



PROJETO DE MÁQUINA PARA ENSAIO DE TORÇÃO PARA FINS DIDÁTICOS

Jefferson Natan José Augusto ¹; Carlos Eduardo Silva Leite ²; Marcos Paulo Gonçalves Pedrosa³;

¹ Jefferson Natan José Augusto, IFMG, Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos - MG; jeffersonnja@hotmail.com

² Carlos Eduardo Silva Leite, Engenharia Mecânica, IFMG Campus Avançado Arcos, Arcos – MG

³ Orientador: Marcos Paulo Gonçalves Pedrosa, Campus Avançado Arcos; marcos.pedrosa@ifmg.edu.br

RESUMO

A máquina para ensaio de torção é fundamental no setor industrial, pois possibilita a obtenção do conhecimento de propriedades mecânicas dos aços, informações necessárias em dimensionamentos de estruturas metálicas. O ensaio de torção consiste em torcer o corpo de prova até sua ruptura, o material é fixado axialmente em ambos os lados, o momento torsor pode ser aplicado em uma ou nas duas extremidades. Em seu conceito mais comum a máquina pode ser acionada manualmente ou através de um sistema elétrico-mecânico composta por motores elétricos e redutores; durante o ensaio é possível adquirir algumas informações como torque aplicado e ângulo de torção, existem algumas maneiras distintas de se adquirir estas informações, dentre elas, a utilização de sensores controlados por Arduino e códigos computacionais, com os dados obtidos um gráfico que relaciona tensão de cisalhamento e ângulo de deformação por cisalhamento é obtido, e assim, podem ser calculados valores numéricos da tensão de cisalhamento máxima, módulo de elasticidade transversal para o material, tensão de ruptura e limite de escoamento, fundamentais em decisões de projetos. O campus avançado Arcos é uma unidade do IFMG (Instituto Federal de Minas Gerais), que possui curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica e curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio. A instituição conta com alguns laboratórios como espaço *Maker* e Oficina, Fabricação, Soldagem e Fundição, Materiais, Ensaio Mecânicos e termo fluídos, todavia, nenhum deles conta com uma máquina de torção, criando uma deficiência no ensino do campus, já que todos os cursos ofertados possuem disciplinas obrigatórias que necessitam de tal máquina, como ciências dos materiais, resistência dos materiais I e II, ensaios mecânicos, elementos de máquinas I e II, vibrações mecânicas, disciplinas estas sendo obrigatórias pela grade do curso de engenharia mecânica ofertado pelo *campus*. O objetivo desse trabalho é o projeto de uma máquina de torção para fins didáticos.

PALAVRAS CHAVES: Máquina de torção, IFMG, Ensaio mecânico.



INTRODUÇÃO:

Com a crescente aplicação de aços nas indústrias foi necessário desenvolver testes empíricos, chamados de ensaios mecânicos, que desempenham um papel muito importante, pois através deles é possível determinar características de materiais de engenharia. Para a aplicação de materiais em estruturas sujeitas a compressão, tração e torção é importante conhecer a suas propriedades mecânicas, levando isso em consideração foram desenvolvidas por engenheiros ao decorrer do tempo técnicas para ensaios mecânicos de engenharia, como por exemplo, o ensaio de torção (SOUZA, 1982).

O ensaio de torção é realizado pelas máquinas de torção, que através da aplicação do momento torsor provoca a rotação do corpo de prova levando-o a falha. O software próprio da máquina plota os resultados obtidos em um gráfico correlacionando tensão de cisalhamento com ângulo de deformação, assim, obtendo a tensão máxima de torção, que é amplamente utilizada, pois possibilita o dimensionamento de estruturas.

A cidade de Arcos-MG conta com uma unidade do IFMG, ofertando o curso Bacharelado em Engenharia Mecânica e o curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio, ambos compartilhando os laboratórios do campus, que são: Informática, Física, Química, Metrologia, Biologia, Sistemas Térmicos e Fluídos, Eletrônica e alguns de projetos mecânicos como espaço *Maker* e Oficina, Fabricação, Soldagem e Fundição, Materiais e Ensaios Mecânicos. O campus oferta vagas anuais em todos os cursos, possibilitando assim uma grande demanda de alunos e uma ótima qualidade de ensino, visando prepará-los para o mercado de trabalho, principalmente, para a cidade de Arcos, pois a cidade conta com diversas mineradoras e uma grande procura de profissionais da área.

