

REVO FOOT

PRÓTESE ORTOPÉDICA DE BAIXO CUSTO PARA AMPUTAÇÃO DE MEMBROS INFERIORES PRODUZIDA A PARTIR DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Engenharia dos Materiais e Bioengenharia

Eduardo Trierweiler Boff
Lucas Strasburg Ferreira

INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa surgiu através da observação das dificuldades enfrentadas pelas pessoas que sofreram amputação dos membros inferiores e não possuem próteses adequadas, por quaisquer que sejam os motivos, dentre eles acesso a tecnologia e condições financeiras.

A partir dessa observação, objetivamos atender as pessoas de baixa renda, que não tem condições de adquirir uma prótese confortável e adequada para si.

Acreditamos que buscar uma alternativa às próteses importadas e aos materiais extremamente caros utilizados nas suas confecções, já é um ponto de partida para a tentativa de solucionar ou pelo menos amenizar a "exclusão" das pessoas que necessitam ser protetizadas. Aliamos a pesquisa uma possibilidade de utilizar materiais alternativos e recicláveis.

As amputações são ocasionadas pelos mais diversos motivos. Acidentes, problemas congênitos e doenças. Atualmente, a maior causa das amputações são problemas vasculares relacionados à diabetes.

O governo distribui próteses, porém não faz acompanhamento dos pacientes, seja na revisão periódica do coto de amputação, seja no acompanhamento psicológico pós-operatório e pós-protetização.

Para as pessoas que não conseguem a "doação" da prótese pelo SUS, resta buscar o financiamento de uma através de clínicas particulares.

Porém, o preço de tais próteses é extremamente alto para as pessoas de baixa renda, custando, em média, entre cinco e sete mil reais, para as próteses mais simples.

Existem vários tipos de próteses, para os mais diversos tipos de amputação e de uso. Uma prótese de corrida, feita com lâminas de fibra de carbono, não é a mesma utilizada para caminhada.

Assim, é necessário buscar um barateamento das próteses e a confecção de um "pé" mecânico de qualidade, com tecnologia nacional e acessibilidade de mercado, a fim de contemplar as pessoas com menores condições financeiras que sofreram amputação de membro inferior.

TESTES EM LABORATÓRIO

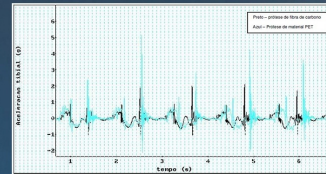


TEST 1	
1st Platform	Right leg
2nd Platform	Clóvis prosthesis

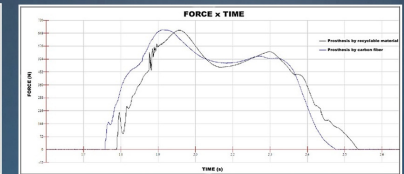
TEST 2	
1st Platform	Right leg
2nd Platform	REVO FOOT prototype

Fizemos os testes com o voluntário no IBTec (Instituto Brasileiro de Tecnologia em Couro, Calçado e Artefatos).

Lá, realizamos testes em plataforma de força e acelerometria.

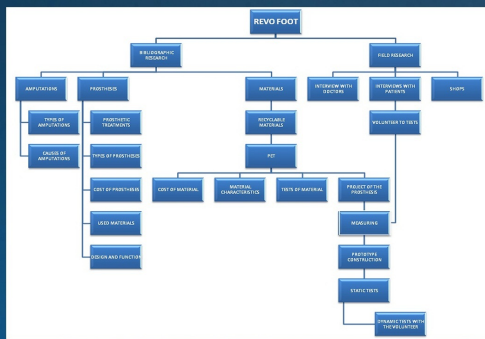


Nossa prótese mostrou o dobro de absorção de impactos e aceleração tibial do que a prótese de fibra de carbono usada por nosso voluntário.



O REVO FOOT mostrou também praticamente a mesma resistência a carga da prótese de fibra de carbono usada pelo voluntário.

DESENVOLVIMENTO DO REVO FOOT



Etapas de desenvolvimento do REVO FOOT

IDÉIAS DE PROJETO

Como desejávamos reduzir custos e utilizar materiais recicláveis, optamos pelo PET (Politereftalato de Etila), o mesmo material utilizado na fabricação de garrafas plásticas de refrigerante.

Este material possui algumas características boas e outras ruins, assim, tivemos que desenvolver um design inovador que nos permitisse extrair o máximo das boas qualidades do PET.

Assim, as duas primeiras idéias de protótipo foram descartadas, pois deixavam o produto suscetível a quebra. O terceiro protótipo foi aprovado, pois explorava o máximo de resistência nas características do material e possuía um coeficiente de segurança satisfatório.

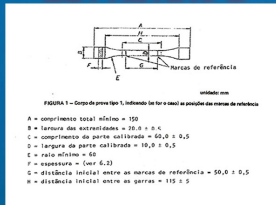


Primeira idéia de protótipo

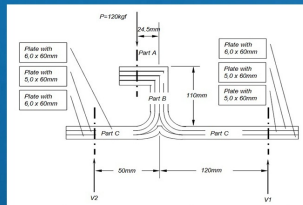


Segunda idéia de protótipo

CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTO DO PROTÓTIPO



Corpo de prova ABNT

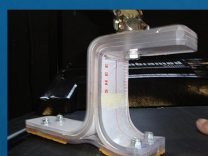


Terceira idéia de protótipo - PROTÓTIPO CONSTRUÍDO

FABRICAÇÃO E MONTAGEM DO PROTÓTIPO



Construímos nosso protótipo na escola, utilizando as oficinas e laboratórios do Curso Técnico em Mecânica.



