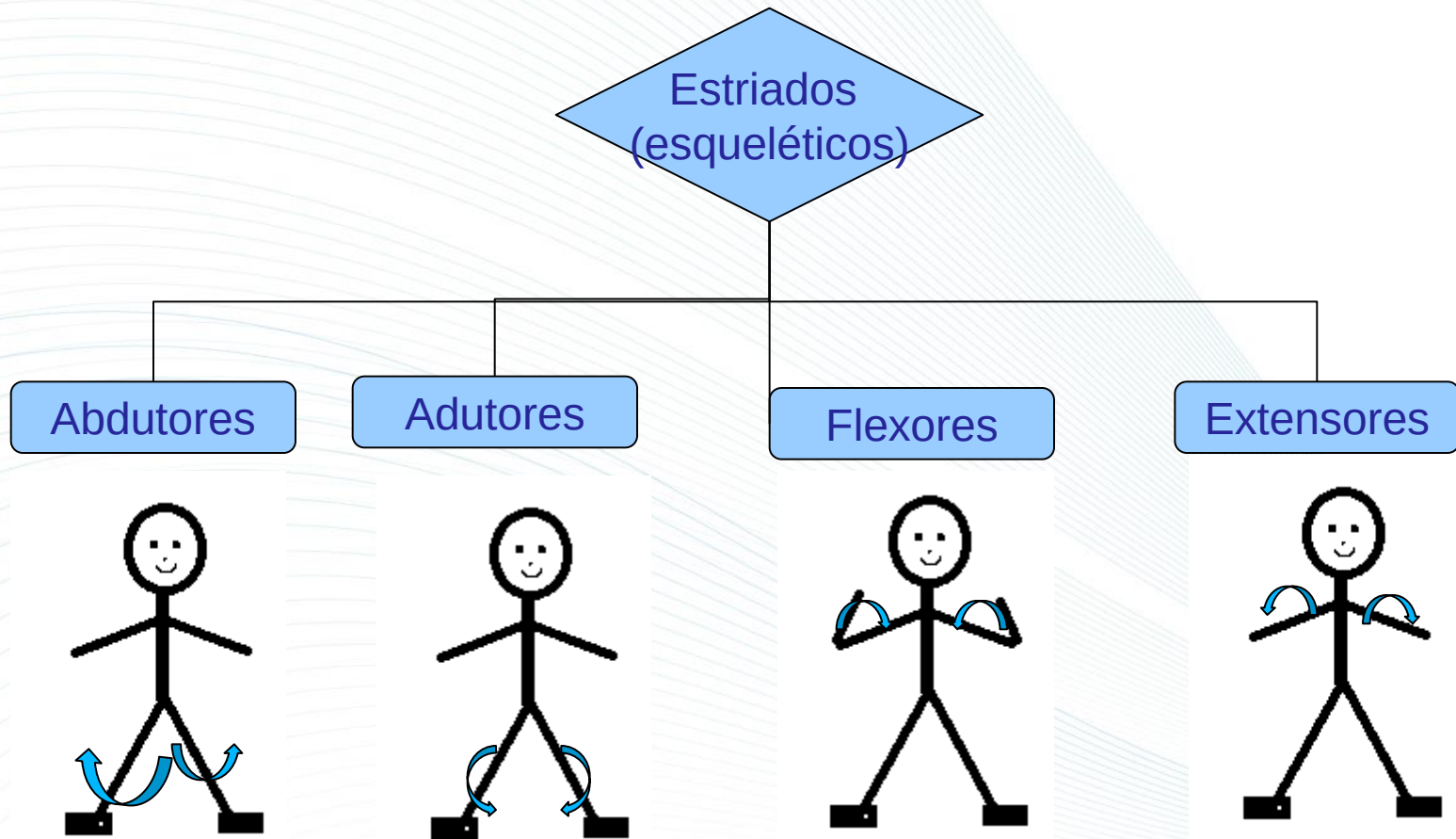


[13]

