

PROJETO DE UMA MÁQUINA UNIVERSAL COM RECURSOS PARA TESTE DE MATERIAL BIOLÓGICO

por

Shimano, A.C.¹; Paulin, J.B.P.²; Moro, C.A.¹; Terra, O.³; Pereira, L.H.⁴ e Mazzocato, F.C.⁴

RESUMO – O grupo de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP projetou e confeccionou uma máquina universal de ensaio para suprir suas necessidades. A estrutura da máquina foi dimensionada para uma carga máxima de 50kN, utilizando células de carga de 2kN e de 20kN. O registro das informações é realizado por um sistema modular de extensometria. A máquina vem sendo utilizada em vários trabalhos do programa de Bioengenharia e Ortopedia, com resultados satisfatórios.

INTRODUÇÃO

Na realização de trabalhos experimentais no Laboratório de Bioengenharia da FMRP-USP, as linhas de pesquisas são ligadas a área de Ortopedia. Dentro deste setor há necessidade do conhecimento das propriedades mecânicas dos materiais utilizados e principalmente de ossos e tendões. Para isto necessita-se de uma máquina de ensaio para a realização dos testes mecânicos, (Souza, 1974).

O equipamento utilizado nestes ensaios em laboratórios e institutos de pesquisa em países mais avançados tecnologicamente não é um problema a ser levado em consideração. Máquinas especiais para testes, como a Instron e MTS são capazes de aplicar cargas variadas com diferentes velocidades, ou seja a precisão e a capacidade destas máquinas já são reconhecidamente a solução para a realização dos testes mecânicos. No Brasil, fabricantes de máquinas de testes como a Kratos e a Panambra, ainda não se dedicaram à construção de máquinas para ensaio dinâmico completo.

¹-Engenheiro do Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

²-Professor Assistente Doutor, responsável pelo Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

³-Técnico especializado da Oficina Mecânica de Precisão do Campus da USP Ribeirão Preto.

⁴-Técnico especializado do Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

máquinas de testes como a Kratos e a Panambra, ainda não se dedicaram à construção de máquinas para ensaio dinâmico completo.

O alto custo, a dificuldade de financiamento e a necessidade premente do Laboratório de Bioengenharia fez com que o grupo realizasse o projeto de uma máquina universal de ensaio, adequada as necessidades locais.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A máquina de ensaio foi projetada e dimensionada através de cálculos de resistência dos materiais (Timoshenko, 1974 e Chiaverini, 1986). Todos os componentes utilizados na construção da máquina foram confeccionados em aço 1020 e 1045. O corpo principal da máquina foi projetado para suportar até 50 kN sendo constituída de duas colunas de aço 1045 com comprimento de 2 metros e diâmetro de 50 milímetros e chapas de aço 1020 com espessura de 12,5 mm. O mecanismo de aplicação da carga consta de um acoplamento de engrenagens coroa e eixo sem fim. A coroa possui 49 dentes e o eixo sem fim possui uma rosca com passo de 12,5 mm. O eixo de avanço tem um comprimento total de 500 milímetros, sendo 350 milímetros com passo da rosca de 4 fios por polegadas e 32 mm de diâmetro externo. O motor utilizado é de corrente contínua. Este motor é utilizado em veículos automotores, com aproximadamente 23 rotações por minuto no eixo de saída. A carga máxima registrada na célula de carga foi de 10kN (figuras 1a, 1b, 1c e 1d).

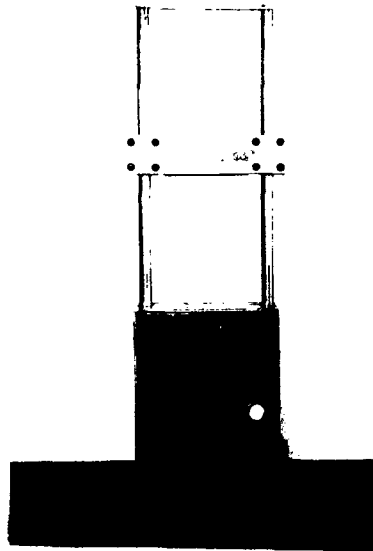
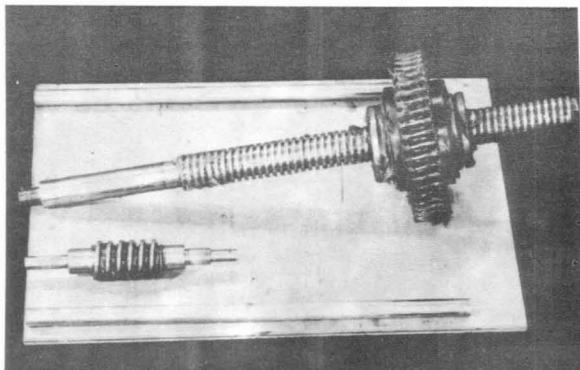
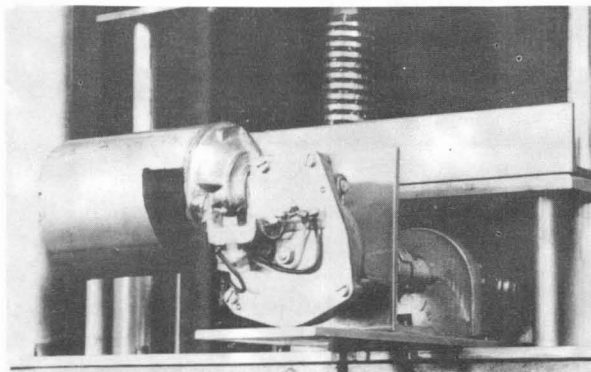


