

**NELI LEITE PROENÇA**

*Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP,  
Santos, SP, Brasil.*

**NATHALI LEITE PROENÇA**

*Universidade Estadual Paulista Júlio de  
Mesquita Filho, UNESP, Ilha Solteira, SP,  
Brasil.*

**ALINE DE PIETRO NUNES SPERA**

*Universidade Santa Cecília, UNISANTA,  
Santos, SP, Brasil.*

**LUIZ RICARDO NEMOTO DE BARCELLOS  
FERREIRA**

*Centro Universitário Lusíada, UNILUS,  
Santos, SP, Brasil.*

**ANDRÉ BENETTI DA FONSECA MAIA**

*Centro Universitário Lusíada, UNILUS,  
Santos, SP, Brasil.*

*Recebido em junho de 2018.  
Aprovado em agosto de 2018.*

## ELABORAÇÃO DE UM DISPOSITIVO MECÂNICO ESTACIONÁRIO PROMOTOR DE ROTAÇÕES (CICLOERGÔMETRO) PARA MOBILIZAÇÃO PRECOCE, COM USO DE MATERIAL DE BAIXO CUSTO

### RESUMO

A imobilidade no leito pode acarretar diversos malefícios e prejuízo de diversas funções no organismo, e na contramão encontra-se a fisioterapia que através da mobilização precoce, tem o objetivo de reverter e/ou reduzir estes danos aos pacientes. O objetivo deste estudo é a criação de um dispositivo mecânico estacionário promotor de rotações, de baixo custo e de fácil reprodução, a fim de auxiliar na promoção da mobilização precoce de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva. Concluímos que a produção de um aparelho de cicloergômetro mecânico, de forma manual e com produtos acessíveis, é factível e de fácil reprodutibilidade.

**Palavras-Chave:** mobilização precoce; cicloergômetro; material de baixo custo.

## DEVELOPMENT OF A STATIONARY MECHANICAL DEVICE TO PROMOTE ROTATIONS (CYCLE ERGOMETER) FOR EARLY MOBILIZATION WITH LOW-COST MATERIAL

### ABSTRACT

The immobility in the bed can cause harm to the body and impairment functions on it, on the other hand, the physiotherapy can revert or reduce these damages to patients through early mobilization. The main proposal of this study is to create, a stationary mechanical device, easy-to-reproduce and a low-cost one, in order to assist in the promotion of the prior mobilization of patients hospitalized in the Intensive Care Unit. In conclusion, the production of a handmade mechanical cycle ergometer device, with low-cost material, is practible and easy to reproduce.

**Keywords:** early mobilization; cycle ergometer; low-cost material.

## INTRODUÇÃO

No século passado, era comum a prescrição de repouso no leito para pacientes, acreditando-se no poder benfeitor para o equilíbrio das funções do paciente crítico. A imobilidade no leito pode acarretar diversos malefícios e prejuízo de diversas funções no organismo. Desde a década de 1940 tem sido observado os inúmeros benefícios da mobilização precoce (MP), ou seja, das atividades de mobilização no paciente serem iniciadas tão logo se estabilizem suas funções fisiológicas, e não somente após a retirada de suporte por ventilação mecânica (VM) ou alta da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (MOTA; SILVA, 2012).

A imobilidade leva à fraqueza muscular, e para a avaliação em pacientes de UTI, é utilizado o escore MRC (Medical Research Council). Um estudo multicêntrico que avaliou 192 pacientes críticos, com seguimento destes por 6 meses após a alta, verificou que pacientes com escore MRC maior foi associado à maior mortalidade em 90 dias, dos 192 pacientes que receberam mobilização precoce, 141 estavam vivos em 90 dias e 120 após 6 meses, e a taxa de retorno ao trabalho foi de 38% nos pacientes que sofreram intervenção. Isso mostra que a mobilização precoce, além das melhoras observadas na função respiratória, diminuição dos efeitos atribuídos da imobilidade, evolução do nível de consciência, aumento da independência funcional, melhora do desempenho cardiovascular e aumento do bem-estar psicológico, consegue também reduzir o tempo de internação, auxiliar na redução da mortalidade, além de promover influências socioeconômicas (MOTA; SILVA, 2012; HODGSON et al., 2015).