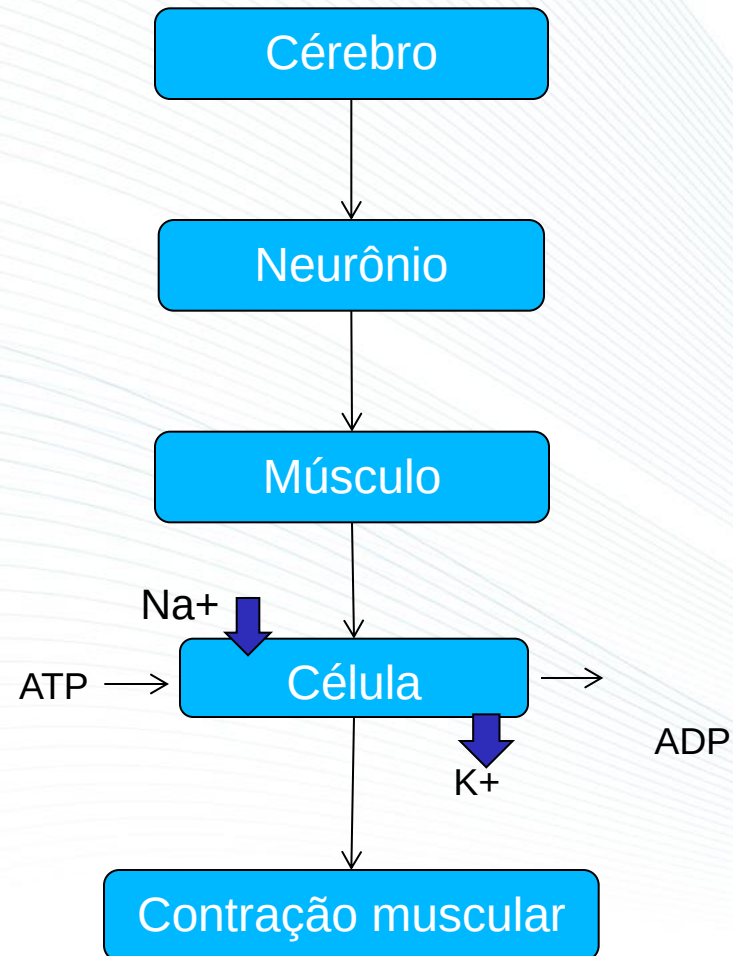


[44]

