

7.0
(sete)




TRABALHO DE FORMATURA

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Aluno: Ulisses Flory G. da Motta

Nusp : 1867750

Professor orientador : Marcílio Alves

coordenador,

17 fev 99

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Índice :

Introdução e Objetivos _____ 2

Fundamentos Teóricos _____ 3

Desenvolvimento _____ 11

Construção do Protótipo _____ 18

Conclusão _____ 25

Bibliografia _____ 26

Anexos : Desenhos de Fabricação e fotos do protótipo

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

1. Introdução e Objetivos :

O seguinte relatório visa a apresentação do que foi desenvolvido na segunda parte do trabalho de formatura. O trabalho tem como assunto o projeto de um dispositivo de ensaio de tração e este relatório contém informações do projeto desde sua concepção até a execução do desenho de conjunto, dos desenhos de fabricação e da construção do protótipo. Deve-se ressaltar que o projeto da máquina inclui somente o desenvolvimento da estrutura onde estará alocado o corpo de prova, bem como os mecanismos acoplados para os ensaios de tração.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

2. Fundamentos Teóricos :

O dispositivo de ensaio de tração dinâmico tem como finalidade a determinação de propriedade mecânica de diferentes ligas. Dessa forma podemos determinar o comportamento de um material quando sujeito a esforços mecânicos, a influência das condições de fabricação, de tratamento térmico e da utilização dos equipamentos para assim, determinar o material e os processos envolvidos para sua fabricação que melhor se adaptam às necessidades de utilização.

As propriedades mecânicas constituem as características mais importantes dos metais para sua aplicação no campo da engenharia, visto que o projeto e a execução das estruturas metálicas, quer móveis, quer fixas, assim como a confecção dos componentes mecânicos são baseados no seu conhecimento.

Tal propriedade mecânica define o comportamento de um material quando sujeito a esforços mecânicos e corresponde à propriedade que, num determinado material, determina a sua capacidade de transmitir e resistir aos esforços que lhe são aplicados, sem romper ou sem que se verifiquem deformações incontroláveis.

Esses esforços mecânicos podem ser os mais variados.

Eles podem significar a aplicação de uma carga de modo lento e gradual; neste caso a natureza do esforço é 'estática', como tração, compressão, dobramento, torção, etc.

A aplicação da carga pode ser feita de modo repentino, como o choque. Sua natureza é 'dinâmica'.

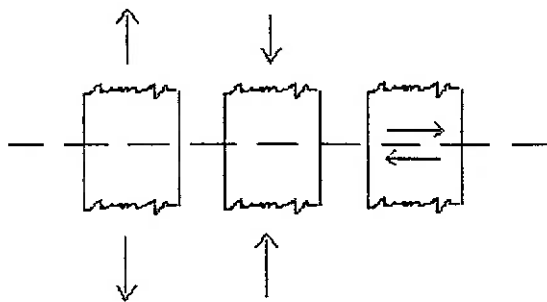
DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Finalmente, os esforços podem ser repetidos, a carga variando repetidamente, seja em valor, seja em direção, como na 'fadiga'.

Daí a importância dos 'ensaios mecânicos', que permitem uma melhor visão do comportamento dos metais quando sujeitos a esses esforços.

Na determinação desta propriedade mecânica, aplicam-se cargas mecânicas. Resultando numa distribuição interna de forças ou componentes de forças que pode resultar numa mudança na forma da peça submetida à carga. Define-se "tensão" como carga dividida pela seção transversal do corpo.

O material estará sujeito aos três tipos básicos de tensão :



Tração Compressão Cisalhamento

- Tensão de Tração : há uma tendência de separação do material em duas partes, em relação ao plano de tensão;
- Tensão de Compressão : é o inverso da tração; as partes do material adjacentes ao plano de tensão tendem a comprimir-se uma contra a outra;
- Tensão de Cisalhamento : em que as duas partes tendem a escorregar uma sobre a outra;

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Matematicamente, há somente dois tipos de cargas ou de tensões, pois a compressão pode se considerada como a versão negativa da tração.

“Deformação” é a mudança dimensional que se verifica no material como resultado da carga aplicada. Exprime-se quase sempre em porcentagens. Contudo, na torção por exemplo, a deformação está relacionada com o ‘ângulo de torção’, expresso em radianos.

“Resistência” é a carga ou tensão máxima suportada pelo material, dentro de determinadas condições; por exemplo, resistência elástica, resistência à carga máxima, resistência à ruptura, etc.

“Ductilidade” corresponde à capacidade de um material poder ser deformado apreciavelmente antes de romper. O aço de baixo carbono, por exemplo, é uma liga de grande ductilidade.

Os materiais “não- dúcteis” são chamados “frágeis”, sendo a “fragilidade” o característico correspondente. Exemplo: ferro fundido cinzento.

“Tenacidade” corresponde à quantidade de energia necessária para romper um material, podendo, portanto, ser medida pela quantidade de trabalho por unidade de volume necessário para levar o material à ruptura sob a ação de carga estática. A tenacidade pode ser expressa em Joules/m³.

Ao projetar-se uma estrutura ou um componente mecânico, depois de conhecidas as tensões às quais as peças estão sujeitas, lança-se mão de um ‘fator’ chamado ‘fator de segurança’, ou ‘coeficiente de segurança’, pelo qual é dividida a resistência adotada para o material escolhido.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

O 'coeficiente de segurança' é, portanto, um número empírico pelo qual a resistência do material é dividida de modo a obter-se uma tensão conservadora, por assim dizer.

O resultado desse quociente é chamado "tensão admissível de trabalho".

São inúmeras as razões pelas quais a tensão de trabalho de um membro de uma estrutura ou de uma máquina deve corresponder a um valor inferior à resistência do material.

Em primeiro lugar, os materiais de construção, em particular, os metais, tendem a deteriorar-se em serviço, pela ação do meio ambiente. Em segundo lugar, ocorrem freqüentes variações na distribuição das tensões adotadas no projeto, além de surgirem ocasionalmente sobrecargas. Em terceiro, é difícil garantir-se perfeição na fabricação de uma determinada peça metálica, além de poderem ser introduzidas variações de tensões adicionais no transporte, montagem e instalação da máquina ou da estrutura.

Nessas condições, o comportamento do material pesquisado em laboratório de ensaios mediante a determinação de suas propriedades em amostras, pode divergir do seu verdadeiro comportamento na prática.

Os fatores ou coeficientes de segurança variam grandemente em função do tipo de carga, do tipo de material e das condições de serviço. Para materiais dúcteis que se deformam antes de romper, os seus valores variam de 1,5 a 4. Para materiais frágeis que rompem bruscamente, sem qualquer aparente deformação prévia, os coeficientes de segurança podem atingir valores de 5 a 8.

Em resumo, os membros de máquinas e estruturas, principalmente quando sujeitos a cargas estáticas, raramente rompem em serviço, graças ao coeficiente de

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

segurança, a não ser que fiquem repentinamente sujeitos a uma carga acidental de considerável grandeza.

No caso de partes móveis de máquinas, as falhas ocorrem mais freqüentemente pela presença de cargas dinâmicas ou cíclicas.

