



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) MU 8302839-0 U



(22) Data de Depósito: 18/07/2003  
(43) Data de Publicação: 26/04/2005  
(RPI 1790)

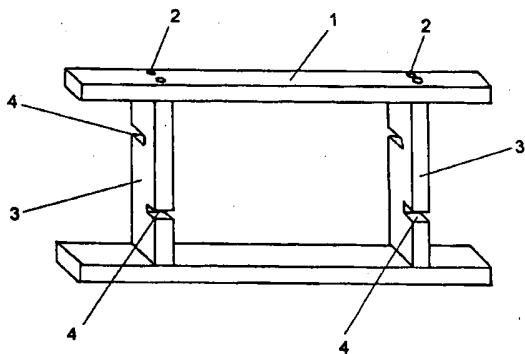
(51) Int. Cl<sup>7</sup>::  
A61B 5/22

**(54) Título: DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS EM DINAMÔMETRO ELETRÔNICO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS**

**(71) Depositante(s):** Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (BR/SP)

**(72) Inventor(es):** Aparecido Augusto de Carvalho, Josivaldo Godóy da Silva, Rogério Salomão

**(57) Resumo:** "DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS EM DINAMÔMETRO ELETRÔNICO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS". Descrito como o presente Modelo de Utilidade, refere-se a um dispositivo para medição das forças exercidas pelos dedos e pelas mãos, para tanto, o mesmo é composto por uma estrutura (1), dotada de orifícios (2) para a sua fixação, a qual se dá, por meio de parafusos (3), podendo também, ser simplesmente colada com cola de acrílico, unindo as peças por meio das colunas, nas quais são previstas duas ranhuras (4) em cada uma, as quais são utilizadas para a montagem da lâmina sensora (5) que é conformada em material metálico apropriado, tal como duro-alumínio, sendo dotada de quatro extensômetros metálicos (6), ligados em Ponte de Wheatstone, sendo que, em cada uma de suas extremidades é instalado um parafuso (7) para o encaixe da mesma junto as ranhuras (4) e possibilitar ajuste se necessário, de acordo com tais características construtivas, é possível notar que o presente equipamento apresenta portabilidade, robusteza física que suporta esforços superiores a 200 N, sensibilidade para esforços da ordem de 1 N, pequeno consumo de energia elétrica, circuito eletrônico de baixo custo, leveza, boa isolamento elétrico, coeficiente de correlação de 0,9997, tempo de resposta de 14 ms, pequena histerese e excelente linearidade.



**DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS EM DINAMÔMETRO ELETRÔNICO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS**, descrito como o presente Modelo de Utilidade, refere-se a um dispositivo para medição das forças exercidas pelos dedos e pelas mãos.

5      **Campo de Aplicação:**

O presente dispositivo apresenta-se como um dinamômetro, capaz de medir as forças exercidas pelos dedos e pelas mãos, sendo muito útil em pesquisas biomédicas, avaliações clínicas funcionais e em mecanismos para reabilitação das mãos, sendo portanto, utilizado 10 nas áreas de medicina de reabilitação, engenharia biomédica, biomecânica e fisioterapia.

15      **Estado da Técnica:**

Como é de conhecimento dos habilitados nesta área, a engenharia de reabilitação visa desenvolver e utilizar técnicas, 20 métodos e processos da engenharia no auxílio aos deficientes físicos, de uma maneira em geral, objetivando a melhoria de sua qualidade de vida.

Assim sendo, a determinação precisa das forças exercidas pelos dedos e pelas mãos é de grande importância em estudos de biomecânica, engenharia de reabilitação, fisioterapia e ergonomia, sendo muito útil o monitoramento de pessoas que perderam a mobilidade das mãos devido a doenças ou acidentes e, o acompanhamento do processo de recuperação destas pessoas tem sido realizado de uma forma quantitativa por médicos e 25 fisioterapeutas.

Desta maneira, desenvolveram-se dinamômetros específicos para medir as forças exercidas pelos dedos e pelas mãos.

Um destes trata-se da um dinamômetro construído com

extensômetros, o qual pode somar forças exercidas em vários pontos de uma haste, na faixa de 0 a 80 N, sendo o mesmo compacto e rígido. Entretanto, sua aplicação principal é coletar dados para estudos de ergonomia.

