

UMA NOVA ABORDAGEM NA MECANOTERAPIA: PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DO APARELHO FISIOTERAPÊUTICO RODA DE OMBRO

Samuel Roberto Marcondes, Instituto Federal do Paraná, samuel.marcondes@ifpr.edu.br

Resumo. Este trabalho descreve uma proposta de automação do aparelho fisioterapêutico Roda de Ombro, é seu compromisso desenvolver uma importante contribuição tecnológica e social, recolocando o aparelho em uma maior escala de utilização na área fisioterapêutica. Desde que foi criada, a Roda de Ombro não sofreu nenhuma melhoria e, por esta razão, está cada vez mais esquecida no tratamento dos membros superiores. Nos últimos 30 anos especificamente, houve uma maior difusão e um grande avanço nos recursos que a fisioterapia utiliza, pode-se citar como exemplo a eletroterapia, onde através de modernos e eficazes aparelhos elétricos, ela pode proporcionar uma maior facilidade de recuperação de diversos tecidos lesados do paciente. Em contrapartida, a mecanoterapia não sofreu o mesmo avanço, e justamente devido a este fato, deseja-se através deste trabalho mostrar que um recurso, que é utilizado desde 2.700 a.C. na antiga China, também pode ser atualmente eficaz e satisfatório na recuperação de pacientes, que em específico necessitam do aparelho fisioterapêutico Roda de Ombro para seu restabelecimento, como é o caso de mulheres que se submeteram ao procedimento de mastectomia.

Palavras chave: Fisioterapia; Mecanoterapia; Automação; Roda de Ombro.

1. INTRODUÇÃO

Estabelecida no início do século XX, por um grupo de professores chamados a trabalhar com pacientes vítimas da epidemia de poliomielite, a fisioterapia evoluiu a um ponto onde comporta a existência de especialidades como ortopedia e medicina esportiva. Esse recurso terapêutico hoje atua nas mais diferentes áreas médicas, com técnicas, metodologias e abordagens específicas que tem por objetivo sanar, minimizar e principalmente prevenir as mais variadas afecções físicas causadas no corpo humano (GOULD, 1993). Nesse contexto, a Biomecânica é a ciência que estuda os movimentos do corpo humano fundamentando-se nas leis, princípios e métodos mecânicos aliados aos conhecimentos anatomofisiológicos, a partir da interação existente entre a cinesiologia, a física e a fisiologia.