ANÁLISE DE DADOS

Após a realização dos testes do protótipo REVO FOOT na plataforma de força e na esteira com acelerômetro, foi possível fazer uma gama de análises nos resultados obtidos nos mesmos.

Verificou-se nos gráficos dos testes, uma maior vibração na prótese de PET, o que pode ser observado tanto na parte inicial da curva de força da figura 16 como também pelos altos picos de aceleração (figuras 17 e 18), o que corresponde ao instante em que ocorre o impacto inicial do calcanhar com o solo.

Vale a pena ressaltar que, nesta primeira análise, Clóvis usou seu tênis no pé direito, o que causa uma redução de impacto sobre o mesmo.

Também pode se notar durante a caminhada na esteira, as passadas da perna esquerda com REVO FOOT deixavam marcas amarelas da cor do solado. Observando o caminhar de Clóvis lateralmente, foi possível notar que uma antiga discussão de projeto deveria ser retomada: a necessidade de uma leve curvatura na parte da planta até a ponta do pé.

Com a prótese "reta" neste trecho, no momento em que o pé esquerdo é levantado para uma nova passada, a ponta deste raspa levemente o solo, deixando a marca na esteira e podendo dependendo da velocidade do paciente, causar uma queda. Tal detalhe pode ser facilmente alterado num novo projeto de protótipo.

Além disso, a leve curvatura proporcionaria uma transmissão mais suave de tensões ao longo da prótese.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a confecção do protótipo, foram utilizadas as oficinas da Fundação Liberato, sendo a mão-de-obra dos próprios alunos do projeto. Desta forma o custo é estimado, pois não trata-se de uma produção profissional, assim como os materiais foram adquiridos em pequenas quantidades, mas serve como um custo referencial. O cálculo foi dividido entre materiais, projeto e mão-de-obra. Com os materiais o custo está abaixo:

- Retalhos de chapas de PET – R\$ 15,00 / Kg
 - 4 parafusos M6 – R\$ 10,00
 - Parafuso M10 – R\$ 2,00
 - Acoplador Otto Bock – aproximadamente R\$ 85,00
 - Solado emborrachado – R\$ 0,50
 - Total em materiais – R\$ 112,50
- O custo de elaboração do projeto:
- Hora técnica de Engenheiro – R\$ 50,00
 - Hora técnica dos técnicos – R\$ 30,00

Foram gastas 10 horas do engenheiro e 400,00 horas do técnico, resultando em R\$ 12.500,00 que deve ser dividido pelo número estimado de próteses que se pretende fabricar: Exemplo: 1000 próteses, custo de projeto por prótese = R\$ 12,50.

Custo de confecção do protótipo:

- Hora máquina de furadeira de bancada em oficina – R\$ 20,00 (2 horas)
- Hora máquina de serra fita em oficina – R\$ 20,00 (2 horas)
- Hora do soprador térmico – R\$ 10,00 (20 horas)
- Total da mão-de-obra e hora máquina – R\$ 280,00

Custo total estimado de uma prótese: **R\$ 417,50**

CONCLUSÕES

Atrás da realização deste trabalho, podemos enxergar de maneira clara que as novas tecnologias trazem benefícios para a sociedade, embora seja de imediato um privilégio apenas para aqueles que possuem melhores condições financeiras.

No caso das próteses para pessoas que sofreram amputações de membros inferiores, a tecnologia é uma coisa indispensável para a reinserção do paciente ao meio social. Sua recuperação não depende apenas dos aspectos físicos, mas também dos aspectos psicológicos.

Os altos custos das próteses importadas se devem principalmente aos materiais de ponta utilizados e as altas taxas de importação aplicadas sobre estes produtos.

Para poder produzir uma prótese nacional com materiais de qualidade e preço acessível aos pacientes de menores condições financeiras, é necessário estudar as alternativas viáveis para tal. Incentivo à indústria de equipamentos médicos, isenção de determinados impostos, substituição de materiais... bom, resolvemos seguir o caminho deste último.

Montamos um protótipo resistente, feito em chapas de PET, com um custo extremamente baixo. Apresenta características de amortecimento e impulsão muito semelhantes às das próteses de ponta no mercado.

Evidentemente que este protótipo não está finalizado, necessitando mais testes, principalmente no que se refere a durabilidade. Também, conforme mostram os testes realizados, é possível melhorar o amortecimento do impacto, com melhorias no design do produto, mas os resultados apontam que o protótipo está muito próximo do desejado.

Atrás disso e de nossa pesquisa de materiais, concluímos que há sim, a possibilidade de fazer uma substituição de materiais utilizados na confecção de próteses, reduzindo de maneira drástica o preço de produção e, conseqüentemente, o preço final que chegaria ao paciente amputado de menores condições financeiras.

Assim, há uma maior possibilidade de promover a reintegração social do amputado mais pobre, sem deixar de oferecer a ele qualidade, segurança e conforto.