A determinação das propriedades dos materiais é feita por intermédio de ‘ensaios’; assim, ‘ensaios mecânicos’ tem por objetivo determinar as propriedades mecânicas.

Os ensaios visam não somente medir as propriedades propriamente ditas, como igualmente comparar essas propriedades em diversos materiais, constatar a influência das condições das condições de fabricação, de tratamentos e da utilização dos materiais. Permitindo assim, determinar qual o material que mais se recomenda para o uso em determinadas condições e se o material escolhido irá satisfazer às condições exigidas quando realmente aplicado na estrutura ou na máquina inteira.

Para ter-se o resultado mais representativo, o ensaio mecânico deveria ser realizado numa das peças produzidas. Isso é, às vezes, possível. Contudo, na maioria dos casos, não é praticável por razões técnicas e econômicas. Lança-se mão, então, de uma amostra do material cujas propriedades se quer medir, de forma e dimensões especificadas. A essa amostra representativa do material dá-se o nome de “corpo de prova”.

Por outro lado, para que os resultados obtidos sejam comparáveis, é preciso que o ensaio seja realizado de acordo com determinadas “normas” sobre “corpos de prova padronizados”.

Finalmente, para que se chegue a uma conclusão quanto ao valor numérico obtido no ensaio, é necessário compará-lo com um valor predeterminado ou “especificado”.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

A “especificação pode ser definida como uma tentativa do consumidor fazer chegar ao produtor suas exigências sob o ponto de vista de qualidade, permitindo que a aquisição do material correspondente seja feita dentro de verdadeiras bases técnicas.

A especificação, além de abranger as propriedades mecânicas, pode abranger as características químicas, as características gerais, os métodos de fabricação, a forma, as dimensões e o acabamento das peças.

Essas especificações são estabelecidas por Associações Técnicas especializadas, reunindo produtores, consumidores e tecnologistas, tais como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A elas compete elaborar igualmente as “normas” e os “métodos de ensaios”, de modo a permitir, como já foi citado, comparar os resultados obtidos nos diversos ensaios.

Os dados obtidos nos ensaios, para poderem ser melhor interpretados, devem ser, sempre que possível, submetidos a um tratamento estatístico, mesmo porque dificilmente se consegue, no mesmo material e nas mesmas condições de ensaio, resultados totalmente repetitivos. É claro que esse tratamento estatístico só é recomendável quando se tem disponível um grande número de dados, como ocorre no caso de ensaios de fadiga.

- Resistência à tração : quando se submete uma barra metálica a uma carga de tração, paulatinamente crescente, ela sofre uma deformação progressiva de extensão ou aumento de comprimento.

A relação existente entre a tensão aplicada – carga dividida pela área da seção transversal da peça que está sendo tracionada – e a deformação resultante pode ser mais facilmente acompanhada com assistência visual, na forma de um diagrama “tensão-

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

deformação”, em que a tensão é lançada no eixo das ordenadas e a deformação no eixo das abscissas.

Os valores que permitem o traçado desse diagrama são obtidos submetendo-se o metal ao “ensaio de tração”.

Essa máquina deve ser construída de tal modo que possibilite uma montagem adequada da peça a ser ensaiada, com o que se obtém maior precisão dos dados a serem levantados.

Em princípio, pois, a máquina de ensaio de tração deve ser dotada de um conjunto que permita a aplicação da carga, de dispositivos para prender a peça ou o corpo de prova e do extensômetro.

Para um ensaio de tração devemos considerar a conhecida lei de Hooke que estabelece que o aumento de comprimento de cada barra é sempre proporcional à tensão de tração aplicada, ou seja,

$$\Delta l = P.l / A.E$$

onde,

l = comprimento da barra,

Δl = aumento de comprimento ou alongamento,

P = carga aplicada,

A = área de seção transversal da barra

E = módulo de elasticidade

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

A fórmula indica igualmente que o alongamento é também proporcional ao comprimento da barra e inversamente proporcional à área da seção transversal da barra.

Indicando a relação P/A que exprime a tensão por σ (em Mpa ou Kgf/mm²) e a relação $\Delta l/l$ que exprime o alongamento ou a deformação por ϵ (em %), tem-se :

$$E = \sigma / \epsilon$$

que é a forma mais conhecida da lei de Hooke.

A lei de Hooke, entretanto, só é válida até um certo limite, enquanto a deformação ocorre no regime elástico.

O módulo de elasticidade depende das forças interatômicas e, embora variando com o tipo de ligação atômica, não é sensível a modificações estruturais. Assim, por exemplo, se num determinado tipo de aço, a resistência mecânica pode aumentar apreciavelmente por fatores que afetem sua estrutura, como tratamentos térmicos ou pequenas adições de elementos de liga, esses fatores praticamente não influem no módulo de elasticidade do material.

Os ensaios de torção são de fundamental importância para a fabricação de materiais que serão empregados como parafusos, rebites e vigas e ainda, eixos que estão sujeitos a cisalhamento torcional. Através deste ensaio podemos determinar rigidez torcional, o limite de escoamento sob torção, a resistência à torção e a deformação sob torção. Dispositivos para medir a deformação ou ângulo de torção são chamados 'troptômetros'. As principais equações envolvidas num ensaio de torção estão descritas a seguir :

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

$$M_t = \tau \cdot J_p / r$$

onde,

τ = tensão de cisalhamento em Kgf/mm²

M_t = momento de torção em Kgf/mm

r = raio da seção transversal em mm

J_p = momento polar de inércia da seção em mm⁴

para um corpo de prova cilíndrico,

$$J_p = \pi D^4 / 32$$

o módulo de rigidez é dado por :

$$G = \tau / \gamma \quad \text{onde,} \quad \gamma = \tan \theta = r\theta / L$$

Num ensaio de torção praticamente não ocorre redução de área. Geralmente admi-se para metais dúcteis, a resistência à torção é cerca de 75% da resistência à tração e para metais frágeis é aproximadamente 10 a 20% superior à resistência à tração.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

3. Desenvolvimento :

A primeira fase de um projeto é o estudo da viabilidade, sendo considerada uma das fases mais importantes. Nesta fase faz-se a coleção e organização de informações visando a formulação do problema principal e a identificação das variáveis básicas, limitações e critérios. Depois elabora-se uma síntese de possíveis soluções e finalmente a avaliação das alternativas, tendo como resultado final um conjunto de soluções viáveis.

Assim sendo, a formulação do projeto com suas características e limitações, pode ser descrita da seguinte forma :

- _ Estrutura compacta, capaz de receber o impacto oriundo de uma massa em queda livre, transmitindo totalmente essa energia cinética para um corpo de prova, causando esforços torcionais e de tração.

- _ Presença de uma pressão externa (até 150 bar) agindo sobre o corpo de prova.