O ensaio de torção é um tópico importante na formação do aluno, pois além de conciliar teoria com a prática, facilitando o entendimento da disciplina, prepara os alunos para o mercado de trabalho nas indústrias. O campus Arcos apresenta uma deficiência didática nesse aspecto, devido à ausência de uma máquina de torção, o que faz com que o ensaio de torção não seja realizado pelos alunos, já que todos os cursos ofertados contêm matérias obrigatórias na grade curricular relacionadas à torção, tais como resistência dos materiais e ciências dos materiais, entre outras. Assim, é de suma importância para os alunos do campus o presente projeto, pois objetiva uma primeira versão de um projeto de máquina para ensaio de torção, na intenção de aquisição futura dos componentes necessários para a sua fabricação.

O presente projeto também é justificado através do ganho em conhecimentos na área de projetos mecânicos que os alunos desenvolvedores obterão, conhecimentos como os destacados nas disciplinas de Desenho Técnico, Resistência dos Materiais, Elementos de Máquinas, Ciência dos Materiais, Programação e Circuitos Elétricos.

A máquina de tração-torção (MTT), é uma máquina multiaxial que consiste em um equipamento que avalia experimentalmente os modelos de plasticidade incremental e a predição da vida à fadiga sobre cargas combinadas. A MTT é um sistema combinado eletromecânico que utiliza dois motores de corrente contínua como principais atuadores conectados a uma caixa de redução



mecânica que fornece o carregamento de tração axial e/ou torção ao corpo de prova (SANCHEZ, 2014).

A MTT se mostrou muito eficaz no seu sistema eletromecânico e em seu sistema de controle, tornando as medições precisas e com resultados satisfatórios, mas foi insuficiente quando a mesma não considerou algumas variáveis na execução do ensaio mecânico, tais como não considerar a modelagem do corpo de prova e a folgas que podem existir no processo.

TorsionLine 20/200/500 é uma variante de máquinas de ensaios de chão que utiliza como principal equipamento um motor que proporciona a torção e um mancal fixo para apoio do material, o teste é feito horizontalmente. Essa variante conta com um acionamento de torção de 20 Nm, 200 Nm e 500 Nm e tem como alguns exemplos de uso: materiais metálicos, materiais sintéticos, parafusos de ossos, apoios de motor, entre outros (ZWICK/ROELL, 2024).

Algumas de suas características e vantagens se destacam sendo elas uma alta flexibilidade no manuseio através do software da atualidade, precisão com erros mínimos na medição angular, ampla faixa de velocidade de teste, medição em toda faixa de torque e em rigidez máxima se obtém um ângulo de rotação preciso.

Visando a necessidade de caracterizar com exatidão a resistência ao corte de adesivos estruturais, a máquina de torção de adesivos estruturais, tem como finalidade realizar o ensaio de torção considerando concentradores de tensão, o que não ocorre em algumas máquinas de torção, promovendo assim resultados mais rigorosos. A máquina de torção de adesivos estruturais considera o momento o torsor de 60 Nm e para seu funcionamento ela conta com motores elétricos e dois provetes responsáveis para realizar o giro no corpo de prova (GONÇALVES, 2013).

A máquina de torção de adesivos estruturais possui como vantagem considerar concentradores de tensão em seus testes, obtendo assim resultados bem precisos e convincentes em testes realizados em substratos cilíndricos tubulares ou maciços.

A máquina de torção de bancada AN8050, está disponível no mercado e foi desenvolvida para realização de atividades vinculadas ao desenvolvimento de ligas especiais para ferramentas odontológicas e outras similares. A máquina foi desenvolvida para executar ensaios de torção em fios e lâminas metálicas, a temperatura ambiente; ela em rotação constante de 2 rpm (rotações por minuto) e torque máximo de 50 Nm. É permitido também medição angular de até 180 °, com resolução 1/500 e aplicação cíclica de até 60° por 1000 voltas, possui também mecanismos que desligam seu motor elétrico após ruptura do corpo de prova, que por sua vez podem possuir secção transversal cilíndrica, quadrada ou retangular (CONTROLE, 2022).

A máquina de torção AN8050 atende seu propósito em aplicações odontológicas pois se torna uma máquina versátil e de fácil manuseio, não há necessidade de um torque elevado pois em sua aplicação são utilizados corpos de provas finos, levando a terem uma baixa resistência a torção.