Além dos efeitos supracitados, a MP é capaz de atuar na prevenção da atrofia muscular, com restauração da homeostase da glicose. Este efeito foi verificado em 104 pacientes que ao se encontrarem em uso de VM, receberam MP e avaliação dos níveis glicêmicos, verificando a redução na necessidade do uso de insulina nestes pacientes, reduzindo conseqüentemente os custos advindos desse medicamento (PATEL et al., 2014).

É observado que a MP está atuante em vários países. Em países como França, Alemanha, Reino Unido e EUA, a mobilização de pacientes em UTI varia de 40% a 59%, onde verificou-se também que a presença do fisioterapeuta na unidade, aumentou em 2,4 vezes as chances desses pacientes serem mobilizados (BAKHURU et al., 2016). No Brasil, o índice de mobilização precoce é de 90% dos pacientes (PIRES-NETO et al., 2015).

Mesmo não sendo uma prática recente nas unidades de terapia intensiva, há alguns estudos com resultados promissores, como o que foi o publicado por Bailey et al. (2007) ao mostrar bons efeitos com a MP em um estudo de coorte prospectivo com 103 pacientes, totalizando 1449 atividades de mobilização, onde conclui-se que esta prática é viável e segura para pacientes com insuficiência respiratória, dos quais 69% foram capazes de deambular mais de 100 passos, prevenindo com isso complicações neuromusculares do doente crítico.

Na aplicação de práticas de MP pode-se encontrar algumas barreiras para uma mobilização efetiva, como a presença de cateter femoral, agitação e instabilidade (neuroológica, hemodinâmica e respiratória). No entanto, algumas alterações como, programação em equipe dos procedimentos, mudança do local de cateteres vasculares e melhor gerenciamento da sedação, aliados à uma abordagem de equipe multidisciplinar, incluindo colaboração ativa entre fisioterapeuta, enfermagem e equipe médica, provavelmente seria mais efetiva (LEDITSCHKE et al., 2012).

Outro estudo de coorte prospectivo, avaliaram a segurança e a viabilidade em 239 pacientes com cateter femoral (81% eram venoso, 29% arterial e 6% de hemodiálise). Foram realizadas 253 sessões de fisioterapia que incluíram sedação, deambulação, cicloergômetro de MMSS e cinesioterapia no leito. O resultado não foi diferente do estudo anterior, 0% de efeitos adversos (DAMLUJI et al., 2013).

Atualmente na prática fisioterapêutica vem-se utilizando diferentes técnicas e aparelhos com objetivos de tentar reverter ou reduzir a perda de força muscular

ocorridas pela imobilidade no leito, e um dos recursos atualmente disponível é o uso do cicloergômetro, ou bicicleta ergométrica. Este aparelho promove rotações através de um equipamento estacionário, com funcionamento mecânico ou elétrico, cujo permite a utilização de diversas formas pelo paciente, como de modo ativo, resistido e passivo. Com isso, diversos estudos vêm avaliando o uso deste equipamento como recurso em pacientes críticos, que tem se mostrado útil e versátil, visto que pode ser utilizado para treinamento de membros superiores e inferiores (BIANCHI, 2016; LARA, 2015).

Há um estudo piloto de um ensaio clínico randomizado multicêntrico, chamado de CYCLE, cujo objetivo será avaliar o uso de fisioterapia de rotina associado ao uso de cicloergômetro versus fisioterapia de rotina (controle). A amostra pretendida é de 504 indivíduos (60 pacientes no piloto) em 7 UTIs canadenses, com o intuito de informar o modelo e as condutas, de um futuro programa de exercícios no leito, para melhorar os resultados físicos de pacientes em UTI (KHO et. al., 2016).

De acordo com estudos prévios, o uso do cicloergômetro para a mobilização precoce de pacientes em UTI, tem mostrado resultados que trazem segurança para sua utilização, demonstrando não haver alterações hemodinâmicas, auxilia no desmame de pacientes em ventilação mecânica, otimiza a força muscular periférica e inspiratória, reduzindo sensação de fadiga e dispneia, com melhora na mecânica respiratória (COUTINHO et.al., 2016; BIANCHI, 2016; LARA, 2015; SILVA et. al., 2010).