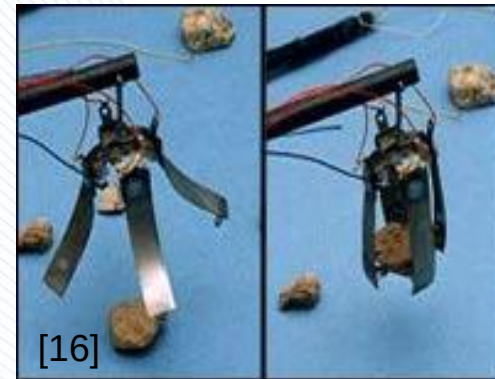
Músculos Naturais



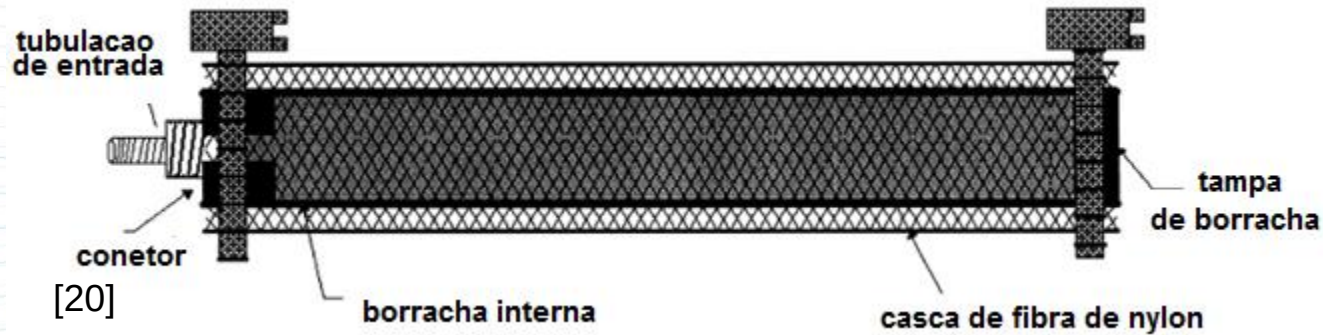
Músculos Naturais



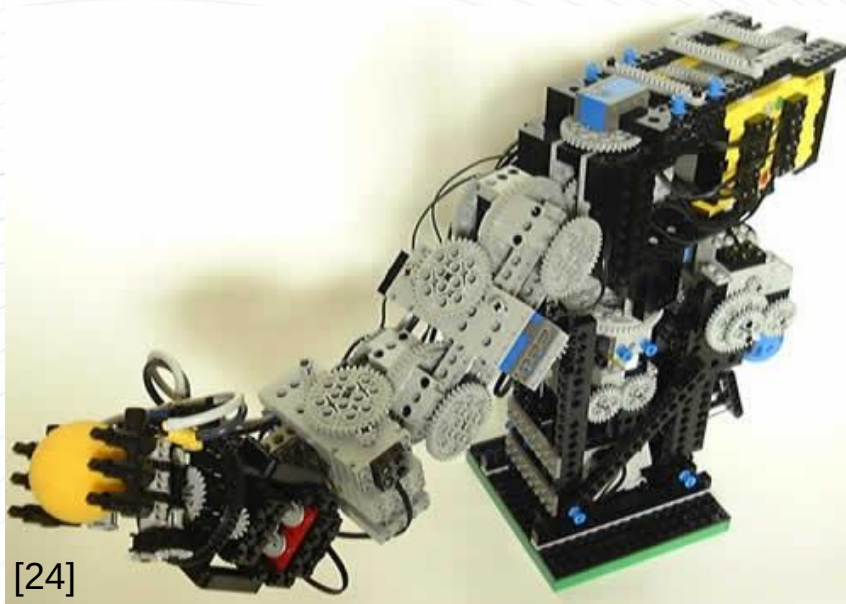
Músculos Artificiais



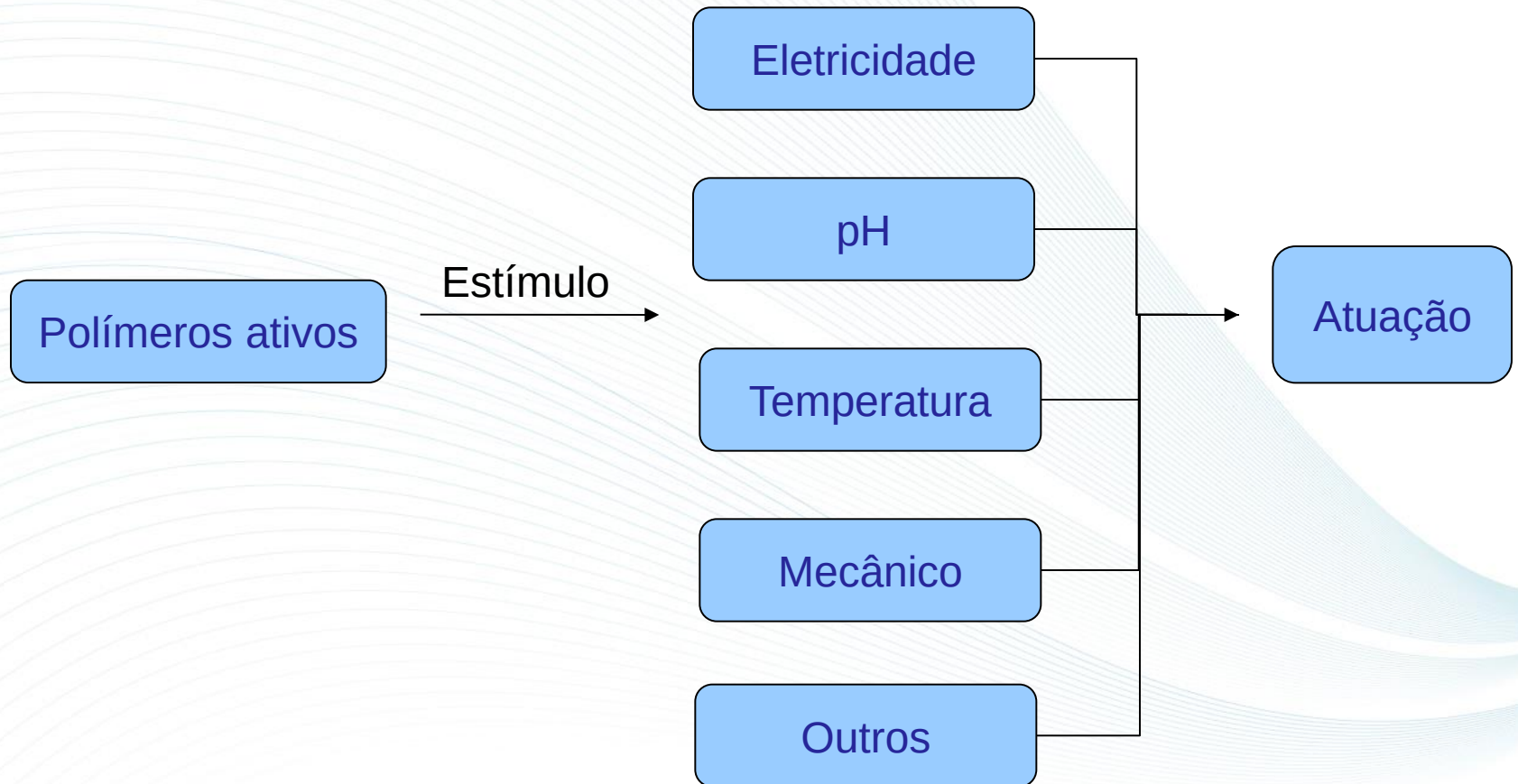
Sistemas Ativados com Fluidos



Sistema Mecânicos



Sistema Poliméricos ativos



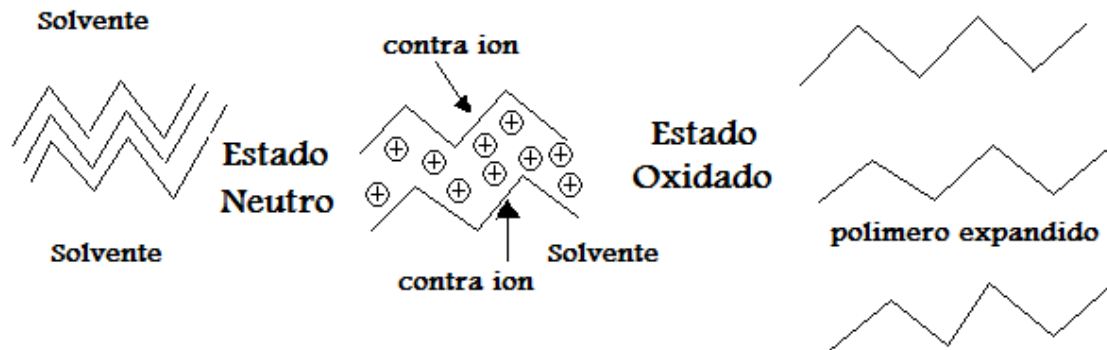
Polímeros Eletroativos

Eletrônicos (EAP)	Iônicos (EAP)
Dielétricos	Géis iônicos poliméricos (IPG)
Elastômeros graftizados com grupos eletrostrictivos	Compósitos Polímero-Metal iônicos (IPMC)
Papel eletrostrictivo	Polímeros condutores (CP)
Elastômeros eletro-viscoelásticos	Nanotubos de carbono (CNT)