- _ Facilidade de montar e desmontar o equipamento

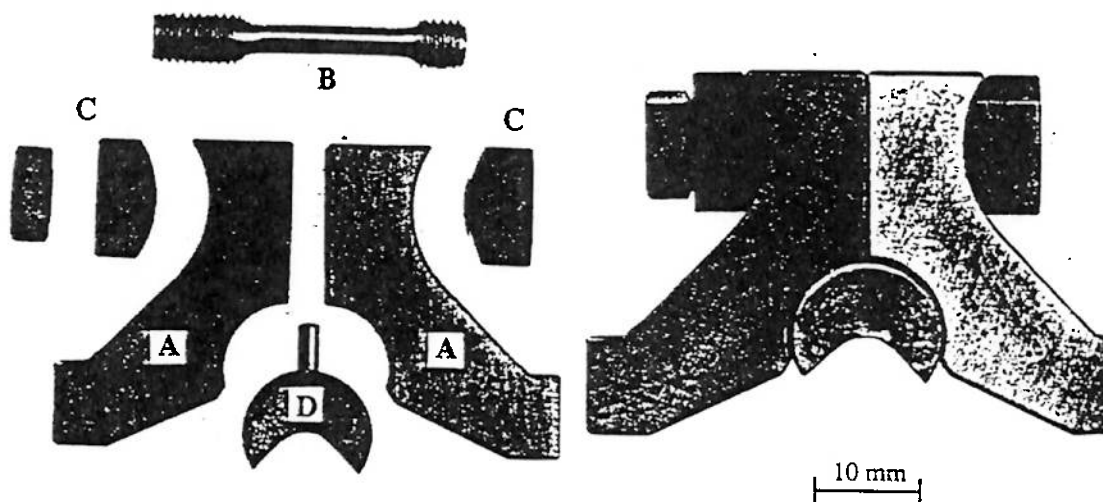
- _ Não causar nenhum momento fletor num corpo de prova

Atualmente, existem no mercado, equipamentos para a realização de testes dinâmicos de tração. Estes equipamentos realizam os esforços através da utilização da pressão hidráulica. O equipamento que será projetado terá um preço muito menor que os convencionais.

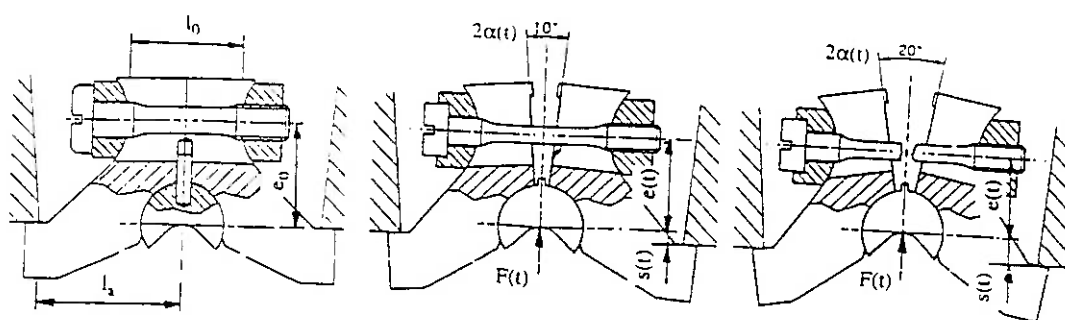
Já podem ser encontrados na literatura equipamentos para ensaio de tração de baixo custo através de impacto, porém, usando outros princípios de funcionamento. Citaremos a seguir alguns exemplos.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Em um laboratório suíço (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Section Technology of Metals/Joining, Ueberlandstr, 129,8600 Dubendorf, Switzerland) foi desenvolvido um aparato para realizar tal teste, que podemos observar na figura abaixo :



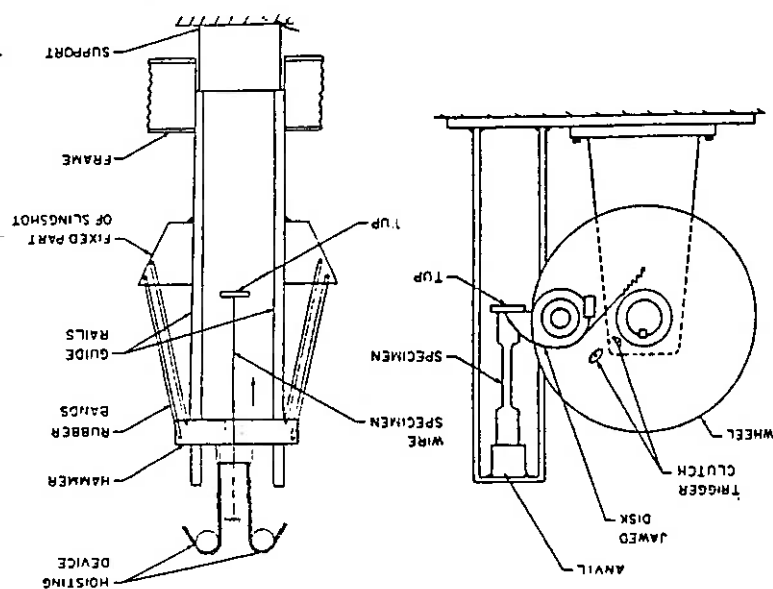
Tal equipamento funciona através impacto do martelo com a peça D, tensionando o corpo de prova, como observamos a seguir :



DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRACÇÃO DINÂMICO

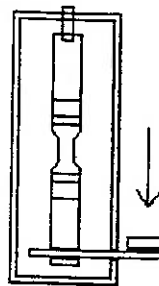
Este dispositivo provoca um momento fletor no corpo de prova devido ao atrito entre as peças C que servem para garantir a axialidade, escorregando em relação as peças A. Uma outra desvantagem é o alto custo de fabricação dos corpos de prova devido a sua forma complexa.

Existem outros dispositivos que aproveitam a energia armazenada em disco de inércia para gerar o impacto, como vemos abaixo :



DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Uma das primeiras propostas, que foi descartada, pois não havia axialidade desejada, é apresentada a seguir :



Cogitou-se também a transmissão da força através de cabos, porém, estes sofreriam uma deformação que absorveria energia não sendo apropriado para a proposta.

Uma outra idéia foi a de transmitir a força através de dutos hidráulicos. Esta forma facilitaria a divisão da força axial oriunda do impacto, em forças axial e tangencial (para obter a torção), porém, esta alternativa foi descartada devido à baixa resposta em frequência que apresentaria comparativamente ao meio físico.

Surgiu então a idéia de justapor dois cilindros. Um externo que ficaria fixo ao chão e que guiaria um segundo cilindro, interno ao primeiro, que teria sua face superior servindo de suporte para o impacto do martelo. O volume interno ao cilindro menor se responsabilizaria pela câmara de óleo, responsável pela pressão sobre o corpo de prova.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Dessa forma estaria resolvido o problema de se ter propagação de esforços até o corpo de prova, numa direção, que não fosse a direção axial.

Mas outro problema foi detectado, a câmara de pressão estando internamente ao cilindro menor causava uma força desbalanceada na direção axial, não possibilitando a equivalência da força fornecida pelo martelo e a força que estaria sendo repassada ao corpo de prova. Além disso, o fato de se ter a parte interna do cilindro como câmara de óleo envolveria um fluxo de óleo dentro do cilindro, dificultando tanto na montagem do equipamento como na própria manutenção do mesmo. Sem falar na complexidade advinda de se trabalhar com uma fonte de pressão onde haveria um fluxo de fluido envolvido.

