

PROJETO DE CICLO ERGÔMETRO PARA MEMBROS INFERIORES DE LESIONADOS MEDULARES UTILIZANDO MATERIAIS RECICLÁVEIS DE BAIXO CUSTO

Irajá Gouvêa¹
José Carlos Plácido da Silva²

GOUVÊA, I. ; SILVA, J. C. P. *Projeto de Ciclo Ergômetro para membros inferiores de lesionados medulares utilizando materiais recicláveis de baixo custo*. Revista Assentamentos Humanos, Marília, v13, nº1, p117-125, 2011.

RESUMO

O ciclo ergômetro para membros inferiores e superiores, aparelho usado por portadores de lesão medular, é uma conquista recente e de uso exclusivo de pacientes de laboratórios ou clínicas especializadas, por ser um produto caro e relativamente novo.

No presente estudo, um ciclo ergômetro para usuários paraplégicos e tetraplégicos, foi idealizado utilizando materiais de baixo custo, encontrados em reciclados ou "ferros velhos", de modo a ser acessível a todos os que dele necessitem, a ponto de poder se tornar um produto doméstico e que possa ser usado de maneira independente por paraplégicos sem qualquer necessidade de acompanhamento.

Um protótipo foi confeccionado seguindo orientação e especificidade de um projeto piloto, no laboratório de ensaios do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade de Marília. Em seguida, foram realizados testes de avaliação do equipamento, demonstran-

-
1. Doutorando; PPGDI – FAAC/UNESP – irajá@unimar.br
 2. Dr; LEI – PPGDI – FAAC/UNESP - placido@faac.unesp.br;

do em seus resultados que o objetivo foi atingido e que o produto satisfaz as necessidades precípuas do estudo.

Por se tratar de um equipamento específico ao uso de lesionados medulares, este estudo apenas representa uma pequena contribuição científica, devendo ser retomado e evoluído em outras etapas.

Palavras chave: *Ciclo ergométrico, bicicleta ergométrica, lesão medular,*

ABSTRACT

The cycle for inferior and superior members, apparel used by bearers of marrow lesion, it is a recent conquest and of patients' of laboratories exclusive use or specialized clinics, for being a product expensive and relatively new.

In the present study, a cycle for paraplegic users and total paraplegia, it was idealized using materials of low cost, found in companies of having recycled, in way to be accessible the all what need him, to the point of to become a domestic product and that it can be used in an independent way for paraplegic without any attendance need.

A prototype was made following orientation and specificity of a pilot project, in the laboratory of rehearsals of the architecture course and urbanization of the University of Marília. Soon afterwards, tests of evaluation of the equipment were accomplished, demonstrating in their results that the objective was reached and that the product satisfies the initial needs of the study.

For treating from a specific equipment to the use of bearers of lesion of the marrow, this study just represents a small scientific contribution, should be retaken and developed in other stages.

key Words: *Ergonomic cycle, adapted bicycle, marrow lesion,*

1. INTRODUÇÃO DELIMITAÇÃO DO OBJETO/ PROBLEMA, JUSTIFICATIVA SOBRE SUA ESCOLHA

Equipamentos fisioterápicos, voltados a indivíduos tetra ou paraplégicos, são raros em ambientes de práticas esportivas e condicionamento físico. Por apresentarem custos elevados, são restritos a laboratórios e centros de excelência, muitas vezes, distantes de seus usuários.

O ciclo ergômetro de membros inferiores para portadores de lesão medular, também conhecidos como bicicletas ergométricas adaptadas, são aparelhos experimentais que na maioria dos casos, não chegam a serem usados pelos lesionados, por não possuírem condições de aquisição do equipamento, ou por estarem longe de centros especializados.

Esta pesquisa visa portanto, desenvolver um equipamento com tais características que atendam a pessoas portadoras de lesão medular, que queiram manter a musculatura dos membros inferiores, sem necessidade de sair de casa ou trabalho, praticando outros afazeres durante os exercícios.