Outro dispositivo conhecido trata-se de um dinamômetro que pode medir a soma das forças exercidas pelos dedos, o qual, consiste de duas hastes de duro-alumínio suportadas em um trilho de aço. Cada haste possui dois bolsos onde há uma membrana instrumentada com dois extensômetros em cada um de seus lados, de modo que, os referidos extensômetros foram posicionados sobre o eixo neutro da haste, formando um ângulo de 45º com o eixo neutro, de forma a garantir a sensibilidade somente à tensão de cisalhamento. No circuito de condicionamento de sinais empregou-se um amplificador com onda portadora. De acordo com tais características, o presente dinamômetro apresenta resposta linear, excelente repetibilidade, resolução de 0,8 N, faixa dinâmica de 0 a 100 N, sendo suas resposta independente do ponto de aplicação da força na haste.

Outro equipamento conhecido, trata-se de um dinamômetro biomédico dotado de dois sensores que operam segundo princípios físicos diferentes: tensão normal e tensão de cisalhamento. Os transdutores são constituídos por extensômetros metálicos conectados em duas pontes de Wheatstone independentes. A ponte que opera sob efeito da tensão de cisalhamento constitui um sensor de referência para a que opera sob efeito da tensão normal. De acordo com tais características construtivas, este dinamômetro apresenta resposta linear, diminuta histerese, resolução de 0,4 N, faixa dinâmica de 100 N, tempo de resposta inferior a 12 ms e insensibilidade em relação ao ponto de aplicação da força.

Desta maneira, é possível notar que estes dispositivos apresentam algumas limitações, pois os mesmos atuam apenas na faixa dinâmica de 100 N além de não serem ergonômicos, dificultando seu uso.

5       **Objetivos do Modelo:**

Desta maneira, os objetivos do referido privilégio são implementar um equipamento com faixa dinâmica de 200 N, acurácia de 1 N, precisão superior a 99 %, pequena histerese, resposta linear, robustez, facilidade de utilização e boas características ergonômicas, 10 no qual pessoas possam exercer forças , com conforto, bem como apresentar o resultado de medição da força em um *display* de cristal líquido ou na tela de um computador, facilitando assim a operação do dinamômetro por fisioterapeutas, médicos e enfermeiros.

Dentro deste escopo, o presente dispositivo apresenta uma 15 estrutura robusta, necessária para suportar qualquer esforço exercido pelas mãos ou pelos dedos na faixa de 200 N, bem como apresentar sensibilidade suficiente para perceber esforços de aproximadamente 1N.

Além disso o presente equipamento possui estabilidade quanto 20 à temperatura, isolamento elétrico, imunidade a interferências eletromagnéticas além de possuir tempo de resposta adequado ao tempo de manipulação do dinamômetro.

O referido equipamento é constituído ainda, por um circuito eletrônico que atende as seguintes funções: condicionar (filtrar, 25 amplificar e retificar) o sinal elétrico oriundo da ponte de extensômetros colados à lâmina e digitalizar o sinal analógico oriundo do circuito de condicionamento, o qual é disponibilizado para conexão com o meio externo de maneira a ser utilizado tanto para a aquisição

de computador ou outra finalidade qualquer.

Assim sendo, o presente dispositivo é portátil, possuindo pequeno custo de implantação e baixo consumo de energia elétrica.

Desta maneira, para melhor esclarecer o modelo acima proposto, é apresentada em seguida uma descrição detalhada do mesmo, sendo ilustrado nas folhas de desenho em anexo, onde a:

**Figura 01** – Trata-se de uma vista em perspectiva, ilustrando a estrutura do dinamômetro, e a;

**Figura 02** – Trata-se de outra vista em perspectiva, porém, ilustrando apenas a lâmina metálica.

Desta maneira, as **DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS EM DINAMÔMETRO ELETRÔNICO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS**, apresenta um equipamento que possui estrutura (1), preferivelmente de acrílico, devido ao fato do mesmo ser isolante, mais leve que o metal, de simples manuseio e fácil usinagem.

Na referida estrutura (1) são previstos orifícios (2) para a sua fixação, a qual se dá, por meio de parafusos (3), podendo também, ser simplesmente fixada com cola específica.

Os referidos parafusos (3) unem as peças fixando as colunas, nas quais são previstas duas ranhuras (4) em cada uma das mesmas, as quais são utilizadas para o posicionamento e fixação da lâmina sensora (5).

Nota-se ainda, a existência de dois espaços nas referidas colunas sendo que, no lado direito, o espaço é previsto para a montagem de uma caixa de acrílico com blindagem interna, contendo o circuito eletrônico constituído de dois blocos.

O primeiro bloco constitue-se no circuito de condicionamento de sinais simples e eficiente, montado com um amplificador de

diferenças em conjunto com um C.I. JFet, capacitores de poliéster metalizado, resistores de metal filme e trimpots, alimentado por meio de bateria de 9V.