Polímeros ferroelétricos	Eletrólitos sólidos poliméricos (SPEs)
Elastômeros cristal-líquido	

Polímeros Eletroativos

Polímeros Condutores

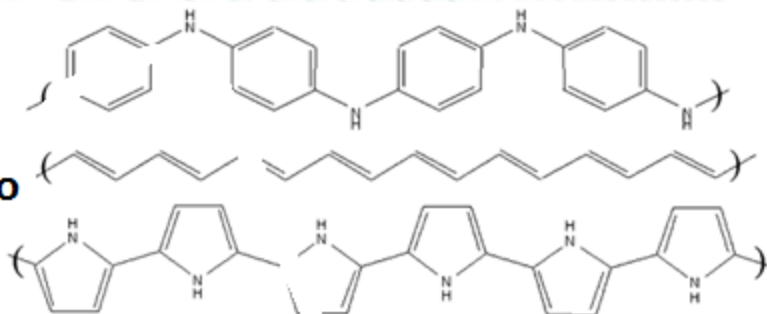
- Podem ser oxidados e reduzidos reversivelmente
- Presença de ligações π -conjugadas
- Solubilidade e biocompatibilidade ?



Polianilina

**Trans-
poliacetileno**

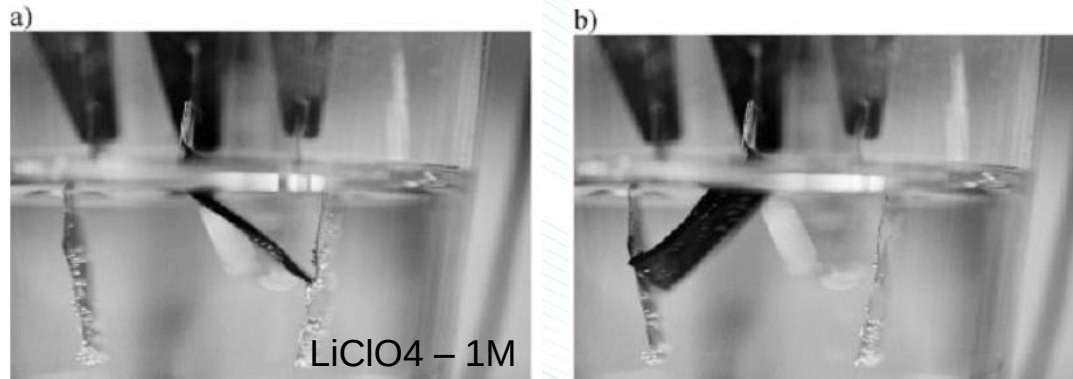
Polipirrol



Polímeros Eletroativos

Polímeros Condutores

OCHOTECO, E; POMPOSO, J. A; BENGOCHEA, M; GRANDE, H; RODRIGUEZ, J. Assembled cation-exchange/anion-exchange polypyrrole layers as new simplified artificial muscle. **Polymers for Advanced Technologies**, v. 28, p. 64-66, 2007.