Acompanhando o caso de um funcionário tetraplégico da Universidade de Marília e aceitando seu pedido e desafio em fazer um aparelho com tais características, a baixo custo, acabamos nos envolvendo nesta empreitada.

Junior, nome deste amigo, rapaz de 46 anos, lesionado aos 21 anos, por mergulho em águas rasas, como tantos outros jovens de sua idade, não tem tempo para se deslocar a uma academia ou centro de fisioterapia, seja pela pura falta de tempo, seja pela dificuldade de locomoção, seja por complexo

ou mesmo pela ânsia de viver, próprio de sua idade.

Para solução deste problema, tomamos como objetivo precípuo, projetar um aparelho com características simples, sem qualquer preocupação estética, mas que satisfizessem as necessidades de portabilidade e manuseio, independência de uso por parte do lesionado, baixo custo e segurança ao utilizá-lo, de maneira independente, sem precisar de ajuda ou acessoria de terceiros.

Existindo no mercado externo, modelos com design arrojado e com características diferentes das citadas acima, seu custo mostrou ser fator inviabilizante para sua popularização e conseqüentemente, a realização do sonho de se tornar um pouco menos dependente de outras pessoas em tarefas rotineiras do dia a dia, como exemplo, um simples exercício dos membros inferiores em horas de folga, à frente da televisão.

2. REVISÃO DA LITERATURA INFORMAÇÕES SOBRE A ORIGEM DO OBJETO E SUA EVOLUÇÃO

No final do século XIX surgem as primeiras bicicletas na Europa, impulsionadas pelos pés de seus usuários, não apresentando os pedais. Anteriormente a este período, podem-se observar rascunhos de Leonardo da Vinci (museu de Madri), descrevendo a transmissão por corrente. Somente com o surgimento do velocípede é que as idéias de Da Vinci começaram a ser empregadas como elemento de propulsão (www.bikerz1.hpg.ig.com.br).

Michaux inicia na França uma evolução do velocípede, adicionando os

pedais e manivelas, buscando um aparelho que pudesse ser acionado pela força humana.

Patenteado por Pierre Lallement, nos Estados Unidos em 1866, somente no final do século é que se tornaria um produto popular de locomoção, e mais tarde, como instrumento de exercícios físicos.

Ainda em evolução, a bicicleta de uso físico evoluiria para a bicicleta estacionária, podendo ser usada em ambientes fechados, independente de condições climáticas e das características dos ambientes externos.

Esta bicicleta estacionária ou ciclo ergômetro tornou-se popular podendo ser encontrada nos lares ou mesmo em instituições de saúde ou ainda, em academias de ginástica e fisiculturismo tão em moda nos dias modernos.

Durante muitas décadas, este aparelho foi bastante requisitado para os estudos fisiológicos e biomecânicos das funções dos músculos e esqueleto humano, proporcionando reabilitação de estruturas corporais debilitadas.

Nos dias atuais, o desenvolvimento físico por estes aparelhos vem sendo considerado um importante fator de equilíbrio do balanço energético, tendo seus resultados avaliados e estudados nos diferentes campos do conhecimento.

A análise dos resultados destes exercícios, podem avaliar importantes aspectos metabólicos nas diferentes fases de desenvolvimento do indivíduo e até casos específicos como por exemplo, ciclo reprodutivo e deficiências motoras (SENE, 2003).

Lesão medular

As lesões medulares estão cada vez mais freqüentes devido, principal-

mente, ao aumento da violência. Os acidentes de trânsito e os ferimentos por arma de fogo são suas causas mais comuns. O traumatismo da medula pode resultar em alterações das funções motoras, sensitivas e autônomas, implicando perda parcial ou total dos movimentos voluntários ou da sensibilidade (tátil, dolorosa e profunda) em membros superiores e/ou inferiores e alterações no funcionamento dos sistemas urinário, intestinal, respiratório, circulatório, sexual e reprodutivo. (NEVES, 2008).