Os objetivos da Biomecânica se fundamentam em três frentes de ação: identificação de variáveis do movimento do corpo humano, determinação da dependência entre as variáveis do movimento e a aplicação no processo de otimização do rendimento no controle de sobrecarga. Em alguns casos a biomecânica pode ser associada a outro recurso fisioterápico de tratamento, como exemplo a mecanoterapia, que vem a ser o tratamento dos movimentos do corpo humano através de aparelhos mecânicos, empregados na terapêutica de certas afecções osteo-musculo-articulares e/ou nervosas (HALL, 1993). Gustav ZANDER (1835-1920), considerado o pai da mecanoterapia, introduziu o uso de rodas, alavancas e pesos, num total de 27 máquinas para o uso na área. Em 1864 instalou seu Instituto Médico Mecânico em Estocolmo e exportou o Método ZANDER para vários países da Europa, da América do Sul e Estados Unidos, tanto que em 1893, sete países tinham os Institutos ZANDER, onde os pacientes podiam se recuperar com o auxílio da Mecanoterapia. O fato, é que a mecanoterapia está a cada dia mais esquecida no tratamento fisioterapêutico, justamente devido ao fato da criação desses aparelhos datarem de um tempo relativamente antigo, quando se fala em avanço tecnológico. Esse fator, aliado ao crescimento de modernas e avançadas técnicas de tratamento que a fisioterapia utiliza, potencializa tal esquecimento. Um exemplo característico de aparelho nesse contexto, é a Roda de Ombro, que desde seu desenvolvimento não obteve nenhuma melhoria ou até mesmo pequenas adaptações para seu aperfeiçoamento (FERREIRA e NOGUEIRA, 1984). Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é apresentar uma proposta de automação do aparelho fisioterapêutico denominado Roda de Ombro, que é utilizado em recuperação de pacientes que apresentam sequelas sejam de origem ortopédicas, traumatológicas, pneumatólogicas, neurológicas ou oncológicas, em seus membros superiores onde se faça necessário o uso de movimentos para sua recuperação. São exemplos de patologias, pós-cirúrgicos corretivos de luxação, cirurgias de câncer de mama, ou até mesmo a recuperação de um acidente. Também são destinados a Roda de Ombro, pacientes que precisam fortalecer os ligamentos e grupos musculares aumentando a quantidade de fibras motoras a serem recrutadas, bem como a potência destas fibras em sustentar uma carga maior, com isso viabilizando algum tipo de função ainda não ou pelo menos não adequadamente explorada pelo paciente. A Roda de Ombro desde seu projeto de concepção possui um funcionamento defasado, ou seja, não é capaz de atingir satisfatoriamente seus objetivos de utilização, e isto devido principalmente à falta de um eficaz controle de carga, ao qual este trabalho é destinado. O atual controle de carga é manual e sem a precisão desejada, e como a sua operação depende exclusivamente do esforço do paciente, há um forte impacto em suas articulações, o que ao longo do tempo de tratamento pode resultar em algumas lesões indesejadas, como microtraumas. Com o aparelho automatizado através do controle eletromagnético aqui proposto, esse impacto será minimizado, e dessa forma o paciente não estará mais exposto a esse fundamental problema apresentado desde a sua colocação como alternativa de tratamento através de um aparelho mecanoterápico.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O ombro não se resume a uma única articulação, o mesmo se organiza em geral, morfofuncionalmente em um complexo articular que possibilita diferentes ações. Ao estudar ou examinar esta região, devemos considerá-la como um complexo articular que mantém relações de interdependência na busca das condições da dinâmica articular: a mobilidade com níveis de estabilidade (SOUZA, 2001). Ações isoladas dos músculos em atividades do membro superior são dificilmente conseguidas. O sinergismo, ajuste e equilíbrio postural deste complexo geralmente recrutam vários músculos no controle do movimento. Os músculos mais envolvidos nos movimentos do ombro são: o manguito rotador, serrátil anterior, trapézio, elevador da escápula, rombóide menor, grande dorsal, peitoral maior, peitoral menor e deltóide. Será enfatizado o manguito rotador, que é o músculo que apresenta uma maior significância no movimento realizado pelo paciente que utiliza a Roda de Ombro.

O manguito rotador constitui o alvo mais marcante nos processos patológicos e qualquer alteração no equilíbrio de força entre esses músculos resultaria em diferentes patologias (FONGEMIE et al. 1998). Segundo Craig (2000) os músculos do manguito rotador desempenham três funções básicas: potencializam as rotações da articulação glenoumeral, estabilizam a dinâmica da articulação glenoumeral e proporcionam um compartimento fechado importante para a nutrição das superfícies articulares da cabeça umeral e cavidade glenóica.

Canavam (2001) afirma que o desequilíbrio de forças do manguito rotador geram patologias que incluem tendinite, bursite subacromial, ruptura parcial ou total do manguito rotador e síndrome do impacto. Um fator importante na maioria dos casos é seu uso excessivo, especialmente em modalidades esportivas. Os sintomas variam desde de um pequeno desconforto, ou até mesmo a um enfraquecimento profundo do ombro e uma dor incapacitante grave.

A dor no ombro é uma queixa frequente principalmente naquelas pessoas que fazem trabalho braçal e em alguns tipos de atleta; principalmente o “atleta de fim-de-semana”. O jogador de vôlei é um de atleta que tende a desenvolver dor no ombro pelo fato de fazer movimento exageradamente repetitivo. Patologias do ombro têm duas origens: a traumática e a não-traumática. Como o próprio nome diz, a traumática consiste em quedas, estiramentos, acidentes, fraturas, ruptura de ligamentos e tendões. Já as patologias não-traumáticas consistem em tendinites, bursites, artroses, reumatismo, exercício físico incorreto, deformidades genéticas e sequelas. A maioria dessas doenças é causada pelo movimento repetitivo do ombro. As patologias dolorosas do ombro podem comprometer a qualidade de vida desses pacientes, já que a pessoa fica incapacitada de realizar as suas atividades diárias e os atletas ficam afastados de suas atividades físicas (PETERSON, 1997).