No entanto há a recomendação de incrementar a pressão suporte, quando do uso de cicloergômetro como parte de um protocolo de mobilização do paciente em ventilação mecânica, visto que observou-se o aumento (dobro) no tempo de tolerância ao exercício quando há o incremento de 4 cmH<sub>2</sub>O acima da pressão de suporte basal (CHEN et al., 2015).

O uso de alguns dispositivos mecânicos para a promoção da MP em pacientes internados em UTI tem crescido ultimamente, ganhando destaque os dispositivos criados com materiais de baixo custo, reprodutíveis e de domínio público, para benéfica de todos, como a criação do fisioterapeuta Luís Antônio Nunes da equipe de reabilitação do Hospital Emílio Ribas/SP, de uma cadeira de baixo custo para promoção da sedestação à beira leito dos pacientes de UTI, se tornando tangível e encorajador à criação de demais dispositivos neste formato (Disponível em: <<http://www.emilioribas.sp.gov.br/cadeira-de-pvc/>> Acesso em: 14 outubro 2017).

## OBJETIVO

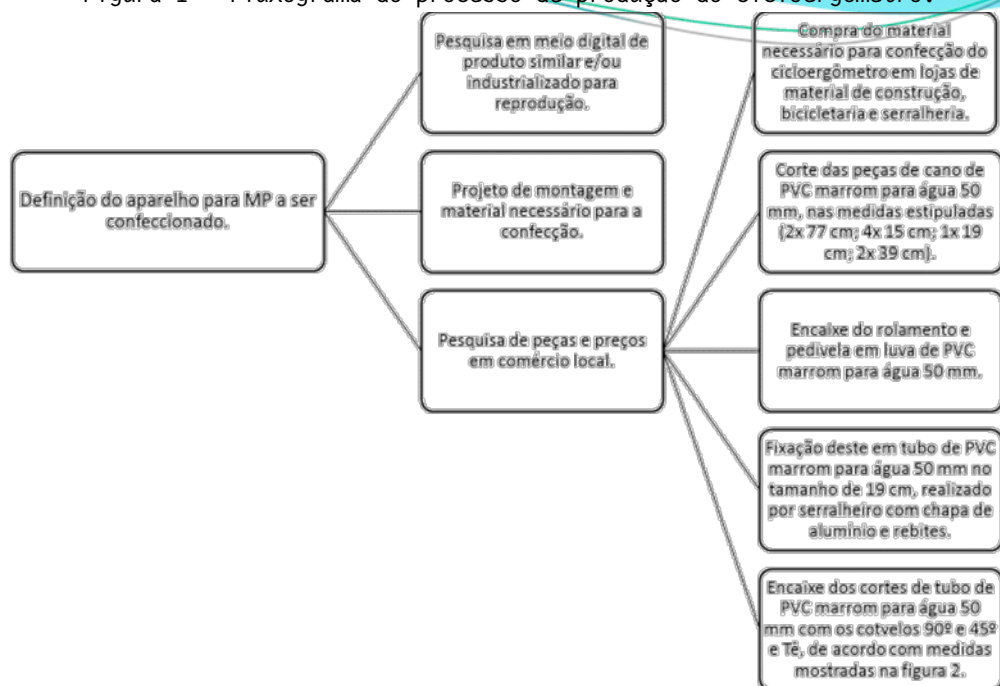
O objetivo deste estudo é a criação de um dispositivo mecânico estacionário promotor de rotações, de baixo custo e de fácil reprodução, a fim de auxiliar na promoção da mobilização precoce de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Guilherme Álvaro - Santos/SP.

## METODOLOGIA

A concepção do projeto iniciou com a análise dos produtos disponíveis para a confecção do cicloergômetro, através de pesquisa de produtos industrializados, necessários para a reprodução de um cicloergômetro com os materiais encontrados. Posteriormente, este foi projetado para adequada análise dos processos de montagem e funcionalidade do produto. A partir desta etapa deu-se início à elaboração e definição das operações (Figura 1) e quantidades de peças a serem utilizadas (Quadro 1).

Após a compra do material necessário à produção do cicloergômetro, as peças de tubo de PVC foram cortadas nas medidas determinadas após projeto de montagem e encaixadas nas conexões, após as bordas destes serem lixadas e aplicado cola própria para este tipo de material (cola para PVC). Os demais procedimentos foram os descritos no fluxograma (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção do cicloergômetro.