Figura 1 - Secção de medula
 Fonte disponível: serlesado.blogspot.com
 Acesso: 24/03/2011

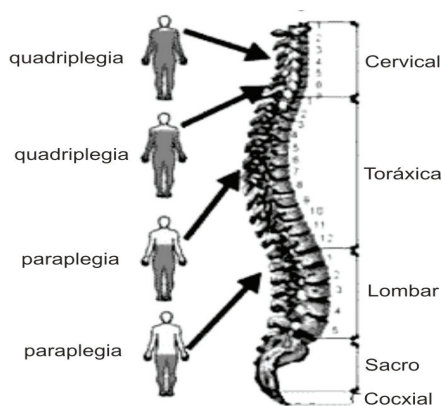


Figura 2 - Níveis de Lesão
 Fonte disponível: home.planet.nl
 Acesso: 25/03/2011

Benefícios dos Exercícios ergométricos dos membros inferiores

O desenvolvimento de testes e exercícios dos membros superiores e inferiores através de ciclos ergômetros têm apresentado resultados expressivos na reabilitação cardíaca e principalmente na medicina reabilitativa. Exercícios com as extremidades inferiores são atualmente indicadas para indivíduos incapazes de realizar exercícios com as pernas, como os paraplégicos ou com lesões medulares parciais (SCOTT, et al, 1984, FARDY, et al 1977).

Aparelhos ergométricos com manivelas (membros superiores) ou pedais motorizados (membros inferiores) são considerados altamente funcionais para pacientes em cadeiras de rodas, pacientes estes, com lesão espinhal ou outras deficiências físicas como hemiplegia e reabilitação cardíaca (DICARLO, 1988; NILSSON, et al, 1975).

Portadores de tetraplegia apresentam uma redução na capacidade física de trabalho (POLLOCK, et al.,1974; GASS, et al., 1979). A lesão medular conduz a um processo degenerativo da musculatura, resultando numa diminuição de massa corporal, além de diminuição da capacidade aeróbica, osteoporose e disfunções renais (COWELL, et al., 1986).

Evitar este processo degenerativo pode garantir a estes indivíduos, uma boa qualidade de vida (DICARLO, 1986).

Petrofsky e seus colaboradores, em 1984 criaram um meio passível de treinamento dos membros inferiores de portadores de lesão medular utilizando um aparelho ergométrico, com isto, conseguiram melhor condicionamento

muscular e aumento da aptidão cardiovascular.

Em exercícios com ergômetros de braços ou pernas, esforços de várias intensidades e direções são imprimidas, e todos estes tipos de esforços fazem parte do desenvolvimento motor humano, uma vez que evitam atrofia dos tecidos musculares e ósseos (MARINHEIRO, 2003).

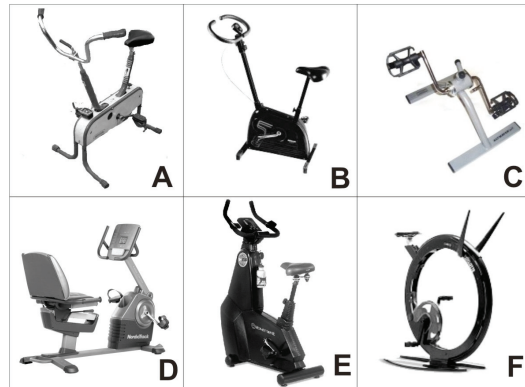
Tipologia de ciclos ergométricos

Bicicletas Ergométricas

Ao longo de sua evolução, a bicicleta ergométrica apresentou uma série de modificações, sendo em sua maioria, no sentido estético, onde a variação de materiais, cores e formas podem ser analisadas, entretanto, pode-se notar evoluções de natureza variada.