Por isso, optou-se pela criação de um terceiro cilindro, que estaria internamente aos demais, envolvendo apenas o corpo. Dentro dele estaria o óleo sobre pressão, separado de todas as demais peças do equipamento. A criação deste terceiro cilindro também facilita a montagem e desmontagem e pode ser descartado caso deseje-se ensaiar sem a presença da pressão externa.

O dispositivo constitui-se de 3 cilindros concêntricos, sendo que o com o menor diâmetro é responsável apenas para conter o óleo. O princípio de funcionamento constitui em ter os dois cilindros maiores com uma defasagem na sua altura, podendo correr livremente um dentro do outro. O menor recebe a carga do menor e co. O corpo de prova está ligado inferiormente ao cilindro interno e superiormente ao cilindro externo. Assim sendo, quando o cilindro interno tenta iniciar um movimento de translação internamente ao cilindro externo, traciona a peça.

Durante a execução dos desenhos de fabricação, observou-se que existia uma força resultante da pressão hidráulica. Esta força era resultado do fato que uma das pontas das hastes estava sujeita à pressão e a outra não. Podemos observar no esquema abaixo tal força.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Pressão Atmosférica (F1)



Pressão interna câmara de pressão (150bar) (F2)

$$P=150\text{kgf/cm}^2$$

$$A=\pi.r^2=3,14.10^2=314\text{mm}^2 =3,14\text{cm}^2$$

$$F1=P \times A=1.3,14=3,14\text{kgf}$$

$$F2=150.3,14=471\text{kgf}$$

$$\text{Resultante}=F2-F1=468\text{kgf}$$

Esta Resultante acabou inviabilizando o projeto pois a pré carga decorrente na seção do corpo de prova era muito alta, como podemos observar a seguir:

Seção mínima do corpo de prova diâmetro=5mm

$$A_{\min}=3,14 \cdot 2,5^2=19,63\text{mm}^2$$

$$\text{Tensão}= F/A= 468/19,63 \cdot 10^{-2}=2.384\text{kgf/cm}^2=238 \text{ Mpa}$$

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

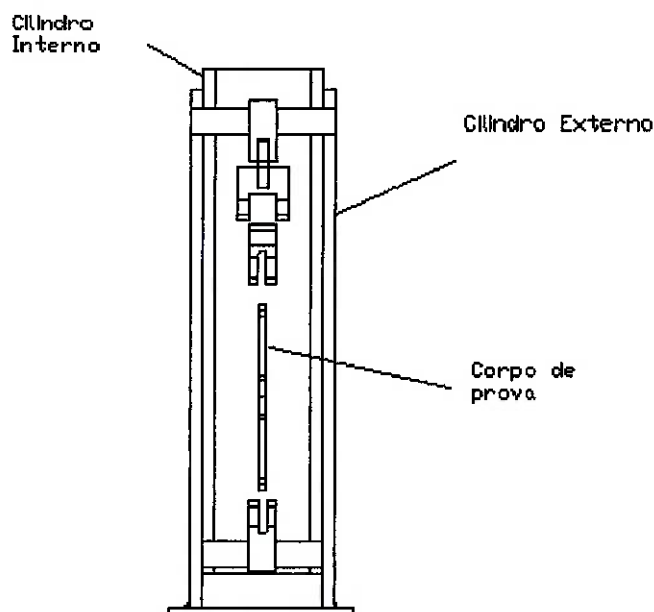
4. Construção do Protótipo

4.1 Descrição

Como o projeto foi surpreendido durante uma de suas fases finais com um elemento imperativo, foi decidido que um protótipo deveria ser construído sem a pressão externa. A seguir apresentamos os passos desta construção.

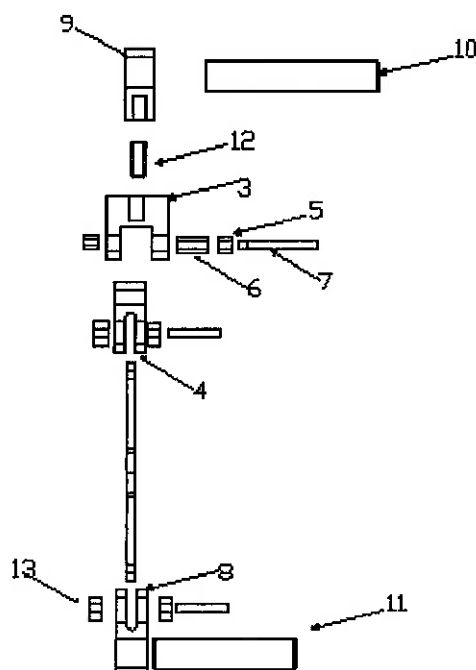
O protótipo possibilita o ensaio de tração por impacto sem a presença da pressão externa, foi desenvolvido a partir do projeto do dispositivo com a pressão externa, sem a câmara de pressão, fazendo-se o seu redimensionamento.

A seguir apresentamos um croqui do protótipo:



DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

As peças responsáveis pela fixação do corpo de prova, estão discriminadas no croqui a seguir. Em seguida serão explicitadas uma a uma.



Peça 3: Garra Externa do Pino de Cisalhamento

Nesta peça, é feita uma das fixações do pino de cisalhamento. Possui uma rosca superior para uni-la à peça que fixa a haste superior. Na sua parte inferior, possui um espaço no qual aloja-se a garra interna do pino de cisalhamento. Os furos por onde passa o pino de cisalhamento tem 20mm de diâmetro, possibilitando assim, variar o diâmetro deste pino, bastando para tal a confecção de buchas que alojem-se na garra e tenham o diâmetro interno correspondente ao diâmetro do pino.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Peça 4 : Garra Interna do Pino de Cisalhamento e fixação do Corpo de prova

Esta peça possui na parte superior um furo de diâmetro 20mm onde passará o pino de cisalhamento, alojando-se internamente a garra externa do pino de cisalhamento. Na parte inferior, possui uma abertura para encaixar o corpo de prova, fixando-o através da compressão feita pelas buchas de fixação (Peça 13).

Peça 5: Bucha do pino de Cisalhamento

Variando-se o diâmetro do furo destas buchas, pode-se variar o diâmetro do pino de cisalhamento. Para isto é necessário variar o diâmetro do pino Peça 6 também.

Peça 6: Bucha do pino de Cisalhamento

Variando-se o diâmetro do furo destas buchas, pode-se variar o diâmetro do pino de cisalhamento. Para isto é necessário variar o diâmetro do pino Peça 5 também.

Peça 7: Pino de Cisalhamento

Este pino servirá para romper a uma dada tensão, antes que o corpo de prova rompa, se assim desejar quem estiver utilizando o dispositivo. Este pino pode variar desde um valor pequenonulo ate 20mm de diâmetro, bastando para isto, variar os diâmetros dos furos das buchas (Peça 5 e Peça 6).

