

# TECNOLOGIA ASSISTIVA

## PRÓTESES E EQUIPAMENTOS DE MOBILIDADE

Carlos Rezende de Menezes  
Prof. Dr. do Departamento de Mecânica da FATEC-SP  
[crmenezes@fatecsp.br](mailto:crmenezes@fatecsp.br);

### Resumo

O artigo apresenta conceitos da Tecnologia Assistiva (TA) e mostra dois dos projetos relacionados a área de TA, em desenvolvimento no Laboratório de Projetos Especiais (LPE). São demonstradas as aplicações, a metodologia empregada e os resultados obtidos até o presente momento, em Próteses Mecânicas para Amputados Transtibiais e Cadeira de Rodas com Encosto e Apoio para os Pés Reclináveis.

### 1. Introdução

O termo Tecnologia Assistiva (TA), originalmente *Assistive Technology*, foi usado pela primeira vez em 1988 na legislação norte americana, conhecida como *Public Law 100-407*, que regulamentava os direitos de pessoas com deficiência nos EUA. [1]

Em 16 de novembro de 2006 foi instituído o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), (Decreto nº 5.296/2004) no âmbito da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República. Desde então convencionou-se utilizar no Brasil o termo Tecnologia Assistiva. [2]

De acordo com o CAT:

“Tecnologia Assistiva é a área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”.

### 1.2 Classificação

A TA é subdividida em 11 itens: [3]

- 1 - Auxílio à vida diária - Materiais e produtos para facilitar tarefas rotineiras diárias;
- 2 - Comunicação aumentativa - Recursos, eletrônicos ou não, que auxiliem pessoas sem a fala ou com limitações da mesma;
- 3 - Recursos de acessibilidade ao computador - Equipamentos que permitem pessoas com deficiência usarem o computador;
- 4 - Sistemas de controle de ambiente - Sistemas eletrônicos que permitem pessoas com limitações motolocomotoras controlar remotamente aparelhos;

- 5 - Projetos arquitetônicos para acessibilidade - Adaptações estruturais em casas e/ou ambiente de trabalho;
- 6 - Órteses e próteses - Troca ou ajuste de partes do corpo, faltantes ou de funcionamento comprometido, por membros artificiais;
- 7 - Adequação Postural - Adaptações para cadeira de rodas ou outro sistema de sentar;
- 8 - Auxílios de mobilidade - Cadeiras de rodas manuais e motorizadas, que melhorem a mobilidade pessoal;
- 9 - Auxílios para cegos ou com visão subnormal - Equipamentos auxiliares para este grupo específico;
- 10 - Auxílios para surdos ou com déficit auditivo - Equipamentos auxiliares para pessoas com déficit auditivo;
- 11 - Adaptações em veículos - Acessórios e adaptações para veículos;

### 1.3 Situação Brasileira

No Brasil, conforme mostrado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no censo de 2000, da população de 169.799.170 habitantes, haviam 24,5 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência correspondendo a 14,5% da população, sendo que desses, 48,0% apresentavam deficiência visual; 22,9% deficiência motora; 16,7% deficiência auditiva; 8,3% deficiência intelectual e 4,1% deficiência física.

No censo de 2010, a população era da ordem de 195 milhões de habitantes, o percentual de pessoas que apresentavam pelo menos um tipo de restrição de capacidade visual, auditiva ou motora: 7,5% para idades de 0 a 14 anos, 24,9% para idades entre 15 a 64 anos e 67,7% para idade superior a 65 anos. [4]

Segundo a Empresa Brasileira de Comunicação (EBC), 6,2% da população apresenta algum tipo de deficiência. [5]

Estes dados mostram a necessidade de prover esta população com condições adequadas para terem acesso aos seus direitos de cidadania.

### 2. Projetos em desenvolvimento

Dos tópicos relacionados na classificação, atualmente são desenvolvidos no LPE:

- Órteses e Próteses – Prótese Perna (item 6);
- Adequação Postural – Cadeira de Rodas com Encosto e Apoio para os Pés Reclináveis (item 7).

## 2.1 Metodologia utilizada nos projetos

O desenvolvimento dos projetos segue basicamente a seguinte metodologia:

- Levantamento de situações problemas com pessoas que apresentem necessidades especiais. O questionamento é feito diretamente com o paciente ou com profissionais da área de saúde;
- Feito o levantamento é avaliada a possibilidade de desenvolver o projeto, que deve estar em consonância com os cursos oferecidos pela FATEC-SP;
- Caso haja disponibilidade material, é feito um estudo preliminar por meio de programas de engenharia;
- Em seguida um modelo é desenvolvido;
- O desenvolvimento gera um ou vários protótipos que são submetidos a testes de laboratório;
- Os resultados são reportados em publicações técnicas.

## 3. Projeto:

### Prótese para Amputados Transtibiais

Na década de 70 foi desenvolvida a primeira prótese em formato de lâminas, com atuação puramente mecânica. Hoje em dia são manufaturadas principalmente em fibra de carbono.