Funcionamento de um atuador simples pela aplicação de a) 10 mA e b) -10 mA de tensão elétrica

PPy – ClO₄



Intercâmbio de
ânions

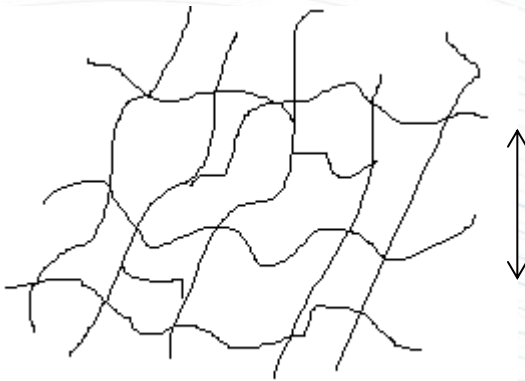
PPy – PTS



Intercâmbio de
cátions

Polímeros pH Ativos

Polieletrólitos

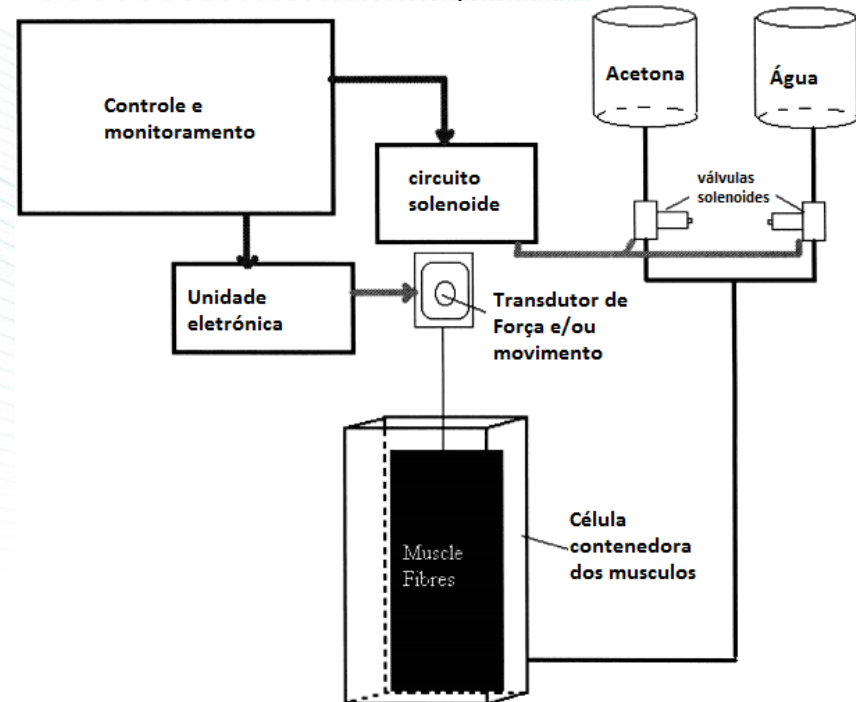


Operam em meios
aquosos

PDMAEMA
PAA
PVA-PAA

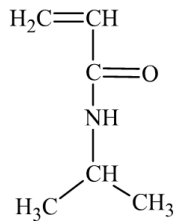
- Baixo Custo
- Convertem energia química diretamente em movimento mecânico

CALDWELL, D. G; TSAGARAKIS, N; MEDRANO-CERDA, G. A. Bio-mimetics actuators: polymeric pseudo muscular actuators and pneumatic muscle actuators for biological emulation. **Mechatronics**, v. 10, p. 499-530, 2000.



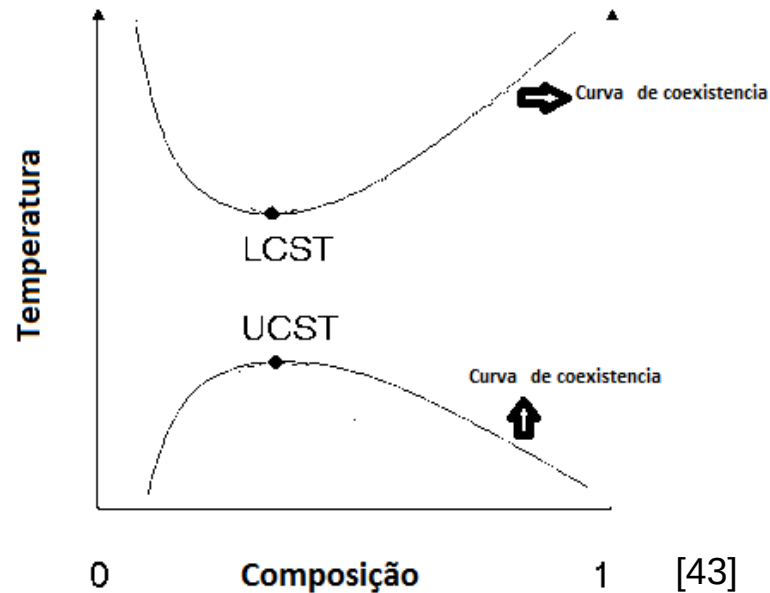
Polímeros Termoativos

- Apresentam transição de fase dependente da Temperatura
- Um dos componentes do meio é insolúvel abaixo ou acima da temperatura crítica