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Peça 8 : Garra de fixação da Haste Inferior e Fixação do Corpo de prova

Esta peça possui na parte superior uma abertura para encaixar o corpo de prova, fixando-o através da compressão feita pelas buchas de fixação (Peça 13). Inferiormente, possui um furo onde passará a haste inferior (Peça 11).

Peça 9: Garra de Fixação da Haste Superior

Esta peça possui um furo superior onde passará a haste superior. Inferiormente, possui uma rosca que a unirá a Garra Externa do pino de Cisalhamento.

Peça 10: Haste Superior

Esta haste passa pela Garra de fixação da Haste Superior, atravessa o cilindro interno e apoia-se no cilindro externo. Quando o cilindro interno mover-se, ela permanecerá parada, transmitindo a força do impacto.

Peça 11: Haste Inferior

Esta haste passa pela Garra de fixação da Haste inferior, fixando-se no cilindro interno. Quando o cilindro interno mover-se, ela será empurrada, tracionando o dispositivo.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

Peça 12: pino de ligação

Este pino liga as peças Peça 9 e Peça 3, transmitindo toda a força do impacto.

Peça 13: Bucha de Fixação do Corpo de prova

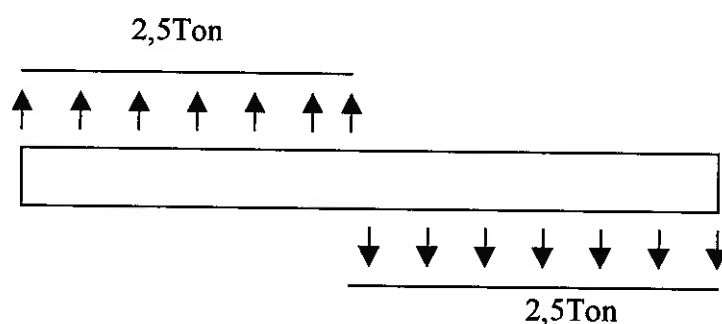
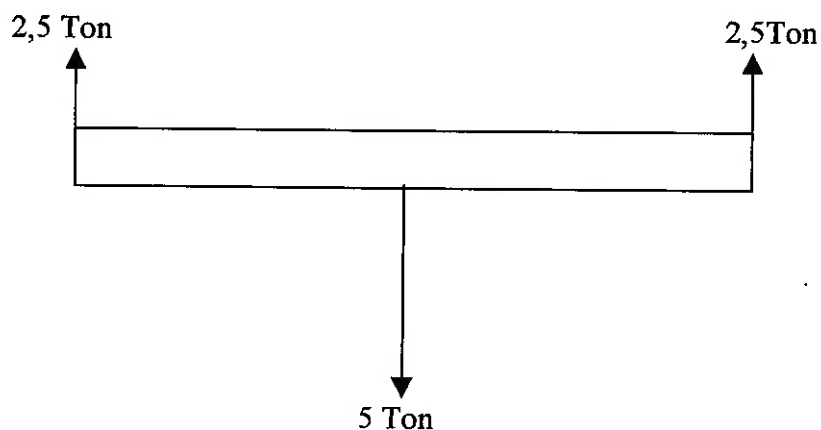
Esta bucha será responsável pela compressão do corpo de prova, fixando-o através do aperto de um conjunto de parafuso/porca.

Os cilindros forma adquiridos prontos, necessitando apenas a usinagem dos rasgos laterais. Os cilindros são feitos de um aço comum laminado e possuem uma folga média entre o diâmetro externo do cilindro interno e o diâmetro interno do cilindro externo de 1mm no raio. Esta folga é suficiente para que haja o deslocamento entre ambos sem, no entanto, correr um indesejável travamento.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

4.2 Cálculo de dimensionamento de Peças Críticas

O projeto está de uma forma geral super dimensionado para evitar que as peças envolvidas sofram deformações, funcionando assim como molas absorvedoras da energia. Tal fato é negativo pois deseja-se que toda, ou quase toda, energia presente no martelo seja transferida para o corpo de prova.

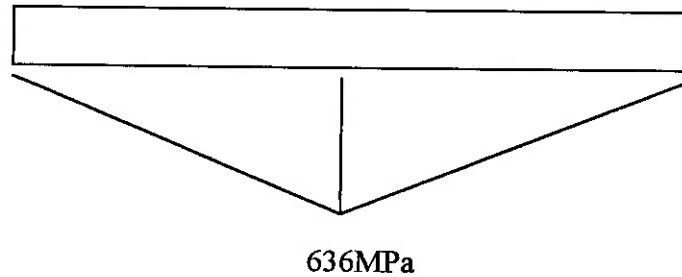


para seções circulares,

$$\tau = V / 0,6 \cdot d^2$$

$$= 25000 / 0,6 \cdot (3,4 \cdot 10^{-2})^2 = 36 \text{ MPa}$$

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO



Momento Fletor Máximo

$$M = F \cdot d = 25000 \cdot 0,1 = 2.500 \text{ N.m}$$

$$\sigma = M \cdot y / I, \text{ para seções circulares, } \sigma = M / 0,1 d^3 = 2500 / 0,1 \cdot (34 \cdot 10^{-3})^3 = 636 \text{ Mpa}$$

Verifica-se que a tensão de Cisalhamento devido à força cortante é muito inferior que à devido ao momento fletor, adota-se como tensão o valor da tensão devido ao momento fletor.

Nestas condições, seria adequada a utilização de um aço especial com uma alta tensão de ruptura (Cromalloy Inoxidável, Martensítico 410), porém, por falta de verbas a haste foi construída com Aço ABNT 1020.

DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

5. Conclusão

O relatório apresentou o que foi desenvolvido durante o semestre, ou seja, durante este tempo foi feito o projeto executivo de dispositivo para ensaio de tração, torção com pressão externa.

A partir deste projeto, construiu-se um protótipo sem a presença da pressão externa. Todas as peças foram construídas no Laboratório de Máquinas Operatrizes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Neste protótipo, o cilindro interno possui um rasgo retilíneo para a passagem da haste inferior. Construindo-se este rasgo com um ângulo de hélice, podemos fazer com que uma parte da energia vinda do martelo em queda livre seja transformada em torção. Assim, pode-se realizar o ensaio de tração e torção concomitantemente.

Encontra-se nos anexos deste relatório os desenhos de fabricação das peças e algumas fotos do protótipo.