O segundo bloco constitue-se em um circuito para a conversão analógico/digital. Desta forma o circuito eletrônico tem por função condicionar (filtrar, amplificar e retificar) o sinal elétrico oriundo da ponte de extensômetros e digitalizar o sinal analógico de saída oriundo do circuito de condicionamento, o qual fica disponível para conexão com meio externo, podendo ser utilizado para a aquisição de dados por computador ou outra finalidade qualquer.

Já o espaço localizado no lado esquerdo é previsto para a montagem de outra caixa de acrílico, contendo blindagem interna, com um display para visualização das informações coletadas pelo equipamento.

A mencionada lâmina sensora (5) é conformada em material metálico apropriado, tal como duro-alumínio, sendo dotada de quatro extensômetros metálicos (6), ligados em *Ponte de Wheatstone*, sendo que, em cada extremidade da lâmina existe um parafuso (7) para o encaixe da mesma junto as ranhuras (4).

O par de extensômetros (6) localizado a direita é tracionado devido à preensão resultante da força cortante, enquanto que o par localizado do lado esquerdo fica submetido à compressão devido à preensão provocada pela força cortante, concentrada ou distribuída exercida por um dedo, tal como o dedo polegar.

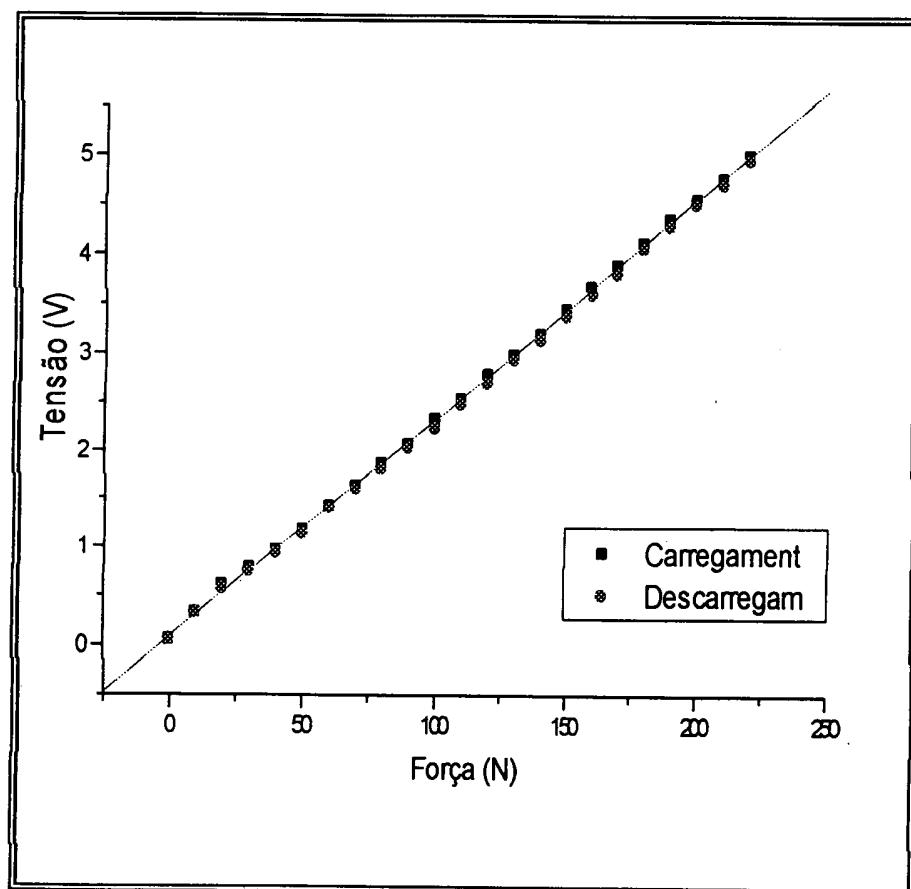
O aparelho responde a força exercida por um dedo, por mais dedos ou pela mão quando estes aplicam força que resulta cortante contra o suporte de acrílico em oposição à força que resulta cortante (de preensão) exercida por um dedo contra a lâmina sensora,

resumindo-se tem-se o princípio de ação e reação.