Ao se movimentar, o portador contrai a prótese que, por sua vez, armazena energia mecânica que é liberada quando a lâmina retorna ao formato original, gerando impulso.

Os formatos em “J” ou “C” depende do tipo de utilização, se para uso cotidiano ou esportivo. Figuras 1 e 2.

No LPE foram desenvolvidas duas próteses, uma com formato “C” e outra “J”. A primeira, em formato “C”, foi produzida com uma mistura de fibra de vidro e carbono. A de formato “J”, foi produzida apenas com fibra de carbono.

### 3.1 Pré-avaliação

Antes da construção do primeiro modelo físico, foram realizados estudos utilizando-se programa de Elementos Finitos (EF) como mostrado na figura 03.

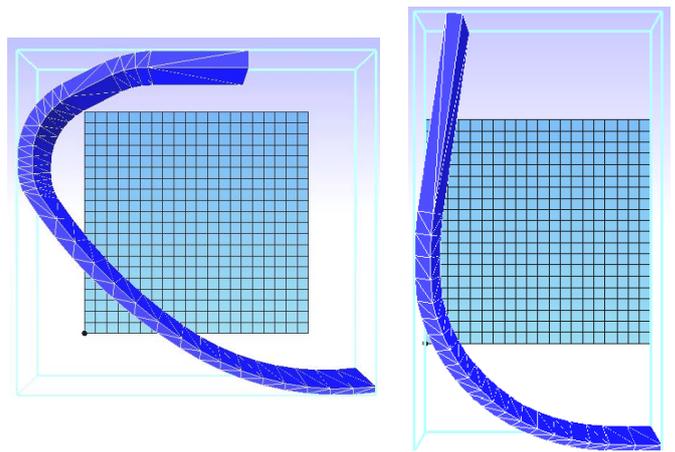


Figura 01 - Prótese “C” (estudo)

Figura 02 - Prótese “J” (estudo)

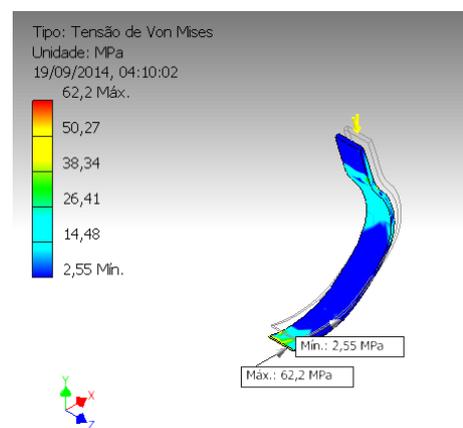


Figura 03 – Modelo computacional.

A figura 04 mostra um modelo “J” construído em fibra de vidro e suas dimensões básicas

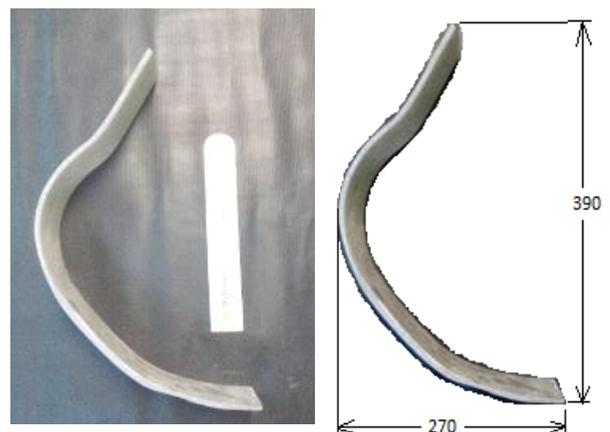


Figura 04 – Modelo da prótese “J” – dimensões básicas

### 3.2 Moldes

O primeiro molde foi construído para obter-se uma peça com largura de 160 mm. As principais dimensões do modelo são: 390x270x80 mm. Como a largura da prótese é de 80 mm, pode-se obter duas peças ao mesmo tempo. Figura 05. No caso de ser utilizada em uma pessoa biamputada, não haverá diferença entre elas.



Figura 05 – Molde duplo

O molde bipartido contém uma serpentina de cobre para circulação de óleo quente, importante no processo da laminação das peças em fibra de carbono. Foi inserida também, uma placa de espuma de poliuretano para manter a temperatura interna.

As peças, com formato J, foram laminadas utilizando-se duas mantas diferentes. Fibra de carbono na superfície externa, e fibra de vidro, unidirecional, na parte interna. Figura 06.



Figura 06 – Prótese “J” – composição de fibra de vidro e carbono

As lâminas foram cortadas com espessura de 80 mm., conforme mostrado na figura 07.



Figura 07 – Prótese formato “J” com dimensões finais

Peças, com formato “C” mostradas na figura 08, foram confeccionadas somente em fibra de carbono.