Outro exemplo de patologia ligada ao complexo do ombro é o Câncer de Mama, onde mulheres que sofreram a cirurgia de retirada de mama, a mastectomia, recorrem constantemente a fisioterapia para recuperação da amplitude de movimento do membro superior afetado. Há 25 anos, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), as pacientes operadas de câncer de mama realizam exercícios de amplitude livre do ombro, em um local específico a partir do primeiro dia após a cirurgia. Nesse caso, o uso efetivo de instrumentos mecânicos com fins terapêuticos, apresentam uma condição para a realização de exercícios contra uma resistência variável e meios para controlar a resistência que deveria ser imposta ao exercício. Essa ação reabilitadora pós-cirúrgica, vem gerando muitas dúvidas por parte de outros serviços e profissionais, a respeito da amplitude de movimento mais adequada, pois sabe-se que estudos e serviços com protocolos diferentes são referência para muitos especialistas. A comparação da evolução estabelecida entre as mulheres submetidas a exercício de amplitude livre ou limitada poderá estabelecer qual será a estratégia fisioterápica mais adequada para a reabilitação de pós-cirúrgicos de câncer de mama. Dessa forma, os resultados desse estudo poderão ter um grande valor para a fisioterapia, pois a mesma, é uma fundamental aliada pela busca da recuperação da qualidade de vida após uma cirurgia como a mastectomia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Em termos estruturais, a Roda de Ombro se trata de um círculo em metal que possui em torno de 1,20 m de diâmetro, cujos raios estão fixados externamente ao círculo. Na parte central há um cilindro que se encaixa no eixo, o qual está montado numa base retangular. Sob um de seus raios fica conectada uma manivela, que possui um sistema de regulação, proporcionando uma maior ou menor amplitude de movimentos. No eixo central existe um sistema de resistência de frenagem. Todo o conjunto está montado sobre duas hastes tubulares, que facilitam o deslocamento para cima e para baixo, regulando desta maneira a altura da roda de ombro, através de dois suportes de madeira. Pode ser usada em níveis reguláveis, quanto à altura, levando em consideração a estatura do paciente e os objetivos do exercício (FERREIRA e NOGUEIRA, 1984).

É um aparelho simples que pode ser utilizado em pé ou sentado lateralmente, com o lado do membro lesado voltado para a roda, mas excepcionalmente pode ser adotada a posição frontal. Sua operação varia em três níveis de altura BAIXO, MÉDIO e ALTO, e com modificações do seu raio. O nível BAIXO é utilizado em casos de sequela de traumatismo (luxações ou fraturas) no ombro, com abdução do braço em mais ou menos 45°. Após imobilização, caso o paciente não apresente dor e tenha uma imobilização articular razoável, é diminuído o raio de movimento. O movimento é feito de forma a se evitar a rotação externa e que com uma abdução máxima de 90°. O nível MÉDIO é utilizado quando o paciente tem uma abdução do ombro de, aproximadamente 90°. Cabem nesse contexto, as lesões de

bursites, hemiplegias e nas lesões do plexo braquial. O nível ALTO é utilizado, quando se deseja ampliar o arco de movimento da articulação escápulo-umeral, ao último grau de 180°. O movimento é executado com um raio máximo, mas sempre respeitando as condições físicas do paciente.

A Roda de Ombro é composta basicamente por cinco partes: (1) a própria roda que é feita de metal e ligada ao centro do aparelho por três hastes, (2) o ajustador de regulação da carga, (3) o ajustador de regulação da amplitude de movimento, (4) as hastes tubulares de sustentação do aparelho que são fixadas na parede, (5) o cilindro central que une as três guias, como pode se observar na figura 1 a seguir:

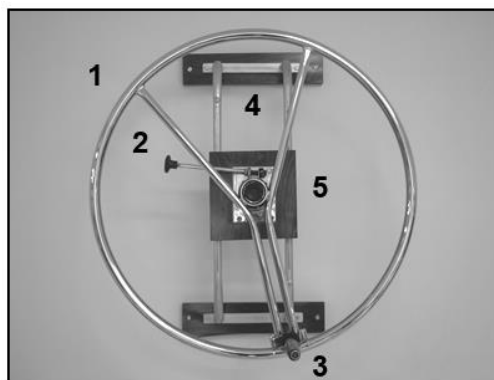


Figura 1. Roda de Ombro

O principal problema do aparelho em questão, é a imprecisão do controle de carga que o aparelho apresenta que atualmente é realizado de uma forma rudimentar, através de uma simples manivela. Com a sua manipulação, é possível obter diferentes níveis de frenagem no cilindro central, e devido unicamente a esse fato o paciente tem alterações na força muscular necessária para realizar o movimento de rotação. Na maioria das vezes, o paciente se encontra em uma situação debilitada para realizar o exercício, seja no momento de um pós-cirúrgico ou até mesmo no final de um processo reabilitacional. Devido a essas alterações na força muscular que o paciente desenvolve, podem ocorrer os chamados microtraumas, que são extremamente indesejáveis durante o processo de reabilitação.

3.1. Proposta de Automação

O aparelho Roda de Ombro necessita principalmente de um controle eficaz de frenagem, aplicado diretamente ao seu eixo principal (cilindro central). Após uma extensa pesquisa, chegou-se à conclusão de que a frenagem por indução eletromagnética seria a melhor solução para este problema. Leva-se em conta para a viabilidade do projeto, a eficácia do sistema, ambos unidos ao baixo custo final de projeto. A definição do modelo do aparelho foi baseada no posicionamento desejado para a realização dos exercícios de amplitude total de movimento do ombro. Tendo em vista que a principal modificação estará focada no mecanismo de controle de carga, optou-se por remodelar o aparelho como um todo. Diante disto, foram planejadas diversas modificações estruturais, em virtude da alteração da estrutura interna necessária para um melhor posicionamento do sistema eletromagnético. Com relação à estrutura física, as modificações constantes na figura 2 abaixo foram desenvolvidas:

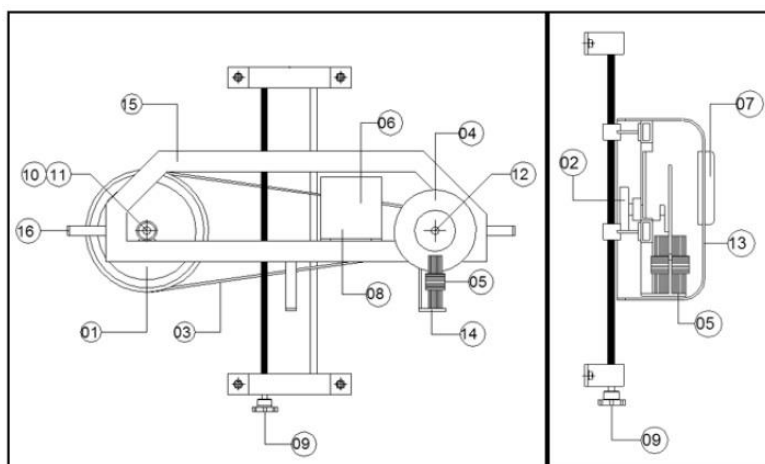


Figura 2. Estrutura Interna da Proposta de Automação da Roda de Ombro

A tabela 1 abaixo, apresenta a relação de itens utilizados na Proposta de Automação da Roda de Ombro.

Tabela 1. Relação de Itens

1 - Polia maior - 300 mm de diâmetro.	5 - Eletroímãs.	9 - Sistema de Elevação.	13 - Proteção da Estrutura.
2 - Polia menor - 100 mm de diâmetro.	6 - Circuito Dimmer.	10 - Eixo de Movimentação.	14 - Suporte dos eletroímãs.
3 - Correia - Perfil A-80.	7 - Módulo de Ajuste.	11 - Eixo da polia maior.	15 - Chassi.
4 - Disco Magnético.	8 - Conexões Elétricas.	12 - Eixo da polia menor.	16 - Base de fixação do chassi.

O controle de nível de carga é feito através da intensidade de corrente elétrica que será aplicada aos polos das bobinas. A amplitude da corrente elétrica será controlada pelo valor regulado pelo usuário diretamente no potenciômetro, que terá uma marcação escalonada em porcentagem (módulo de ajuste). O nível de corrente por ele ajustado alimentará as duas bobinas, que serão energizadas para se tornarem eletroímãs, ou seja, dispositivos capazes através da variação do campo magnético, exercerem forças de atração ou até mesmo de repulsão, forças estas que farão a variação do nível de carga no eixo. Como exemplo, quanto maior a corrente aplicada nos eletroímãs, maior o campo elétrico e, conseqüentemente, maior a força de atração que os eletroímãs exercerão sobre o disco magnético, aumentando assim a carga do aparelho de forma uniforme. O eficiente controle da potência de um equipamento eletrônico, pode ser feito com o uso de um circuito chamado dimmer. Nesta aplicação, foi sugerido o uso deste circuito para o controle da intensidade do campo magnético aplicado nos eletroímãs.