Quanto a funcionalidade, observa-se que inicialmente, em sua origem, este instrumento tinha a característica vertical, ficando o usuário sentado, flexionando braços e pernas ao longo dos exercícios. Numa mudança funcional, o usuário passa a utilizar o aparelho em sentido horizontal, sentando em uma cadeira mais confortável e desenvolvendo os exercícios de maneira tradicional. A ergonomia, em determinado momento é considerada, produzindo uma readequação em seu design e estabelecendo regulagens de posições e trações.

Finalmente, ao longo de seu processo evolutivo a necessidade de sustentabilidade é considerada, resultando em instrumentos menores, com utilização de materiais reciclados e com soluções técnicas construtivos solidários ao meio ambiente.



A – Figura 3 – Design antigo vertical

Fonte: campogrande.olx.com.br

B – Figura 4 – Design moderno vertical

Fonte: brunnoeletias.wordpress.com

C – Figura 5 – Design moderno de pés horizontal

Fonte: twenga.com.br

D – Figura 6 – Design moderno horizontal

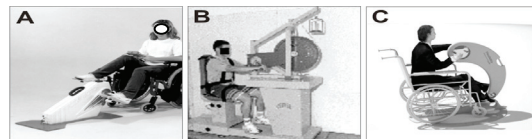
Fonte: shofisio.com.br

E – Figura 7 – Design futurista vertical

Fonte: orsty.blogspot.com

Acesso – 26/03/2011

Ciclos ergométricos



A – Figura 8 – Ciclo ergométrico de membros inferiores – Fonte: facafisioterapia.net

B – Figura 9 – Ciclo ergométrico de membros superiores – Fonte: cefise.com.br

C – Figura 10 – Ciclo ergométrico de membros inf. e super. – Fonte: gizetaweb.globo.com

Acesso – 26/03/2011

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três fases distintas. A primeira fase, criação do aparelho, sendo subdividida em anteprojeto e desenvolvimento do projeto executivo.

A segunda fase, a montagem do aparelho, podendo ser considerado como um protótipo.

Finalmente, a terceira fase, com o aparelho montado, inicia a avaliação do aparelho através de testes e simulações.

Primeira Fase

Como no início da empreitada não havia uma definição expressa por parte do usuário, no que se referia a estética, materiais a serem usados ou tão pouco a forma do aparelho, mas sim, a exigência de apresentar custo baixo, partiu-se para uma visita a um "Ferro Velho" local, a busca de materiais e sucatas que pudessem ser aproveitados da maneira menos onerosa possível.

Coincidentemente, foi encontrada uma bicicleta ergométrica em bom estado de conservação, sendo detectado posteriormente que suas engrenagens não estavam funcionando.

Com este material em mãos, o projeto começou a ser esboçado, buscando uma adaptação e o máximo de aproveitamento de suas peças, para que se atingisse a meta de custo baixo.