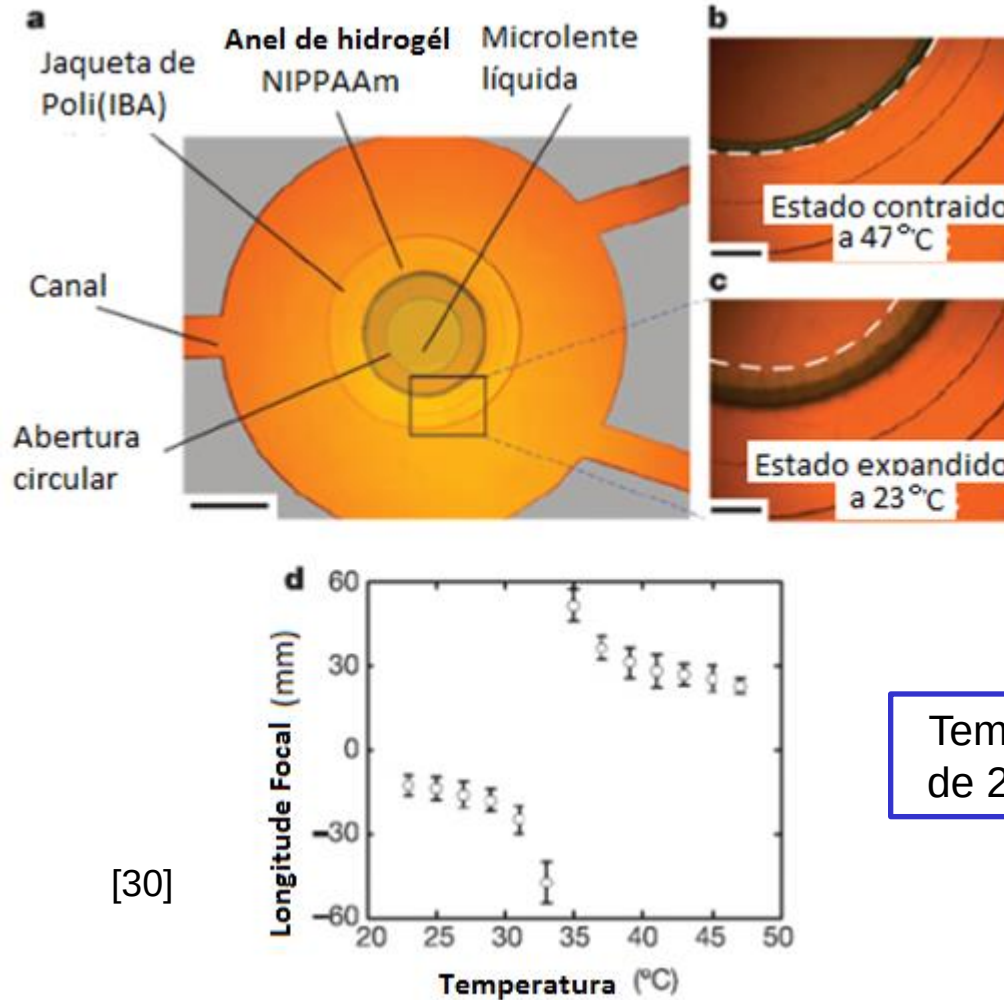
Estrutura da n-isopropilacrilamida

↑
O polímero expande a baixas temperaturas e contrai a altas temperaturas



Polímeros Termoativos

DONG, L; AGARWAL, A. K; BEEBE, D. J; JIANG, H. Adaptive liquid microlenses activated by stimuli-responsive hydrogels. **Nature**, v. 442/3, p. 551-554, 2006.



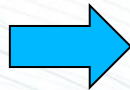
Tempo de resposta de 20-25 segundos

[30]

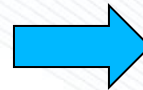
Polímeros ativados por esforço mecânico

- ✓ Material flexível
- ✓ Boa resistência mecânica
- ✓ Sólido na faixa de temperatura de trabalho

