

# 1 Introdução

Durante os 3,8 bilhões de anos desde a estimativa do início da vida na Terra, a evolução tem resolvido diversos desafios da natureza levando a soluções que perduram até hoje com excelente desempenho utilizando o mínimo de recursos. As “invenções” da natureza sempre inspiraram as conquistas humanas e levaram a algoritmos, métodos, materiais, processos, estruturas, ferramentas, mecanismos e sistemas eficazes [Bar-Cohen, 2006].

Com os avanços tecnológicos atuais, materiais convencionais como metais e ligas estão sendo substituídos por polímeros em campos como automobilismo, aviação, utensílios domésticos e eletrônicos [Kim, Tadokoro, 2007]. Devido aos grandes avanços das tecnologias com materiais poliméricos, diversas técnicas de processamento têm sido desenvolvidas de modo a permitir a produção de polímeros com propriedades (mecânicas, elétricas etc.) convenientes a uma dada aplicação. Os polímeros possibilitaram o desenvolvimento de novos projetos mais baratos, menores e mais leves [Bar-Cohen, 2004].

Com o rápido avanço dos materiais usados na ciência e na tecnologia, diversos materiais com inteligência embutida a nível molecular estão sendo desenvolvidos a um ritmo acelerado. Esses materiais inteligentes podem perceber variações no ambiente, processar essas informações e responder de acordo. Ligas de memória de forma, materiais piezoelétricos etc., encontram-se nesta categoria de materiais inteligentes. Polímeros que respondem a estímulos externos com mudanças de forma ou tamanho são conhecidos e estudados há várias décadas. Eles respondem a estímulos como campos elétricos, pH, campos magnéticos e luz. Esses polímeros inteligentes podem ser chamados de polímeros ativos [Kim, Tadokoro, 2007].

Uma das aplicações significativas desses polímeros ativos é encontrada no biomimetismo – a prática de utilizar idéias e conceitos da natureza e implementá-las na engenharia e no projeto [Kim, Tadokoro, 2007]. Existem numerosos

exemplos de sucesso do biomimetismo como o uso de quilhas na água. Outros exemplos foram inspirados por capacidades biológicas de maior complexidade incluindo o profundo conhecimento do voo que só foi possível depois que os princípios da aerodinâmica foram melhor entendidos. Algumas das implementações comerciais do biomimetismo podem ser encontradas nas lojas de brinquedos, onde robôs estão cada vez mais se parecendo e se comportando como criaturas vivas. Outros benefícios substanciais do biomimetismo incluem o desenvolvimento de próteses que imitam os membros reais assim como *microchips* para o aumento do sensoriamento que estão sendo usados para interagir com o cérebro e ajudar na audição, visão e no controle de instrumentos [Bar-Cohen, 2006]. Algumas das áreas do biomimetismo incluem inteligência artificial, visão computacional e músculos artificiais. O sonho de engenheiros robóticos tem sido desenvolver robôs autônomos, com pernas e capazes de lidar com missões. No entanto, o desenvolvimento desses robôs tem sido limitado pela complexidade da tecnologia de atuação, controle e potência que são incomparáveis aos simples sistemas do mundo natural [Kim, Tadokoro, 2007]. Polímeros ativos com características similares aos músculos biológicos são uma grande promessa para o desenvolvimento do biomimetismo. Baixa rigidez e grandes deformações são algumas das características similares ao músculo natural. Eles são mais flexíveis que os motores convencionais e podem agir como amortecedores de impactos e vibrações. Essas características habilitam o desenvolvimento de dispositivos mecânicos sem embreagens, rolamentos ou outro mecanismo responsáveis pelos grandes custos e complexidades [Bar-Cohen, 2003].

Existem diversas razões para alcançar o desempenho dos atuadores naturais em vez de apenas imitar suas aparências. Seres vivos são mais eficazes que os robôs e dispositivos feitos pelo homem no que diz respeito à navegação na presença de obstáculos, velocidade sobre terrenos acidentados, agilidade e, em muitos casos, saída de potência ou energia por unidade de peso ao cumprir certas tarefas. O mais imediato, e provavelmente mais significativo, obstáculo em alcançar aparências ou desempenhos naturais é a falta de tecnologia de atuadores no mercado que possam realmente imitar os músculos naturais mesmo nas suas funções mais básicas [Pelrine et al., 2002].