Todos os materiais utilizados, bem como as quantidades de cada material, encontram-se descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Quantidade e descrição dos componentes utilizados no cicloergômetro.

ITEM	LISTA DE MATERIAL	QUANTIDADES
1	Tubo de PVC marrom para água 50 mm	2 tubos (3m + 90cm)
2	Cotovelo em PVC 90º soldável marrom para água 50 mm	4
3	Cotovelo em PVC 45º soldável marrom para água 50 mm	2
4	Tê soldável de PVC marrom para água 50 mm	2
5	Luva soldável de PVC marrom para água 50 mm	1
6	Chapa de alumínio	1
7	Rebites	1 pacote
8	Kit de rolamento de bicicleta	1
9	Pedivela para bicicleta	1
10	Pedal de bicicleta	2
11	Cola para tubo de PVC	1 tubo
12	Lixa para PVC N. 100	1
13	Serra para tubo de PVC	1

O material utilizado, bem como o produto final (cicloergômetro), podem ser visualizados nas figuras abaixo (Figura - 2 a 4). Observa-se que a fixação da luva de PVC, já com o rolamento, pedivela e pedais (Fig. 3), foi realizado com a confecção de chapa de alumínio que se acoplasse à luva e ao tubo de PVC de 19 cm (base), realizado com auxílio do serviço de serralheria local, fixando a chapa de alumínio com rebites. Todas as medidas estão disponibilizadas na figura 4.

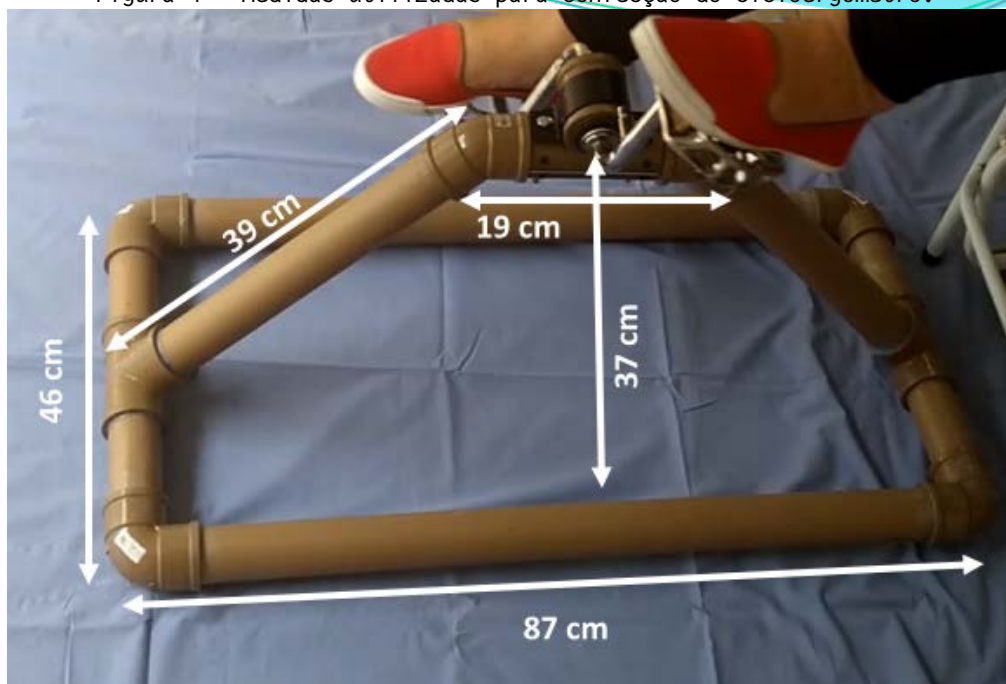
Figura 2 - Materiais utilizados.



Figura 3 - Luva de PVC com rolamento, pedivela e pedais.



Figura 4 - Medidas utilizadas para confecção do cicloergômetro.



O produto final (Figura - 5) e o funcionamento do cicloergômetro, produzido manualmente com os materiais supracitados, pode ser visualizado em vídeo, através do link: <https://youtu.be/Kds2I1S1gbs>.

Figura 5 - Cicloergômetro mecânico produzido manualmente.