METODOLOGIA:

Tomando como início do trabalho o projeto informacional, serão feitas pesquisas em livros, artigos e acervos bibliográficos com a finalidade de adquirir o conhecimento necessário para o desenvolvimento de um projeto de máquina para ensaio de torção. As pesquisas relacionadas ao comportamento de aços submetidos a esforços mecânicos e sobre projetos de máquinas de torção existentes são fundamentais para o enriquecimento sobre o assunto, será utilizado a biblioteca do campus, repositórios de artigos online e o site INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), que consiste em uma plataforma de pesquisa sobre patentes.

A função global representada na figura 1, proposta no trabalho é a realização do ensaio de torção e plotar o gráfico para coleta de informações e características do material ensaiado.

Figura 1 – Função global

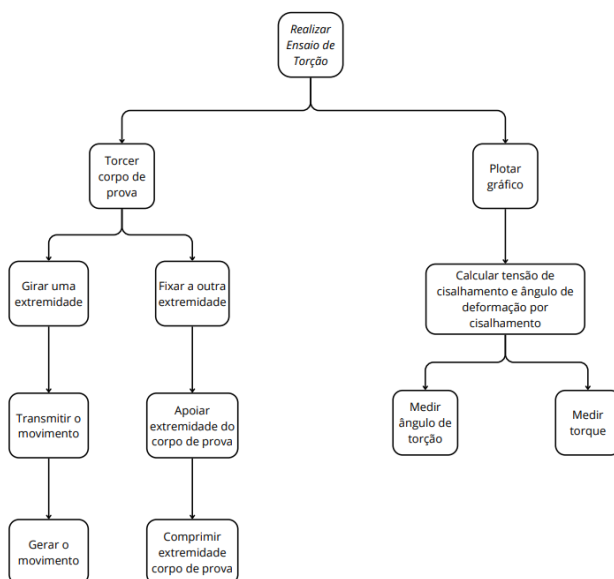


Fonte: Próprios autores

Com a função global, foi desenvolvido uma estrutura funcional representada na figura 2 que tem como objetivo demonstrar as funções parciais e elementares essenciais para gerar os princípios de solução.

No primeiro nível está a função principal, que se trata de ensaiar o corpo de prova, logo abaixo se encontra as funções secundárias, que possui como finalidade torcer o corpo de prova e gerar um gráfico que relaciona tensão de cisalhamento e ângulo de deformação por cisalhamento, para isso é necessário fixar o corpo de prova, aplicar o momento torsor, calcular a tensão de cisalhamento e o ângulo de torção, que se trata da função terciária, isso será possível se transmitir o movimento para o corpo de prova e medir o ângulo de torção com o torque, que são as funções quaternária e quinary.

Figura 2: Estrutura funcional



Fonte: Próprios autores

Após a estrutura funcional foi direcionado os estudos para realizar um quadro morfológico 3, que tem como objetivo esclarecer todas as opções plausíveis para as funções propostas, também é possível perceber na imagem um destaque em verde nos componentes selecionados para a máquina de torção.

A combinação de variáveis utiliza do quadro morfológico relacionando os componentes selecionados e estipula notas para cada um, assim auxiliando na escolha ideal para o projeto. Foi escolhido para realizar o movimento do corpo de prova um motor de passo, pelo seu elevado torque em baixas rotações, ideal para realizar ensaio de torção, uma redução de polias e correia será utilizada para elevar o torque a ser aplicado no corpo de prova, que por sua vez será fixado na máquina de torção por mandris de parafusadeiras, escolhidas por atender ao projeto com baixo custo. O ajuste do corpo de prova na máquina será feito por uma guia linear convencional, pois as guias acionadas por fuso ou sistema hidráulico possuem um valor financeiro maior.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Após toda informação coletada, realiza-se uma busca por princípios de solução com diversas resoluções de problemas e escolhas. Optando pelo método do quadro morfológico que consegue ter uma visão facilitada sobre problemas complexos e obtendo melhores resultado, desenvolvimento e custos.