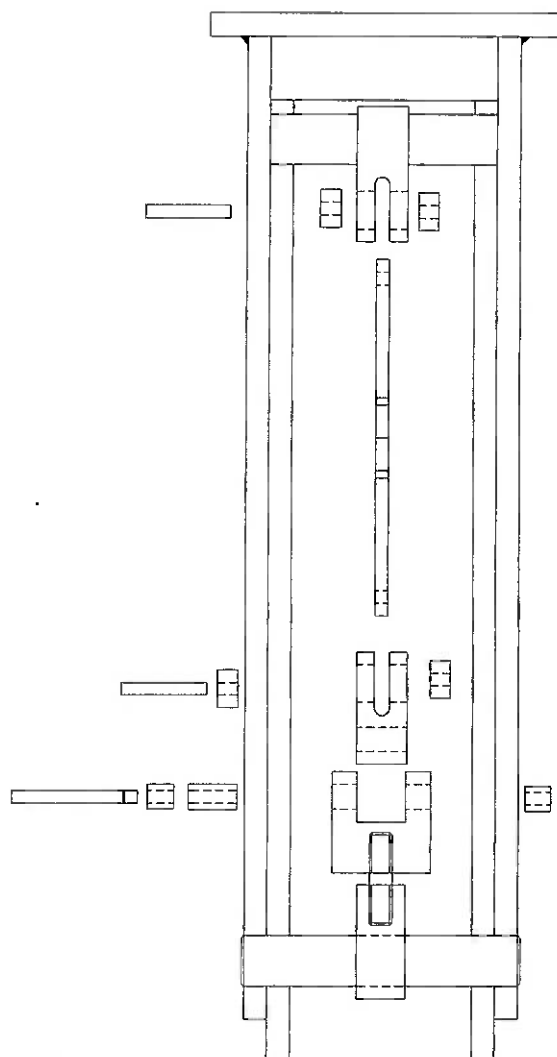
DISPOSITIVO DE ENSAIO DE TRAÇÃO DINÂMICO

4. Bibliografia :

- Tecnologia Mecânica / Vicente Chiaverini – 2º ed. – São Paulo : McGraw-Hill, 1986
- Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos / Sérgio Augusto de Souza – 4.a Ed – Editora Edgard Blücher LTDA, 1974
- Resistência dos Materiais / Ferdinand P. Beer e E. Russel Johnston Jr. – Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1982
- Fundamentals of Machine Component Design / Juvinall Marshek – 2ª Edição – John Wiley & Sons, Inc, 1991
- Desenho Técnico Mecânico / Giovanni Manfredi, Rino Poza, Giovanni Scarato – Vols 1 e 2 – Hemus – Livraria Editora LTDA.
- Journal de Physique IV
Colloque C8, supplément au Journal de Physique III, Volume 4 , spt 1994
- The Metals Society, 1977 . Manuscrito aceito em 20 de Abril de 1976

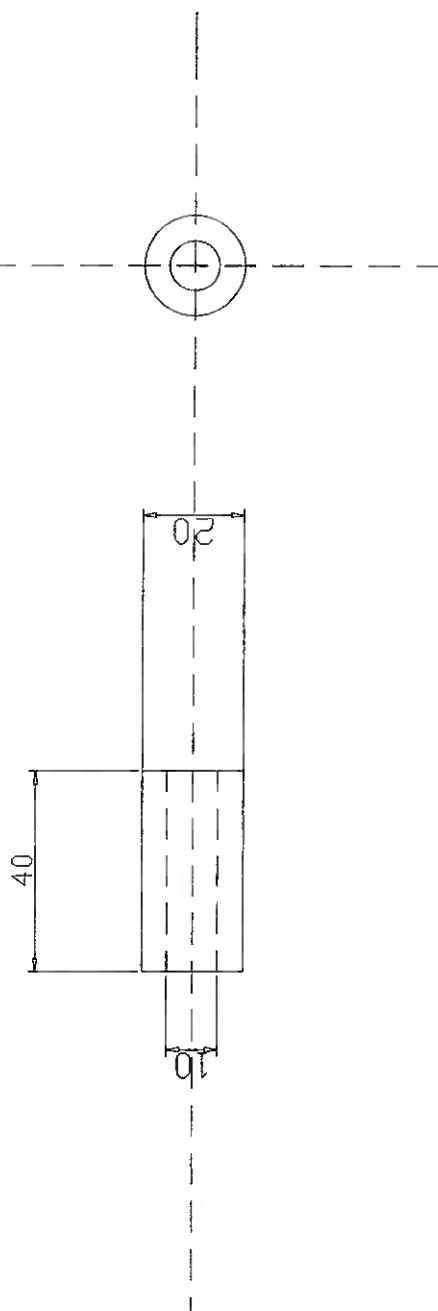
N. DES. CAD :
REVISAO :
DATA :
RESPONS :
REVISADO :

DWG N.

[illegible]

DWG N.

posicao 6

[illegible]

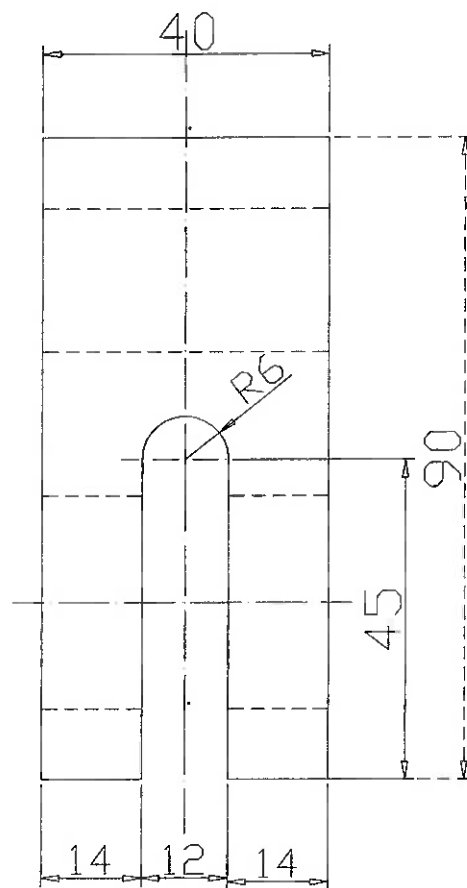
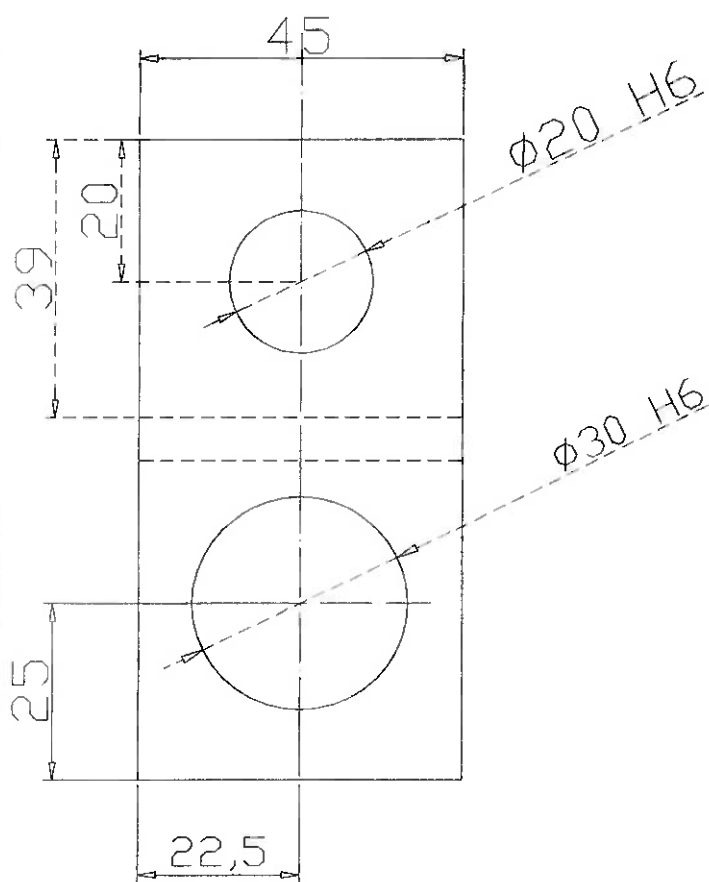
N. DES. CAD :
REVISAO :
DATA :
RESPONS :
REVISADO :