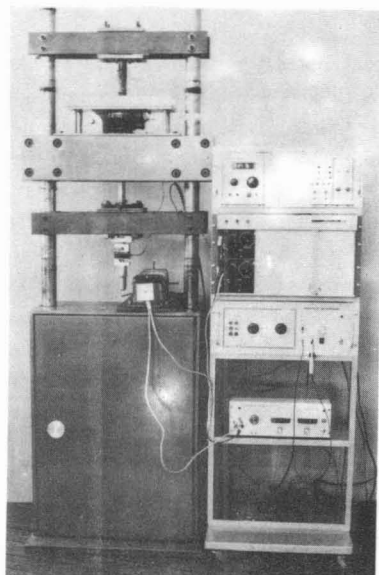
Figura 1. (a) Corpo principal da máquina.



(b)



(c)



d)

Figura 1 (b) Coroa sem-fim e rosca de avanço, (c) Motor, (d) Conjunto completo da Máquina.

O conjunto foi preparado para realização de testes de compressão, tração, rotação e flexão, a partir da troca das conexões e acessórios, tanto para materiais biológicos, como para materiais de que se necessite o conhecimento de suas propriedades mecânicas (Figura 2).

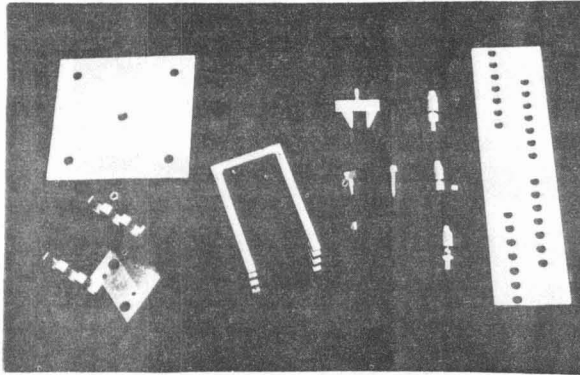


Figura 2 - Conexões e acessórios utilizados nos testes mecânicos.

A medida da carga aplicada pode ser feita por duas células de carga (Kratos), uma com capacidade até 2kN e outra até 20 kN. A máquina foi dotada de um sistema de controle de velocidade de aplicação da carga, juntamente com um inversor para mudança do sentido de rotação do motor.

O registro das informações obtidas na máquina de ensaio foi realizado por um sistema modular de extensometria série-200 (Sodmex). O sistema contém dois módulos de amplificação, com possibilidade de acoplar até seis amplificadores independentes, além de ter dotado de um módulo de leitura e um módulo de alimentação.

O módulo de alimentação do sistema pode ser conectado diretamente à rede elétrica ou bateria de 12 Vcc, também com opção para utilizar tensão da rede de 110 V ou 220 V. O módulo de amplificação objetiva o processamento do sinal elétrico dos extensômetros a eles ligados; possui um sistema de balanceamento, para o equilíbrio da ponte, mostrado por dois "Leds". O amplificador possui opções para duas posições de calibração, duas tensões de alimentação para os extensômetros e para utilizar a técnica de ponte completa, meia ponte ou um quarto de ponte. A célula de carga é ligada como parte da ponte completa.

Através de uma chave comutadora, tem-se acesso a um sistema de filtros, com possibilidade de escolher 5 diferentes frequências de corte. O módulo também fornece duas saídas análogicas de tensão e corrente.

O módulo de leitura é constituído por um voltímetro digital de 4 1/2 dígitos, permitindo a leitura de até dez sinais diferentes, seleccionadas por uma chave comutadora.

Um calibrador (SE-131-Sodmex) é utilizado para simular deformações em micrometros por metros ($\mu\text{m}/\text{m}$) e os valores correspondentes em milivolts por volts (mv/v). A simulação dos canais 1 e 2 foi utilizada para calibrar as tensões de saída.

A alimentação dos extensômetros é feita através de 5 Vcc estabilizado.