Esforço
mecânico

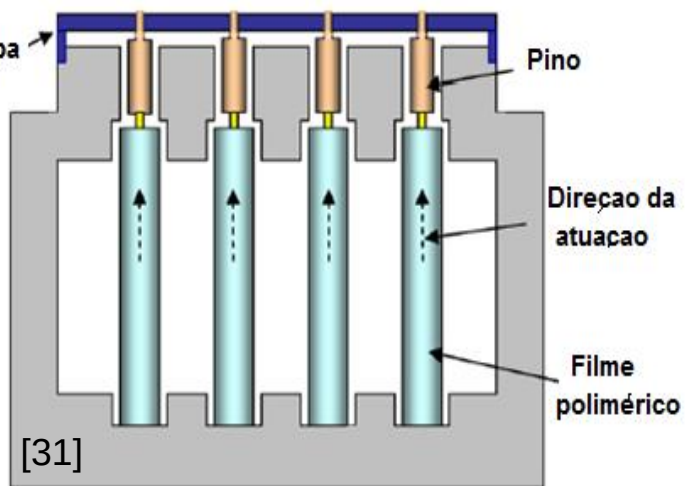


Material

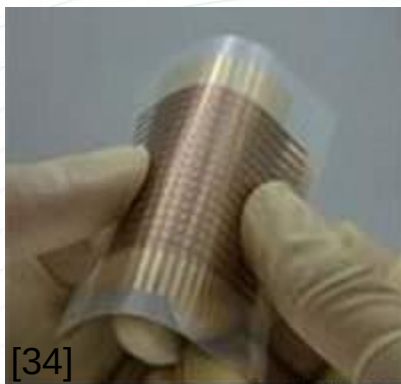


Mudança na
forma

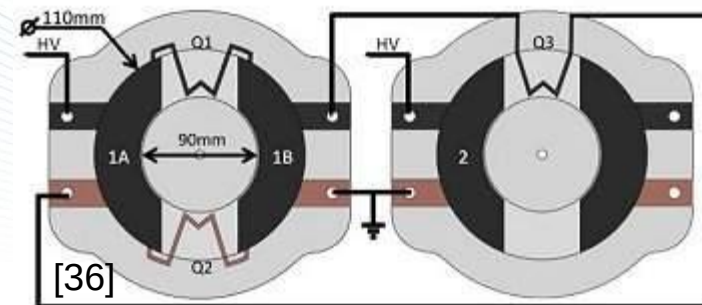
Aplicações dos Polímeros Ativos



Polímeros ativos



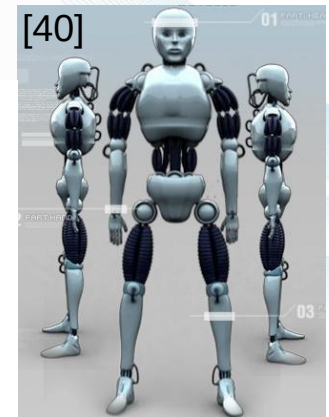
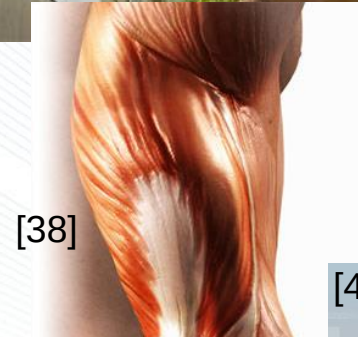
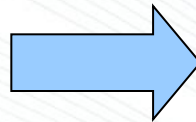
Source: University of Tokyo



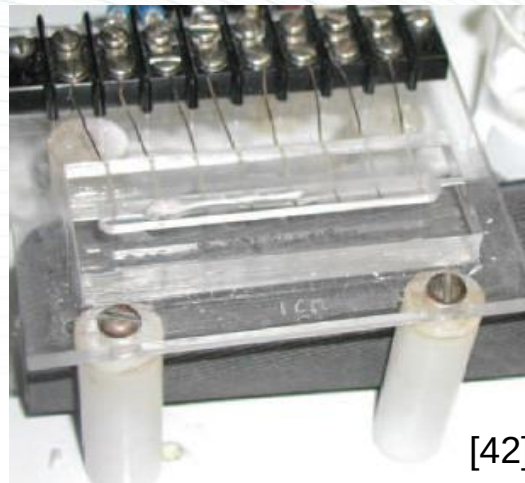
Músculos Poliméricos
Angela Cristina Vargas Calle, Doutoranda.

Músculos Poliméricos

Polímeros eletroativos



Aplicações dos Músculos Poliméricos



Músculos Poliméricos (videos)

Musculo mecânico

Musculo eletroativo 1

Musculo eletroativo 2

OBRIGADA!!!

Contatos:

angecrisvar@ima.ufrj.br

LaFiQ J-201

Referencias

- [1] hobbymodelismo.com.br
- [2] <http://lapuertadelarcoiris.ning.com>
- [3] liderarinfluenciar.blogspot.com
- [4] blogplanetaazul.blogspot.com
- [5] <http://www.portaltecnologia.net/2009/05/14/tutorial-olho-sharingan/>
- [6] pt.wikinoticia.com
- [7] yecomplicao.blogspot.com
- [8] toror.wordpress.com
- [9] [http://www.snetcommerce4.com.br/ecommerce_site/produto_81656_1172_PROTESE S-ORTOPEDICAS-PERNAS-MECANICAS](http://www.snetcommerce4.com.br/ecommerce_site/produto_81656_1172_PROTESE_S-ORTOPEDICAS-PERNAS-MECANICAS)
- [10] <http://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/fotos/quais-sao-as-novidades-no-mundo-dos-robos.html>
- [11] espacodagiu.blogspot.com
- [12] g6desportonutricao.blogspot.com
- [13] equipedigestorio.blogspot.com
- [14] FERRERA, P. **Caracterização de atuadores baseados em músculos poliméricos por efeito capacitivo**. Dissertação de mestrado, pós-graduação em engenharia mecânica, PUC-rio, rio de janeiro, 2007.
- [15] <http://www.robotic-lab.com/blog/2007/08/24/el-airic%E2%80%99s-arm-un-brazo-robotico-de-ultima-generacion/>
- [16] <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/exemplar14.html>
- [17] <http://www.upira.com.br/noticias.php?id=1025&cid=1>