Figura 11 – Aparelho doado pelo Ferro velho
Fonte: o autor

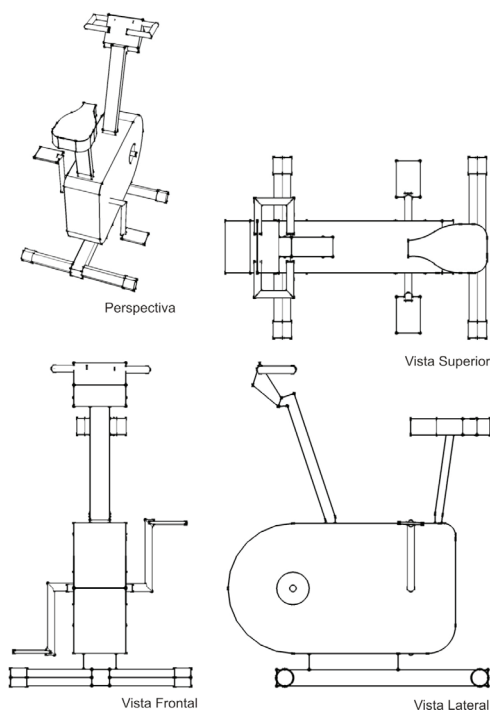


Figura 12 – Vistas e Perspectivas do aparelho
Fonte: o autor

Esboço

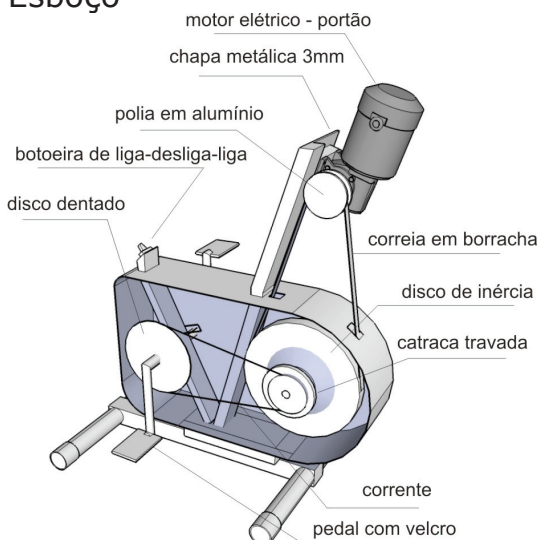


Figura 13 – Corte esquemático
Fonte: o autor

Para a movimentação dos pedais, foi realizada outra visita ao “Ferro Velho”, resultando no encontro de um motor de portão elétrico. Este motor, apresentando caixa de redução, trabalha em baixa rotação, o que acabou sendo definitivo para sua escolha. Outra vantagem deste motor é o seu funcionamento para frente e para trás, facilitando assim os exercícios.

Secunda Fase

A montagem do protótipo foi realizada no laboratório de ensaios do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Marília, sendo utilizadas as seguintes ferramentas:

1. Policorte de bancada;
2. Soldador elétrico;
3. Esmerilhadeira de mão;
4. Furadeira de bancada;
5. Furadeira de mão;

6. Compressor de ar;
7. Pistola de pintura;
8. Ferramentas de mão variadas.

Toda a montagem foi realizada por alunos do Escritório Modelo do curso de arquitetura e urbanismo da UNIMAR, sob a supervisão do Prof. Responsável Irajá Gouvêa.

Para atender as necessidades do usuário, quanto a sua segurança, o aparelho em funcionamento, deveria apresentar um sistema de desligamento imediato no caso de um espasmo muscular, comum em portadores de paraplegia.

Para atender tal solicitação, o motor escolhido apresentou a vantagem de ter um torque reduzido, suficiente apenas para a movimentação dos membros inferiores do usuário. Além disso, a escolha da correia e da polia sem aderências ou dentes, produziu um deslizamento natural quando imprimido qualquer tipo de resistência nos pedais acima do necessário para estimulação e movimentação das pernas.

Terceira Fase

A avaliação do aparelho foi iniciada após sua conclusão, sendo testado em três operações distintas.

Primeira avaliação – Funcionamento livre

O aparelho foi acionado sendo observada sua movimentação por 15 minutos com acionamento para frente e 15 minutos com acionamento para trás.

Apresentou 10 ciclos por minuto, com baixo ruído e pouco aquecimento no motor.



Figura 14 – Fotos do Protótipo
Fonte: o autor

Segunda avaliação – Funcionamento com usuário normal

Foi escolhido um aluno para realização do teste com o aparelho. Após sua acomodação em uma cadeira de rodas, foram colocados seus pés nas pedaleiras e acionado o aparelho, marcando 10 minutos de funcionamento com movimentos para frente e na sequência, 10 minutos com movimentos para trás.

Constatou-se um perfeito funcionamento, apresentando os mesmos resultados da primeira avaliação.