Durante a elaboração desta proposta foi implementado em bancada um simulador do sistema eletromagnético, para ser visualizado o controle da potência aplicado nos eletroímãs. Para isso foi utilizado uma rede convencional de 127 V, que foi conectada ao circuito proposto (dimmer), e a saída deste circuito foi aplicada diretamente na bobina (eletroímã). Durante os testes, foi monitorada a tensão aplicada na bobina através do software de um osciloscópio, e a corrente através de um multímetro. Foram coletadas amostras do valor de resistência no potenciômetro do circuito dimmer, valores da corrente aplicada no eletroímã, bem como o valor de tensão aplicada no eletroímã, correlacionando-as, como pode ser observado no gráfico da figura 3, onde apresenta-se os níveis de tensão e corrente em função da alteração do valor da resistência do potenciômetro do circuito dimmer.

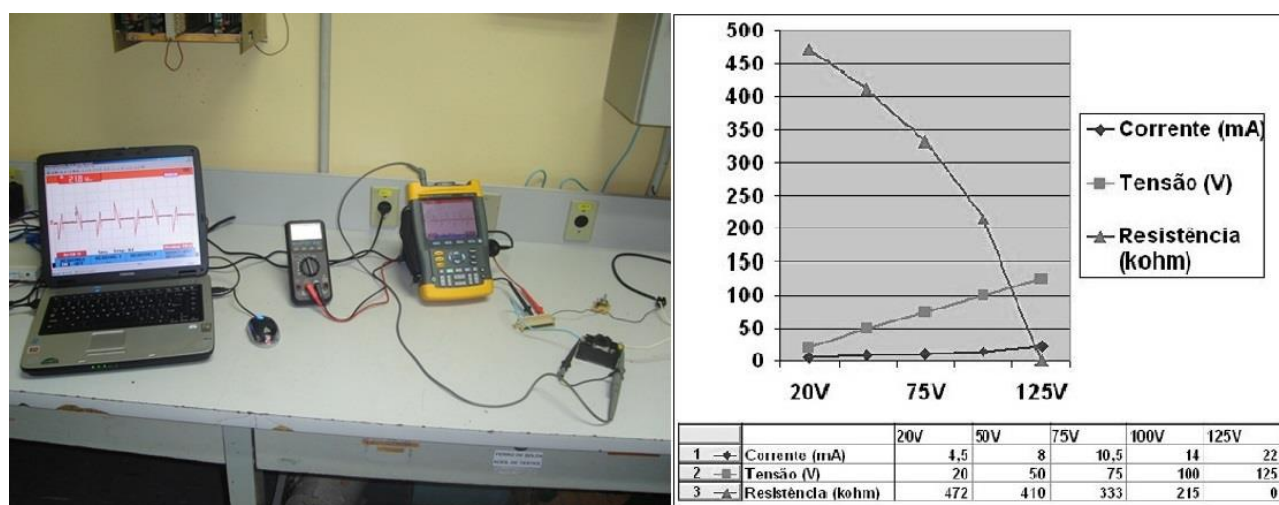


Figura 3. Simulador do Sistema Eletromagnético e Resultados dos Testes em Bancada.

Por fim, a figura 4 apresenta o design da proposta final de automação do aparelho fisioterapêutico Roda de Ombro, sob dois diferentes pontos de vista, uma frontal, onde é possível visualizar o controle de carga eletrônico, e outra superior, capaz de apresentar o posicionamento da estrutura interna.