REVISADO :

REVISIONS

REVIEW

DWG N°

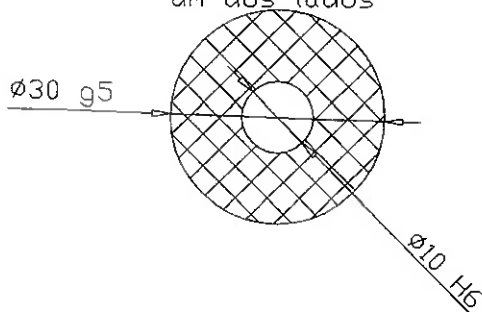


N° DES. CAD :
REVISAO :
DATA :
POR :
REVISADO :

REV.	MODIFICACAO	DATA	NOME	REV.	MODIFICACAO	DATA	NOME	REV.	MODIFICACAO	DATA	NOME
		DATA	NOME	ASS.	TITULO GARRA FIXAÇÃO SUPERIOR POSIÇÃO 4						
		DES.									
		VERIF.									
		APROV.									
SUBST. POR:					DES. N°			REVISAO		ESCALA	
SUBSTITUI A:											

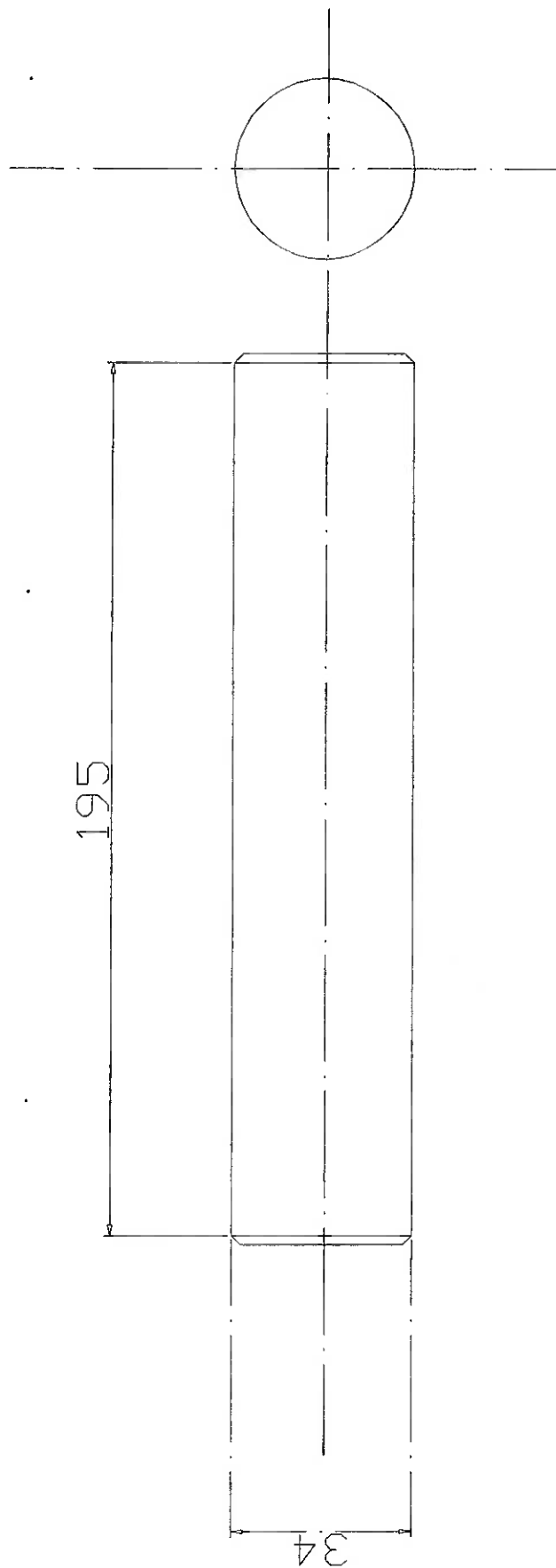
DWG N°

Entalhe prof.
1mm em apenas
um dos lados



REV.	MODIFICACAO	DATA	NOME	REV.	MODIFICACAO	DATA	NOME	REV.	MODIFICACAO	DATA	NOME
		DATA	NOME	ASS.	TITULO BUCHA DE FIXAÇÃO POSIÇÃO 13						
		DES.									
		VERIF.									
		APROV.									
		SUBST. POR:				DES. N°					REVISAO
SUBSTITUI A:											

REVISAO :
DATA :
POR :
REVISADO :

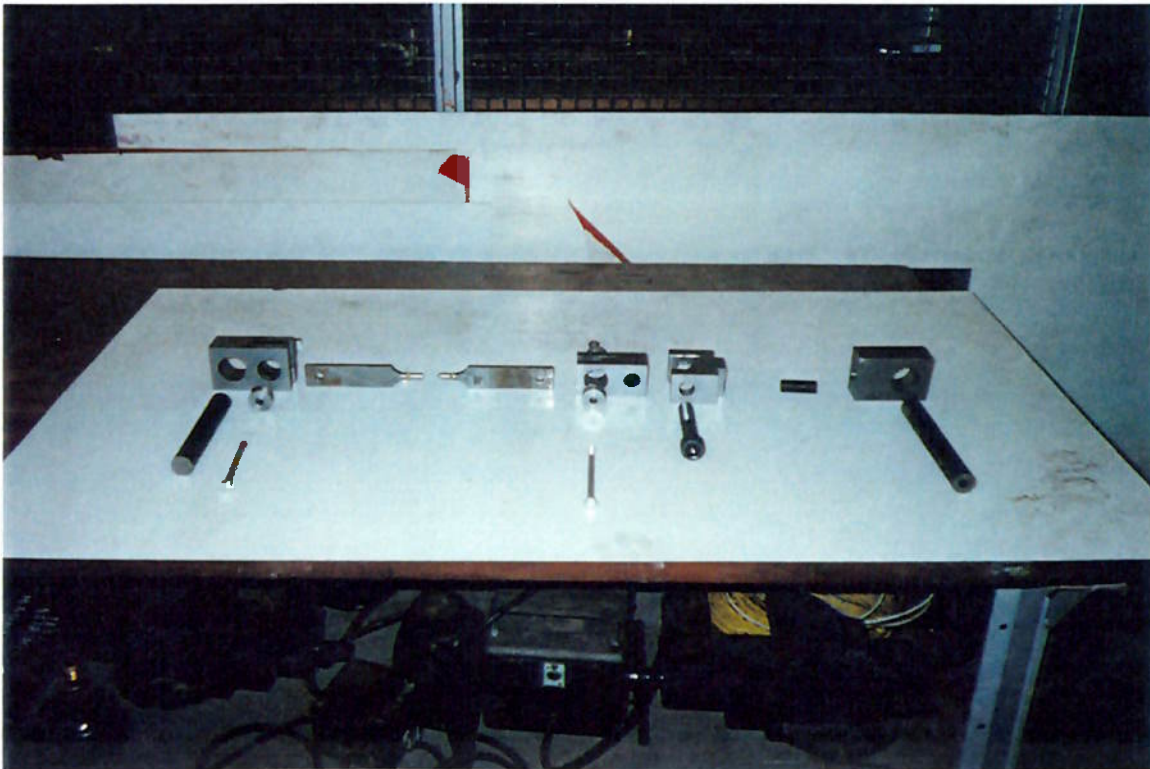


DWG. N.