Após o tempo cronometrado, foi pedido para o aluno simular o espasmo muscular dos membros inferiores, onde foi constatado o deslizamento da correia na polia, dando tempo necessário para o acionamento do botão de desligamento do motor.

Terceira avaliação – Funcionamento com lesionado medular (tetraplegia parcial)

O próprio interessado, prontificou-se em fazer os testes e as avaliações.

Sentado em sua cadeira de rodas motorizada, foi rotacionado seu assento em 90°, e posicionado o aparelho ao lado.

Colocados seus pés nas pedaleiras e passando as alças de segurança (velcro), foi acionado o aparelho, sendo observado um perfeito movimento de seus membros inferiores, acompanhando o ciclo do aparelho.

Foi cronometrado um tempo de três minutos com acionamento de movimentos para frente e na sequência, três minutos de movimentos para trás, não sendo observado qualquer incidente durante o teste.

Em um segundo momento, foi provocado proposadamente um espasmo em sua perna esquerda, por meio de um toque tátil, sendo observado que houve um travamento da musculatura e em consequência, o ciclo foi interrompido pelo deslizamento natural da correia junto a polia, dando tempo para o próprio usuário fazer o acionamento de desligamento do aparelho.

Este teste foi realizado novamente, para a verificação de espasmo na perna direita, sendo observada a mesma reação e resultado.

Durante os testes, foram observados a movimentação dos pés, das pernas, joelhos e o quadril. Esta observação é muito significativa, pois a movimentação esperada era apenas dos pés, pernas e joelhos. O quadril, pela própria movimentação dos membros inferiores, acabou acompanhando a movimentação.

Estudando a posição entre uma cadeira de rodas e o aparelho, constatou-se que a distância mínima entre o eixos é de 0,60m para que um cadeirante de estatura média consiga completar um ciclo completo no aparelho. Se houver necessidade de adaptação do aparelho para cadeirantes menores, é possível a aproximação de até 0,48m entre os eixos.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O ciclo ergômetro de membros inferiores é um aparelho existente e com tecnologia importada, o que acarreta um custo elevado, tornando-se inviável para sua popularização entre os portadores de lesão medular. Este projeto e protótipo construído com materiais improvisados e reaproveitados, não tem a pretensão de substituir uma tecnologia já estruturada e avançada.

O objetivo inicial era de atender a uma demanda demonstrada pelo funcionário da instituição e realizar um desafio na feitura do instrumento, usando materiais descartados.

Assim, diante de tal cenário e com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que este aparelho desenvolvido com tais características, é capaz de realizar exercícios para os membros inferiores de pessoas portadoras de lesão medular, do tipo paraplegia ou tetraplegia, provocando um condicionamento físico que leva a uma melhora na musculatura dos membros inferiores e fortalecimento cardio-respiratório destes indivíduos.

Considerando ser de baixo custo, este aparelho apresenta seu maior benefício no que diz respeito a independência e aproveitamento de tempo do usuário, pois durante seu descanso ou em momentos de lazer passivo, poderá praticar e desenvolver os exercícios.

Na qualidade de proposição para futuros trabalhos, sugerimos uma preocupação maior com o *design*, visando um reestudo ergométrico, pois com o aproveitamento de um produto já existente, não foi possível atender esta necessidade, além de estudo do emprego de materiais mais leves e sustentáveis, bem como o aspecto estético, dando ao mesmo, uma aparência mais delicada e interessante.

6. REFERÊNCIAS

ANDREW, H. W. Reabilitação Física das Lesões Desportivas. Rio de Janeiro, Guanabara, 1998.

COWELL, L. L. Benefits of arm aerobic exercise for the paraplegic. Londres: Med. Sport, 1986.

DICARLO, S. E. Effect of arm ergometry training of physical work capacity of individuals with spinal cord injuries. New York: Physical Therapy, 1983.

FARDY, P.S. Benefits of arm exercise in cardiac rehabilitation. New York: Physician Sports Medical, 1977.