## CONCLUSÃO

Durante a execução do projeto, encontramos algumas dificuldades em adaptar os materiais encontrados, para a confecção do cicloergômetro. Não dispúnhamos de sobras de nenhum material que foi utilizado, sendo todos componentes comprados em lojas de material de construção, bicicletaria e serralheria. Não encontramos outra forma e/ou material de

fixação segura, para a peça promotora de rotações, ser fixada à base, exceto pelo auxílio da produção de chapas de alumínio, confeccionadas em serralheria.

De acordo com o vídeo demonstrativo, é visto que o aparelho produzido é de fácil reprodução, e conseguiu atingir de forma satisfatória o desfecho ao que foi proposto, sendo possível seu uso como um recurso mecânico fisioterapêutico, para promover mobilização precoce em pacientes internados em enfermarias e UTIs.

Concluimos que a produção de um aparelho de cicloergômetro mecânico, como um recurso para promover a mobilização precoce de pacientes acamados em UTI, de forma manual e com produtos acessíveis, é factível e de fácil reprodutibilidade. No entanto, em relação ao custo efetivo do material necessário para a confecção deste, para a nossa região (Santos/SP), ele é oneroso, não compensando a produção manual deste, quando comparado aos modelos prontos disponíveis à venda no mercado. Há a possibilidade de reprodução de baixo custo deste projeto, com materiais reutilizáveis e/ou sobras destes que, talvez o torne viável economicamente.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Ulisses Bispo Santos que auxiliou na produção das peças para a montagem, à serralheria Alf Ltda pela confecção da placa de alumínio, e a Marcelo Mastrogiacomio da bicicletaria Santa Marta pelo auxílio no entendimento das engrenagens.

## REFERÊNCIAS

- BAILEY, P. et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. *Crit Care Med.* Vol. 35, N. 1, 2007.
- BAKHURU, R. N. et al. Intensive care unit structure variation and implications for early mobilization practices. *AnnalsATS.* Vol. 13 N. 9, 2016.
- BIANCHI, T. Efeito do cicloergômetro passivo sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva na unidade de terapia intensiva: ensaio clínico randomizado. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pneumológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.
- CHEN, Y.H. et al. Effects of an additional pressure support level on exercise duration in patients on prolonged mechanical ventilation. *Journal of the Formosan Medical Association.* 114, 2015.
- COUTINHO, W. M. et al. Efeito agudo da utilização do cicloergômetro durante atendimento fisioterapêutico em pacientes críticos ventilados mecanicamente. *Fisioterapia & Pesquisa.* 23(3), 2016.
- DAMLUJI, A. et al. Safety and feasibility of femoral catheters during physical rehabilitation in the intensive care unit. *Journal of Critical Care.* 28 (4), 2013.
- HODGSON, C. et al. Early mobilization and recovery in mechanically ventilated patients in the ICU: a bi-national, multi-centre, prospective cohort study. *Crit Care.* 26;19:81, 2015.
- KHO, M. E. et al. CYCLE pilot: a protocol for a pilot randomised study of early cycle ergometry versus routine physiotherapy in mechanically ventilated patients. *BMJ Open.* 8;6(4), 2016.
- LARA, C.R. O uso do cicloergômetro no paciente crítico. Salvador- BA. 2015.
- LEDITSCHKE I.A., et al. What are the barriers to mobilizing intensive care patients? *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal.* 23(1):26-29, 2012.

MOTA, C. M., SILVA, V. G. A segurança da mobilização precoce em pacientes críticos: uma revisão de literatura. Interfaces Científicas -Saúde e Ambiente - V.01 • N.01 • p. 83-91, 2012.

PATEL, B. K., et al. Impact of early mobilization on glycemic control and ICU-acquired weakness in critically ill patients who are mechanically ventilated. Chest. 146(3):583-589, 2014.

PIRES-NETO R.C., et al. Early mobilization practice in a single Brazilian intensive care unit. J Crit Care. 30(5):896-900, 2015.

Reabilitação do Emílio Ribas constrói 'cadeira' de baixo custo para fisioterapia. <<http://www.emilioribas.sp.gov.br/cadeira-de-pvc/>> Acesso em: 14 outubro 2017.

SILVA, A. P. P.; MAYNARD, K.; CRUZ, M. R. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. Rev. bras. ter. intensiva, São Paulo , v. 22, n. 1, p. 85-91, Mar. 2010.