Uma área de aplicação onde essa tecnologia seria de suma importância é a prótica. Pessoas acidentadas que perderam um ou mais membros enfrentam duas principais conseqüências. A primeira conseqüência é funcional, a partir do momento em que o amputado fica impossibilitado de exercer tarefas como manipular e segurar coisas. A segunda conseqüência é psicológica, pois a amputação modifica a aparência da extremidade superior. Apesar dos anos de pesquisas e inovações, as próteses para mão, disponíveis atualmente, não lidam com esses problemas adequadamente. Pesquisas recentes revelam que 30-50% dos amputados (da extremidade superior) não usam suas próteses de mão regularmente. De forma a atender as necessidades, uma prótese de mão deve ter os seguintes requisitos:

- Funcionalidade – a prótese deve segurar de maneira estável uma grande variedade de objetos com formas complexas;
- Estética – ela deve ter a mesma forma, peso e dimensões da mão humana;
- Controlabilidade – ela deve ser fácil de operar.

Para avaliar a sua funcionalidade, é importante notar que próteses de mão, geralmente, são projetadas principalmente para segurar objetos e não para manipulá-los. Este último requer alta destreza, sensores avançados, estratégias de controle avançadas e interfaces naturais para o controle. O projeto de tal prótese, capaz de segurar e manipular objetos, só será possível no futuro, quando o desenvolvimento de novos componentes de alta tecnologia permitir a realização de estruturas mecânicas bastante compactas e complexas [Carrozza et al, 2004].

O trabalho de [Pons et al., 2004] mostra o resultado de dois conjuntos de questionários que foram distribuídos para 200 amputados e 150 profissionais de reabilitação. Aproximadamente 60% dos questionários foram respondidos levando às seguintes estatísticas: as principais preocupações dos amputados são estética (62%), desconforto (58%), excesso de peso (58%), falta de capacidade funcional (50%), problemas com assistência técnica e manutenção (31%), barulho (27%) e problemas com a parte restante do membro amputado (irritação, suor, ...) (15%). Por outro lado, os profissionais de reabilitação focaram nos requisitos funcionais. Concordaram com a necessidade de sensoramento, destacando o tato como melhor (59%) retro-alimentação das informações do ambiente.

Uma tecnologia que propõem suprir as deficiências apontadas anteriormente é a de polímeros ativos, em particular os EAP, polímeros eletroativos. Uma de suas características mais atraentes é o seu potencial de atuação para o desenvolvimento de sistemas biologicamente inspirados (o biomimetismo) que são leves, necessitam de pouca potência, baratos, elásticos, silenciosos e ágeis. Essas características são atraentes também para aplicações espaciais. Entre os anos de 1995 e 1999 um estudo feito pela NASA teve o objetivo de aumentar o entendimento e a viabilidade dos materiais a base de polímeros eletroativos e identificar aplicações planetárias. Os materiais investigados incluem IPMC e polímeros dielétricos, que foram usados como atuadores curvos e longitudinais respectivamente. Os dispositivos que foram desenvolvidos incluem um varredor de sujeira, uma garra e um braço robótico [Bar-Cohen, 2004].

Este trabalho tem como objetivo o estudo de músculos artificiais poliméricos com diferentes estruturas de suporte e diferentes montagens e maneiras de ativação do polímero, com o auxílio de uma bancada de testes com sensor de força. A construção da bancada envolve o desenvolvimento, implementação e especificação dos equipamentos de atuação sobre os músculos artificiais e as leituras dos sinais produzidos pela bancada. Para comandar os acionamentos e leituras dos testes, foram implementados *softwares* em *LabVIEW* onde foram programados diferentes perfis de atuação. Em seguida desenvolveu-se modelos matemáticos de diferentes tipos de testes que poderiam ser feitos na bancada de modo a comparar os dados teóricos encontrados com os dados experimentais obtidos.