Nº DES CAD :
REMSAO :
DATA :
RESPONS :
REVISADO :

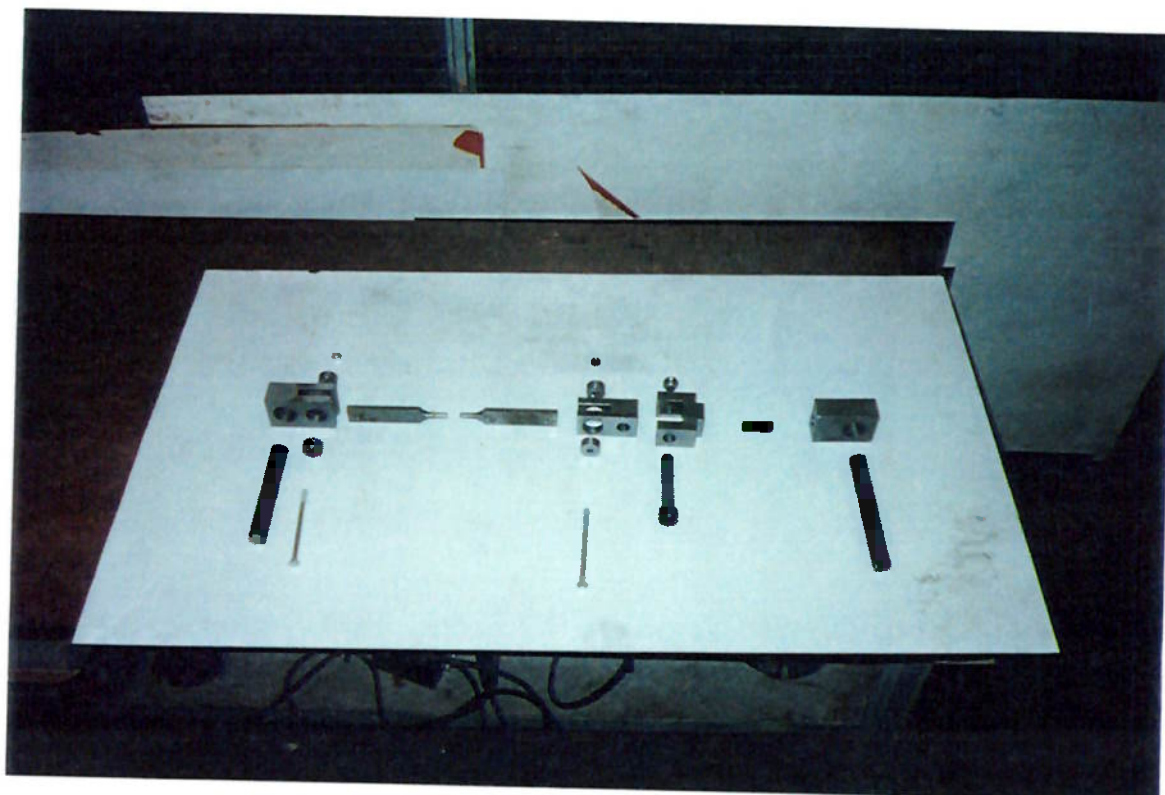
[illegible]

Anexo

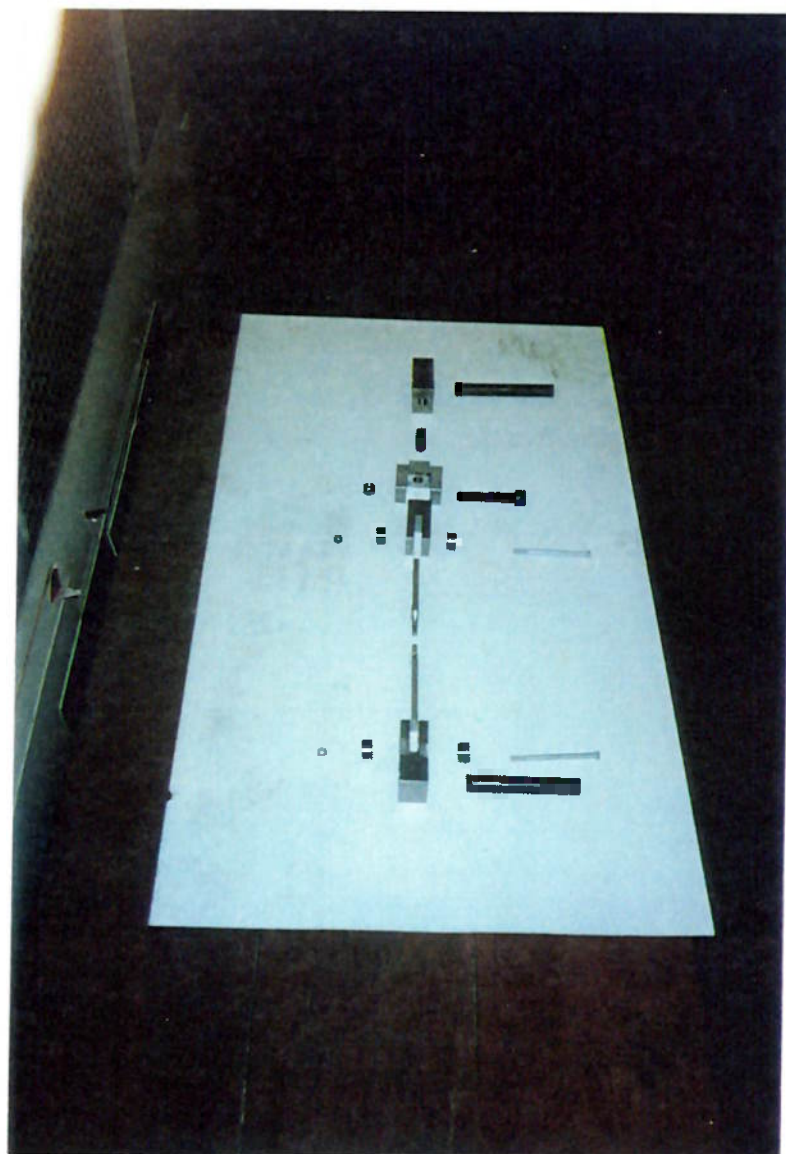


ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecânica

Anexo



Anexo



Anexo