Referencias

- [18] <http://www.guiametal.com.br/?noticia=1729/cientistas-criam-gel-mais-forte-que-aco>
- [19] <http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI1174547-EI4799,00.html>
- [20] CALDWELL, D. G; TSAGARAKIS, N; MEDRANO-CERDA, G. A. Bio-mimetics actuators: polymeric pseudo muscular actuators and pneumatic muscle actuators for biological emulation. **Mechatronics**, v. 10, p. 499-530, 2000
- [21] <http://www.gizmodo.com.br/conteudo/tecnologias-ciborgue-que-voce-pode-implantar-agora/>
- [22] <http://ciencia.hsw.uol.com.br/escavadeiras-caterpillar5.htm>
- [23] <http://www.amenito.com/honda-y-sus-piernas-roboticas>
- [24] <http://gonzo.teoriza.com/robots-con-lego-ii-brazo-robotico-y-neumatico-avanzado>
- [25] <http://www.miportal.edu.sv/portal/comunidad/blogs/margarita/archive/2010/05/26/proyecto-quot-roboqu-237-mica-quot.aspx>
- [26] BROCHU, P; PEI, Q. Advances in dielectric elastomers or actuators and artificial muscles. **Macromolecular Rapid Communications**, v. 31, p. 10-36, 2010.
- [27] MADDEN, J; VANDESTEEG, N; ANQUETIL, P; MADDEN, P; TAKSHI, A; PYTEL, R; LAFONTAINE, S; WIERINGA, P; HUNTER, I. Artificial muscle technology: physical principles and naval prospects. **IEEE Journal of Oceanic Engineering**, v. 29, n. 3, p. 706-728, 2004.
- [28] <http://en.wikipedia.org/wiki/Nafion>
- [29] KATCHALSKY, A. Rapid swelling and deswelling of reversible gels of polymeric acids by ionization. **Experimentia**, v. 5, p. 319-320, 1949
- [30] DONG, L; AGARWAL, A. K; BEEBE, D. J; JIANG, H. Adaptive liquid microlenses activated by stimuli-responsive hydrogels. **Nature**, v. 442/3, p. 551-554, 2006.
- [31] REN, K; LIU, S; LIN, M; WANG, Y; ZHANG, Q. M. A compact electroactive polymer actuator suitable for refreshable Braille display. **Sensors and Actuators A**, v. 143, p. 335-342, 2008.
- [32] <http://pinktentacle.com/2007/05/flexible-full-color-organic-el-display>

Referencias

- [33] <http://casa.hsw.uol.com.br/janelas-inteligentes4.htm>
- [34] <http://proavirtualg66.pbworks.com/w/page/18678190/Saiba>
- [35] <http://dindivagando.wordpress.com/2011/04/23/capa-da-invisibilidade-e-para-os-fracos/>
- [36] <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=geradores-eletricos-flexiveis>
- [37] http://www.tendencias21.net/Desarrollan-extremidades-roboticas-controladas-por-la-mente_a6414.html
- [38] <http://flexuspilates.blogspot.com/2010/06/musculos-artificiais.html>
- [39] http://fortaleza.tudotemos.com/market/rvtarcondicionados_ArCondicionadoParaEscavadeiraHidraulica_Servicos_4809
- [40] <http://blog.maisestudo.com.br/o-que-os-robos-ja-sao-capazes-de-fazer/>
- [41] HIRANO, L. A. **Construção e caracterização de atuadores baseados em polímeros eletroativos para aplicações em robótica e bioengenharia**. Dissertação de mestrado, Rede temática em engenharia de materiais REDEMAT, UFOP-CETEC-UEMG, Ouro preto, 2009.
- [42] KOTTKE, E. A; PARTRIDGE, L. D; SHAHINPOOR, M. Bio-potential Neuronal Activation of Artificial Muscles. **Journal of Intelligent Material Systems and Structures**, v. 18, p. 103-109, 2007.
- [43] http://en.wikipedia.org/wiki/Lower_critical_solution_temperature
- [44] <http://ies.rayuela.mostoles.educa.madrid.org/Publicaciones/ApuntesAnatomiaAplicada/2-tejidos/TejidoMuscular.htm>