De acordo com tais características construtivas, nota-se que o presente dinamômetro apresenta resposta linear e não apresenta sensibilidade com o ponto de aplicação de força, ou seja, é sensível apenas a intensidade da força aplicada, tal como pode ser notado pelos gráficos 1 e 2 abaixo representados:

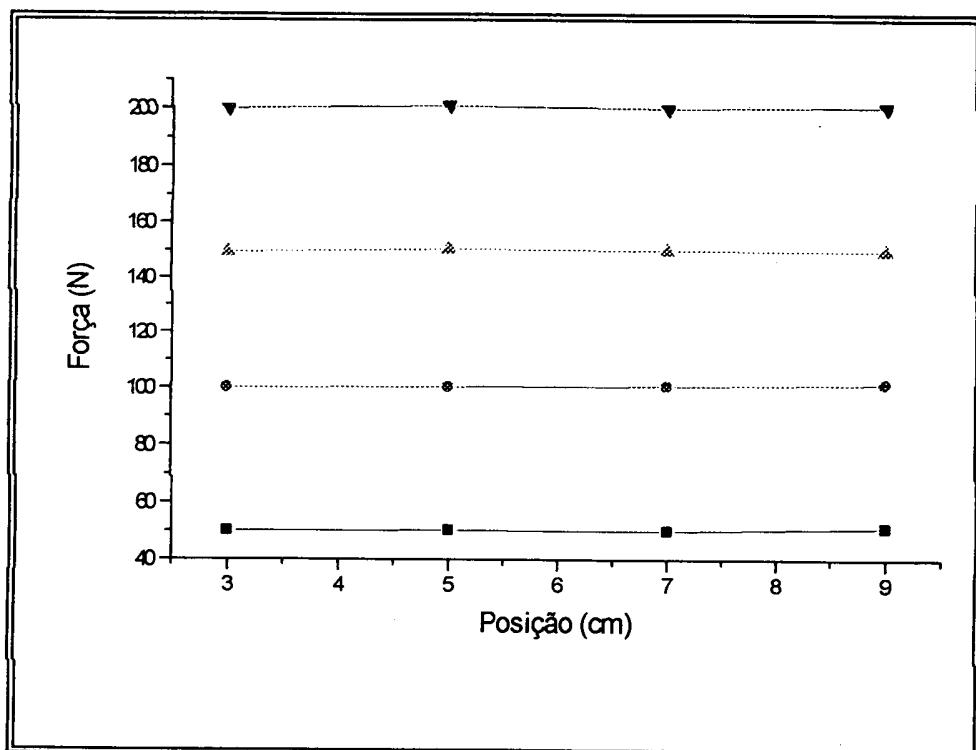
**Gráfico 1**

O gráfico 1 ilustra a resposta do dinamômetro quando submetido ao esforço contínuo, crescente e decrescente.



**Gráfico 2**

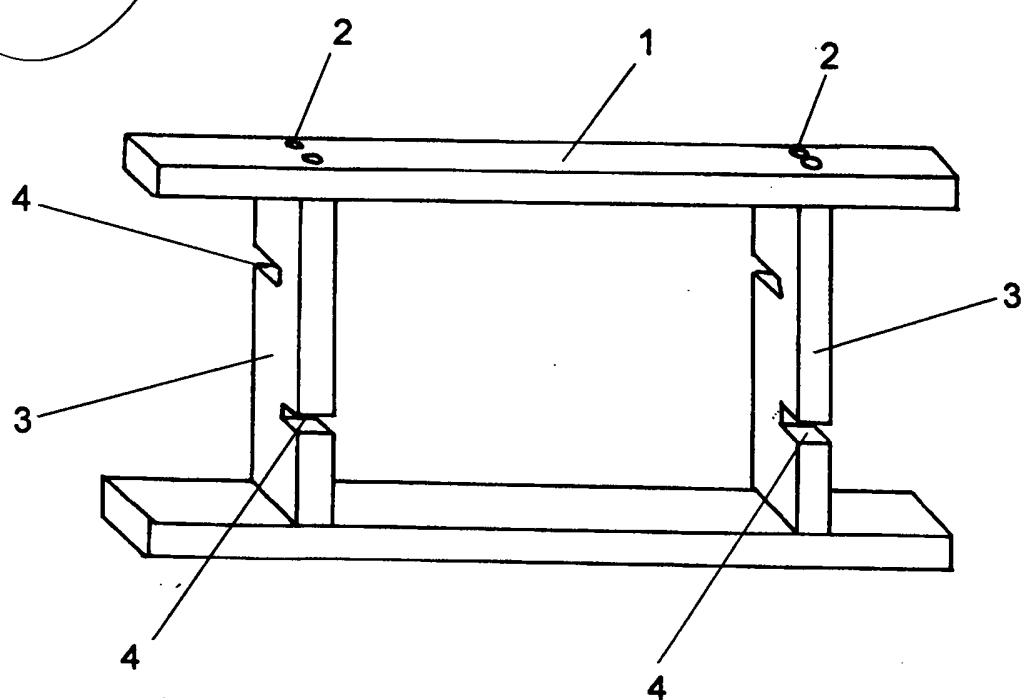
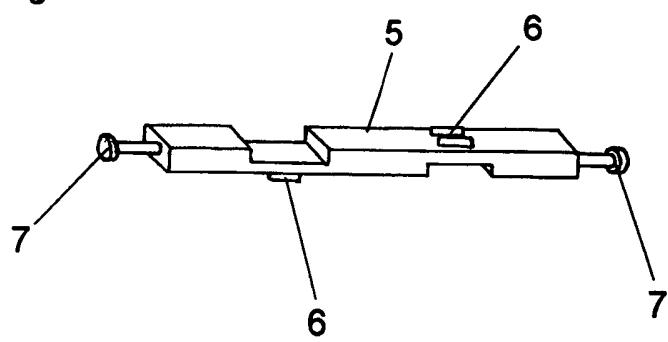
O gráfico 2 ilustra a resposta do dinamômetro variando-se o ponto de aplicação da força.