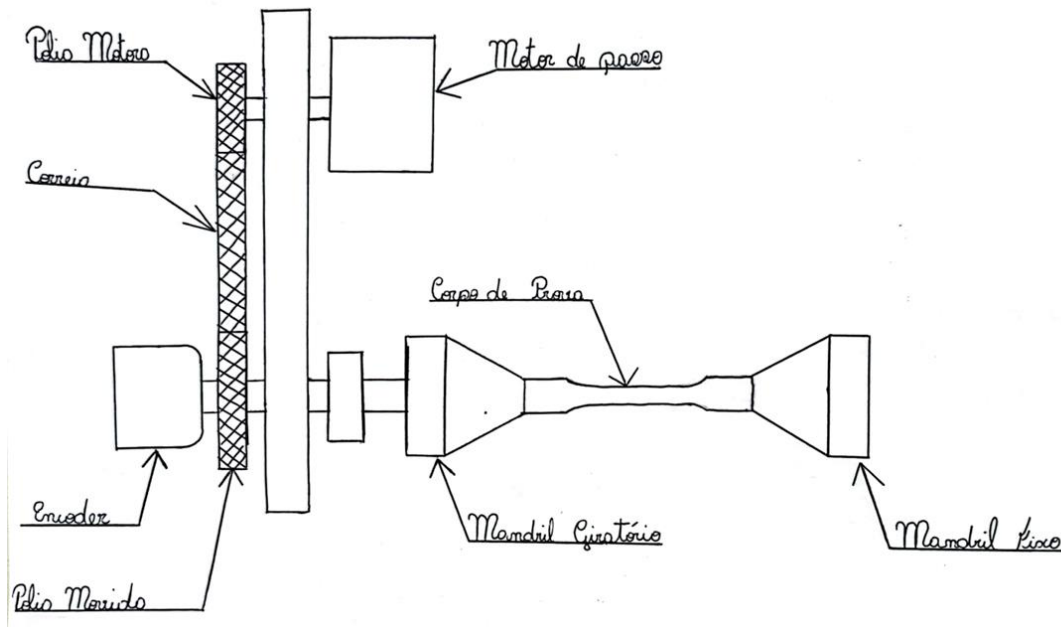
Figura 3 – Quadro morfológico.

Motores Elétricos			
	Motor C.C	Motor passo	Motor C.A
Fixação			
	Garra autotravante	Alicate de pressão	Mandril de furadeira
Redução			
	Polia e corrente	Polia e correia	Engrenagem
Ajuste do corpo de prova			
	Guia linear	Guia linear de fuso	Guia linear hidraulica

Fonte: Próprios Autores

Como resultado o grupo obteve um croqui com a finalidade demonstrativa de uma vista superior da máquina de torção, demonstrando alguns componentes essenciais para seu funcionamento. O croqui representado na Figura 4 serve como uma base para o desenvolvimento futuro de uma modelagem computacional e uma possível simulação.

Figura 4 – Croqui de componentes



Fonte: Próprios autores

CONCLUSÕES:

Deste modo o presente trabalho se mostrou promissor as metas propostas, desenvolvendo um modelo de máquina de torção, algumas dificuldades foram encontradas como a medição do torque de ruptura do corpo de prova e a lógica dos comandos elétricos, contudo os testes empíricos mostraram resultados benéficos para o estudo. Com esta pesquisa é possível realizar a última meta que se trata de uma publicação em uma revista e uma continuidade em outro projeto de pesquisa para a fabricação da máquina de torção.



seminário
de iniciação
científica

ISSN 2558-6052



REFERÊNCIAS:

SOUZA, S. A. D. Ensaios mecânicos de materiais metálicos: Fundamentos teóricos e práticos. [S.l.]: Editora Blucher, 1982.

SANCHEZ, E. C. M. Desenvolvimento de uma máquina tração-torção de ensaios de fadiga para avaliação de modelos de plasticidade incremental. Tese (Doutorado) — D. Sc. Thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ZWICK/ROELL. Máquinas de ensaio de torção. 2024. Disponível em: <<https://www.zwickroell.com/pt/produtos/maquinas-para-ensaios-estaticos-de-materiais/maquinas-de-ensaio-biaxiais-triaxiais/maquinas-de-ensaio-de-torcao/#c98402>>. Acesso em: 28 de maio de 2024.

GONÇALVES, J. A. Desenvolvimento mecânico de uma máquina para ensaios de torção de adesivos estruturais. 2013.

CONTROLE, A. instrumentação e. Máquina de Torção AN8050. 2022. Disponível em: <<http://www.analogica.com.br/produtos/maquina-de-torcao-an8050>>. A

O título "Referências" deve ser centralizado, fonte *Times New Roman* 12. As referências bibliográficas serão apresentadas em ordem alfabética e conter todos os dados necessários à sua identificação conforme a norma NBR 6023:2000 ABNT.