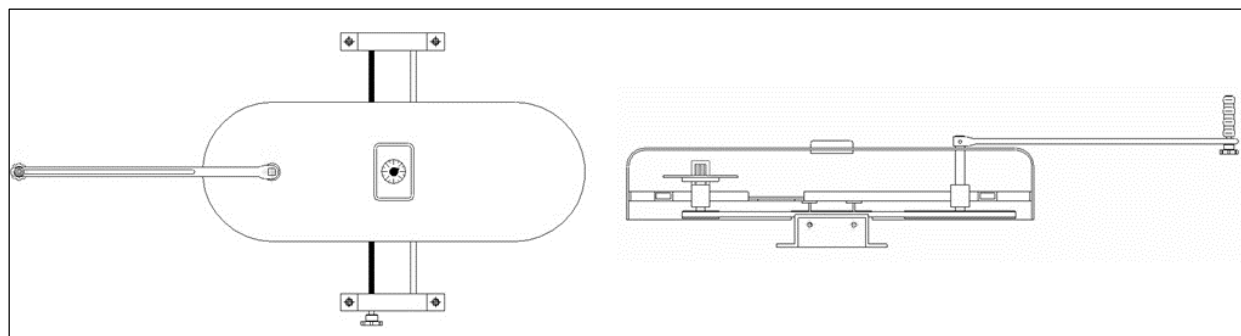


Figura 4. Design da Proposta de Automação

4. CONCLUSÃO

Dessa forma, foi apresentada uma proposta simples e de fácil entendimento para a solução do problema em questão. Assim o aparelho passa a obter um controle de carga estável e contínuo, além de apresentar como um todo, um design inovador. Todo e qualquer equipamento, mesmo que empregue a tecnologia mais avançada existente no mercado, nem sempre trará a satisfação de todos os clientes; pode-se observar isto claramente ao analisarmos um equipamento qualquer à nossa volta. Assim sendo, a proposta apresentada certamente poderá ser aprimorada por futuros pesquisadores.

Cabe ressaltar que essa solução pode ter o seu princípio de funcionamento aplicado em outros aparelhos fisioterapêuticos, que também necessitam de um controle de carga preciso para maior eficácia do seu funcionamento. Espera-se futuramente, realizar a implementação da proposta para serem realizados os testes finais, para por fim, estudar a colocação do mesmo no mercado reabilitacional. Para isso, será buscado o direcionamento de profissionais da área, bem como de diversas empresas que exercem suas atividades no ramo fisioterapêutico.

5. REFERÊNCIAS

- CANAVAM, P. K. Reabilitação em Medicina Esportiva. São Paulo. Editora Manole, 2001.
 CRAIG, E. V. Ortopedia de Turek: Princípios e Aplicações. São Paulo. Editora Manole, 2000.
 FERREIRA, M. S.; NOGUEIRA, M. R. P. Terapêutica pela Mecânica. Pernambuco. Editora Edusum, 1984.
 FONGEMIE, A. E; BUSS, D. D.; ROLNICK, S. J. Management of shoulder Impingement syndrome and rotator cuff tears. The American Academy of family Physicians. February - 15, 1998.
 GOULD, J. A. Fisioterapia na Ortopedia e na Medicina do Esporte. São Paulo. Editora Manole, 1993.
 HALL, S. J. Biomecânica Básica. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 1993.
 PETERSON, L.; RESTROM, P. Traumas no esporte. São Paulo. Editora Kate Hope, 1997.
 SOUZA, M. Z. Reabilitação do complexo do ombro. São Paulo. Editora Manole, 2001.

6. AGRADECIMENTOS

Ao fisioterapeuta Dr. José Renato Almeida Oliveira, responsável pela apresentação dos problemas que o aparelho apresentava e a fisioterapeuta Dra. Andréa Magnini, pela contribuição voltada para a utilização do equipamento.

7. ABSTRACT

This paper describes a proposal for automation of physical therapy apparatus Shoulder Wheel, is the aim to develop an important technological and social contribution, placing the device on a larger scale for use in physical therapy area. Since its inception, the Shoulder Wheel suffered no improvement and, therefore, is increasingly forgotten in the treatment of upper limbs. In the last 30 years specifically, there was a greater diffusion and a breakthrough in the resources that physical therapy uses, can be cited as an example electrotherapy, where through modern and efficient electrical appliances, it may provide greater ease of recovery of several injured tissues of the patient. However, the mechano not suffered the same advance, and precisely because of this fact, it is desired through this work show that a feature which has been used since 2700 BC in ancient China, can also currently be effective and satisfactory recovery of patients that in particular the physical therapy apparatus need Shoulder wheel for its treatment, as in the case of women who have undergone mastectomy procedure.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O autor é o único responsável pelas informações incluídas neste trabalho.