Desta maneira, através destes gráficos é possível notar que  
5 o presente equipamento apresenta portabilidade, robustez física que suporta esforços superiores a 200 N, sensibilidade para esforços da ordem de 1 N, pequeno consumo de energia elétrica, circuito eletrônico de baixo custo, leveza, boa isolamento elétrico, coeficiente de correlação de 0,9997, tempo de resposta de 14 ms, pequena  
10 histerese e excelente linearidade.

## REIVINDICAÇÃO

**1<sup>a</sup>) - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS EM DINAMÔMETRO ELETRÔNICO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS**, caracterizado por uma estrutura (1), na qual são previstos orifícios (2) para a sua fixação, a qual se dá, por meio de parafusos (3), podendo também, ser simplesmente colada com cola de acrílico, fixando suas colunas, nas quais são previstas duas ranhuras (4) em cada uma delas, utilizadas para a montagem da lâmina sensora (5) que, é conformada em material metálico apropriado, sendo dotada de quatro extensômetros metálicos (6), ligados em *Ponte de Wheatstone*, sendo que, em cada uma de suas extremidades, é previsto um parafuso (7) para o encaixe da mesma junto as ranhuras (4) e ajustes; a referida estrutura (1), prevê ainda, dois espaços junto a cada coluna sendo que, no lado direito, o espaço é previsto para a montagem de uma caixa de acrílico, contendo blindagem interna, com circuito eletrônico composto por um amplificador de diferenças em conjunto com um C.I. JFet, capacitores de poliéster metalizado, resistores de metal filme e trimpots, sendo sua alimentação fornecida por meio de bateria de 9V, possuindo ainda, conexão para o meio externo, de maneira a ser utilizado para aquisição de dados por computador ou outra finalidade qualquer, enquanto o espaço localizado no lado esquerdo é previsto para a montagem de outra caixa de acrílico, com blindagem interna, contendo um display.

**Fig. 01****Fig. 02**

## R E S U M O

### DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS EM DINAMÔMETRO

ELETRÔNICO PARA APLICAÇÕES BIOMÉDICAS, descrito como o

presente Modelo de Utilidade, refere-se a um dispositivo para medição

5 das forças exercidas pelos dedos e pelas mãos, para tanto, o mesmo é composto por uma estrutura (1), dotada de orifícios (2) para a sua fixação, a qual se dá, por meio de parafusos (3), podendo também,

ser simplesmente colada com cola de acrílico, unindo as peças por meio das colunas, nas quais são previstas duas ranhuras (4) em cada

10 uma, as quais são utilizadas para a montagem da lâmina sensora (5) que é conformada em material metálico apropriado, tal como duro-alumínio, sendo dotada de quatro extensômetros metálicos (6), ligados em *Ponte de Wheatstone*, sendo que, em cada uma de suas extremidades é instalado um parafuso (7) para o encaixe da mesma

15 junto as ranhuras (4) e possibilitar ajuste se necessário, de acordo com tais características construtivas, é possível notar que o presente equipamento apresenta portabilidade, robustez física que suporta esforços superiores a 200 N, sensibilidade para esforços da ordem de

1 N, pequeno consumo de energia elétrica, circuito eletrônico de baixo

20 custo, leveza, boa isolamento elétrico, coeficiente de correlação de 0,9997, tempo de resposta de 14 ms, pequena histerese e excelente linearidade.