Figura 08 – Formato “C” em fibra de carbono

### 3.3 Testes

No teste de compressão, até a ruptura, no corpo de prova em “J”, produzido com fibra de vidro e fibra de carbono, figura 09 (esquerda), foi aplicada carga até que houvesse ruptura das fibras. O valor registrado foi de 874,8 N que provocou uma deformação de 108,9 mm.

No teste do corpo com formato “C”, produzido em fibra de carbono, figura 09 (direita), não houve ruptura, mas evidenciou-se alta rigidez da prótese, devido à combinação de resina epóxi com o endurecedor utilizado.

A figura 10 mostra os corpos de prova após o ensaio.



Figura 09 – Testes de compressão das peças



Figura 10 – Corpos de prova após ensaio

### 3.4. Conclusões

Os testes evidenciaram que independente do formato da prótese a combinação de fibra de vidro e carbono da forma como foram construídos (em camadas), não se mostrou viável. Novos testes serão realizados com peças em formato “C” e “J” construídas em fibra de carbono e tecidos híbridos de vidro e carbono.

#### 4. Projeto:

#### ***Cadeira de Rodas com Encosto e Apoio para os Pés Reclináveis***

Pessoas com dificuldade de locomoção, devido a acidentes ou paraplegia, necessitam mudar de posição na cadeira para que se sintam mais confortáveis. Entre os tipos de cadeiras de rodas encontrados no mercado nacional, algumas permitem movimentações diversas, mas não constatamos a existência de uma em que o cadeirante incline ou movimente o encosto e o apoio das pernas ao mesmo tempo, de forma que fique acomodado horizontalmente. Segundo informações obtidas com usuários de cadeiras de rodas, a possibilidade de “linearizar” encosto, assento e apoio de pernas, permitiria mais conforto sem a necessidade de deslocar o paciente para uma cama. Figura 11.

Observe-se que o deslocamento do paciente de uma cadeira para uma cama é, em geral, uma atividade penosa para familiares e enfermeiros que não contam com equipamentos auxiliares, tais como transfers hospitalares.



Figura 11 – Desenho de estudo da Cadeira de Rodas Reclinável

### 4.1 Desenvolvimento

No projeto foi adaptado a uma cadeira de rodas comum, um mecanismo que possibilita ao cadeirante reclinar o encosto e o apoio das pernas, de forma a “linearizar” estas superfícies, transformando, praticamente, a cadeira em uma cama sem a necessidade de interferência de outras pessoas.

Foi utilizado o encosto de um banco reclinável, com estrutura de alumínio devido ao peso e um mecanismo pantográfico.

As dimensões da cadeira foram mantidas conforme os padrões da Norma Brasileira NBR 9050 – 2015.

### 4.2 Resultados

Abaixo, fotos dos protótipos desenvolvidos até o presente momento.



Figura 12 – Protótipo da Cadeira de Rodas Reclinável

### 4.3 Conclusões

O protótipo está em fase de desenvolvimento, como mostrado na figura 12, necessitando de pequenos ajustes. Mas, pôde-se constatar que o mecanismo utilizado atende ao objetivo proposto no projeto, que é a linearização simultânea do apoio de pernas e encosto, além do baixo custo.

## ***5. Discussão***

No projeto da Prótese para Amputados Transtibiais, os modelos testados, com formato “C” e “J”, apresentaram bons resultados quanto a resistência embora a forma construtiva, com o interior em fibra de vidro e fibra de carbono no revestimento externo, não tenha apresentado bons resultados. Um novo modelo totalmente em fibra de carbono está em fase de testes e, além da resistência mecânica, a flexibilidade deverá ser melhorada com a adoção de uma nova composição fibra/resina.

Quanto a Cadeira de Rodas com Encosto e Apoio para os Pés Reclináveis, as soluções propostas apresentaram resultados compatíveis com os objetivos do projeto. Para eventual reprodução do projeto para uso de cadeirante, alguns detalhes estéticos poderão ser incorporados.

## ***Agradecimentos***

As pesquisas contaram com a colaboração dos seguintes estudantes:

Vinicius Lourenço dos Santos

João Pedro Vasconcelos Moura

Agradecemos a empresa Helipark Taxi Aéreo e Manutenção Aeronáutica e à Lord Corporation pelo apoio material.

## ***Referências Bibliográficas***

[1] T.A. Galvão Filho, A Tecnologia Assistiva: de que se trata? 1ª. ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009. (disponível no formato PDF em [www.galvaofilho.net/assistiva.pdf](http://www.galvaofilho.net/assistiva.pdf))

[2] Brasil. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. B823 t Comitê de Ajudas Técnicas Tecnologia Assistiva. – Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

[3] BERSCH, R. C. R. - Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas – Dissertação de Mestrado – 2009 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – 231 p

[4] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE - ISSN 1676-4935 - 2012

Censo demogr., Rio de Janeiro, p.1-215, 2010

[5] Empresa Brasileira de Comunicação - EBC - atualizado em 21/08/15 - Por Flávia Villela; Edição: Denise Griesinger - Fonte: Agência Brasil.