RESULTADOS

Os ensaios realizados por esta máquina já ultrapassaram a expectativa inicial, sendo que 9 trabalhos de pós-graduação, envolvendo ensaios mecânicos já foram concluídos ou estão em andamento. São eles:

- 1- Uso de Dupla Placa na Estabilização de Osteotomias em Osso Cortical Longo. Análise das Deformações "in vitro" com "Strain Gauges" e Experimento "in vivo" em Carneiros . Foram realizados testes de compressão em modelos ósseos e placas fixadas, para o dimensionamento das mesmas. Houve necessidade de colagem de "Strain Gauges" nas placas para determinação das suas deformações.
- 2- Desenvolvimento de um fixador externo de flexibilidade variável. Foram realizados ensaios de compressão em modelos utilizando ossos estabilizados pelo fixador externo projetado para determinação da amplitude das flexões.
- 3- Haste Bloqueante Antitelescopável. Foi realizado um modelo teórico e experimental para avaliar o comportamento mecânico das hastes intramedulares de femur. A parte experimental foi realizada na máquina de ensaio, simulando-se o femur humana.
- 4- Cicatrização de tendões com aplicação de Ultra-som. Foram realizados ensaios de tração em tendões submetidos a vários tempos de estimulação.
- 5- Estudo da viabilidade da amarração com fios de Kirschner na coluna cervical humano. As colunas cervicais foram ensaiadas em testes de flexão.
- 6- Propriedades mecânicas da consolidação de fraturas experimentais em ossos longos de coelho. Foram realizados ensaios de flexão na ulna e torção na tibia.
- 7- Escoliose e gestação. O ensaio realizado é de tórção em coluna cervical de cadáver humano.
- 8- Tirante de tensão. Estudo experimental da posição ideal. Foram realizados ensaios de flexão em vários modelos em tubos de PVC, variando-se o tipo da amarração utilizada.
- 9- Estudo comparativo dos esforços em tíbias de cães. Foram realizados ensaios em modelos ósseos comparando-se as propriedades mecânicas da tíbias direita e esquerda. Em um segundo ensaio foram feitas a comparação entre a rotação interna e externa nas tíbias.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Além da área de instrumentação, o Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, vem desenvolvendo esforços objetivando criar e desenvolver a área de BIOMECÂNICA, voltada especificamente para os ensaios mecânicos de materiais biológicos.

A Bioengenharia é, por sua própria conceituação, uma área essencialmente multidisciplinar, procurando aproveitar conhecimentos acumulados e disponíveis nos diversos ramos da tecnologia, levando-os a serem utilizados em conjunto nos diversos segmentos da Medicina e Biologia. A associação da Bioengenharia com a Ortopedia e Traumatologia é um dos felizes exemplos de interação multidisciplinar, uma vez que a transferência de conhecimentos e seu melhor aproveitamento poderá ser feito sob os dois aspectos de maior relevância:

- Procurar conhecer melhor, sob o aspecto de pesquisa básica, o comportamento dos diversos segmentos ósseo e muscular, existentes no esqueleto, através de ensaios biomecânicos das partes envolvidas (ossos longos, tendões, massa muscular, articulações, etc.).
- Aplicação de toda a tecnologia disponível, em seus mais diversos segmentos, no projeto, realização e ensaio de órteses, próteses ou dispositivos auxiliares que possam melhorar a participação de pacientes na sociedade moderna. Neste aspecto pode-se antever a importância do desenvolvimento de novas próteses de substituição e ou implantáveis (joelho, quadril, ombro, etc.) associadas com novos materiais (ligas metálicas ou polímeros complexos). Da mesma forma, a fixação de segmentos ósseos, quer internamente (tipo placa/parafuso, hastes intramedulares) ou externamente (tipo fixadores externos), com características as mais diversas possíveis.

Para os trabalhos realizados neste Laboratório a máquina universal de ensaio projetada e executada esta suprindo as necessidades básicas, levando-se em conta o baixo custo dos componentes e materiais utilizados e também a sua versatilidade na realização dos vários tipos de ensaios tecnológicos dos materiais, porém, tem limitações quanto a carga máxima, velocidade de aplicação da carga e não realiza testes dinâmicos, com cargas cíclicas.

REFERÊNCIAS

- CHIAVERINI, V. (1986) Tecnologia Mecânica. 2ª ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, v1 e v2.
- KRATOS (1989) Catálogo das máquinas de ensaios e das células de cargas.

SODMEX Extensometria Brasileira (1987) Manual de instrução da ponte de extensometria e calibrador.1987.

SOUZA, S.A. (1974) Ensaios Mecânicos de Materiais Metálicos. 3ª ed. Edgard Blucher Ltda.

TIMOSHENKO, S.P. (1974) Resistência dos Materiais, Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S.A., v1 e v2.

DESIGN OF A SIMPLE UNIVERSAL TEST MACHINE TO BE USED WITH BIOLOGICAL MATERIAL

ABSTRACT -- The Bioengineering Group at the Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, designed and constructed a simplified Universal Test Machine intended to study and analyse biological materials and that one used in Biomechanical applied in Medical Sciences, specially at Orthopaedy. The machine can use two load-cells and its output can be sent to an extensometry instrumentation.