

DESENVOLVIMENTO DE MÁQUINA DIDÁTICA PARA ENSAIO DE TRAÇÃO

MATEUS EVANGELISTA DOS SANTOS¹, GUSTAVO DANIEL GÓES DO CARMO², YAN BARRETO ARAÚJO³, ADAILSON SANTOS SILVA⁴ e VINICIUS ALENCAR ENTREPOTES⁵

¹Graduando em Engenharia Mecânica, IFBA, Jequié-Ba, mateusevang20@gmail.com;

²Graduando em Engenharia Mecânica, IFBA, Jequié-Ba, gusdanielgdc@gmail.com;

³Graduando em Engenharia Mecânica, IFBA, Jequié-Ba, yanskatesempre5@gmail.com;

⁴Graduando em Engenharia Mecânica, IFBA, Jequié-Ba, daissilva.as@gmail.com;

⁵Graduando em Engenharia Mecânica, IFBA, Jequié-Ba, entrealencar@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
07 a 10 de outubro de 2024.

RESUMO: O seguinte artigo apresenta o desenvolvimento de uma máquina de ensaio para um corpo de prova sujeito à tração, exclusivamente para fins didáticos. O aparelho deverá auxiliar no entendimento de conteúdos vistos durante as aulas, sendo uma demonstração prática do que é visto apenas em teoria. Com um protótipo em tamanho que possibilita facilidade de transporte, é possível, com um corpo de prova adequado para a escala da máquina, mostrar os efeitos causados pelo esforço solicitante.

PALAVRAS-CHAVE: Máquina de ensaio, Tração, Desenvolvimento de protótipo, Aparelho didático.

DEVELOPMENT OF DIDACTIC MACHINE FOR BENDING TEST

ABSTRACT: The following article presents the development of a testing machine for a specimen subject to tension, exclusively for teaching purposes. The device should help in understanding content seen during classes, being a practical demonstration of what is only seen in theory. With a prototype in a size that allows for ease of transportation, it is possible, with a test specimen suitable for the scale of the machine, to show the effects caused by the solicited stress.

KEYWORDS: testing machine; traction; didactic purposes; prototype

INTRODUÇÃO

A disciplina de Resistência dos Materiais II é um componente indispensável em qualquer programa de engenharia, pois oferece aos estudantes conhecimentos fundamentais para compreender o comportamento mecânico de estruturas e materiais. Ela aborda conceitos como tensão, deformação, cargas, entre outros, abrangendo desde análises até projetos de elementos estruturais, desempenhando um papel crucial na formação de engenheiros. O conhecimento das propriedades mecânicas de qualquer tipo de materiais revela-se de extrema importância no projeto de qualquer equipamento.

Desta forma, a escolha do material para um determinado componente ou projeto requer informação relativa ao seu comportamento mecânico, ou seja, informação relativa à relação entre a deformação e a resposta do próprio material quando lhe é aplicado uma carga. É notório que o estudo da Resistência dos Materiais envolve conceitos complexos, e a visualização dos comportamentos mecânicos desempenha um papel fundamental na melhor compreensão desses princípios. Conforme destacado por NAKAO (2004), na engenharia, a falta de evidência de um fenômeno físico torna sua assimilação desafiadora. Portanto, para garantir o sucesso no processo de ensino e aprendizagem, é essencial utilizar recursos visuais para ilustrar os conceitos apresentados em sala de aula. Além disso, conforme o mesmo autor, recursos multimídia muitas vezes não conseguem atrair a atenção dos alunos de forma eficaz, dessa forma.

Em suma, a prática de visualizar os comportamentos mecânicos, preferencialmente por meio de modelos físicos, desperta maior interesse e participação dos alunos, resultando em uma compreensão mais sólida dos conceitos abordados na disciplina. Os ensaios mecânicos a materiais permitem quantificar as propriedades mecânicas e conhecer como estes se comportam quando são submetidos a diferentes tipos de esforços (tração, compressão, corte, flexão ou torção). Nesse contexto, o objetivo deste projeto é

desenvolver um protótipo funcional que permita a visualização dos comportamentos mecânicos estudados na disciplina, proporcionando um recurso prático e físico que contribuirá significativamente para a compreensão dos conteúdos. Este relatório destaca a importância da disciplina e a necessidade de abordagens práticas para facilitar a aprendizagem dos alunos. A estrutura do modelo construído foi feita pelos próprios alunos, bem como a programação utilizada na parte elétrica. Utilizou-se o PLA para impressão dos corpos de prova.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de tração consiste em submeter um corpo de prova (material a ser ensaiado) a uma tensão crescente, obtendo o resultado do ensaio por um gráfico denominado Tensão-Deformação. Os corpos de prova podem ter seção transversal circular, retangular, quadrada, entre outros, e são produzidos de acordo com parâmetros estabelecidos em normas internacionais. O principal objetivo de um ensaio de tração é conhecer a tensão suportada no final da fase elástica, também conhecido como Limite de Proporcionalidade, onde a fase elástica se encerra e inicia a fase de deformação plástica. A aplicação da carga deve estar conforme as condições de serviço para o qual o material está a ser selecionado. Uma forma possível de determinar as propriedades mecânicas de interesse é a realização de vários ensaios, projetados de forma cuidada e que sejam capazes de reproduzir o mais fiel possível as condições de abordagem, essa abordagem, considerando a sollicitação mecânica da natureza dos ensaios (tração, compressão ou corte, constante ou variável ao longo do tempo), a duração da sua aplicação (desde poucos segundos até alguns meses) e também as condições ambientais, nomeadamente a temperatura de serviço. Conseqüentemente, para uniformizar os vários ensaios e a interpretação dos respectivos resultados existem normas que devem ser seguidas. As normas devem então ser consultadas e os ensaios devem estar conforme o descrito.

ESQUEMA ELÉTRICO

- O esquema Elétrico foi produzido no IF-MAKER, laboratório dedicado à montagem e execução de componentes eletrônicos.(Figura 1). A programação foi feita no software do Arduino IDE (Figura 6), a programação do aplicativo foi feita no MIT App Inventor(Figura 7) e o esquema elétrico montado utilizando o aplicativo Fritzing (Figura 8).
- Conexões Físicas: 1. Cabo Serial para Alimentação do Arduino: - Um cabo serial foi conectado à porta de alimentação de 5V e GND do Arduino Mega 2560, fornecendo alimentação ao Arduino. Foi certificado que a tensão e a polaridade estariam corretas para evitar danos ao Arduino.
- 2. Controle do Motor usando Ponte H: - As saídas PWM 10 e 9 do Arduino Mega 2560 estão conectadas às portas IN2 (pino 10) e IN1 (pino 9) da ponte H, respectivamente. - As saídas da ponte H, OUT2 e OUT1, estão conectadas ao motor para controlar sua direção e velocidade. OUT2 é positivo, e OUT1 é negativo.
- 3. Sensor de Fim de Curso: - O sensor de fim de curso está conectado à porta PWM 8 do Arduino Mega 2560. - Essa conexão permite que o Arduino detecte o estado do sensor de fim de curso, como uma posição final ou limite.
- 4. Módulo Bluetooth HC-05: - A comunicação Bluetooth é estabelecida entre o Arduino Mega 2560 e o módulo HC-05. - O pino RX2 (pino 17) do Arduino está conectado ao pino TXD do HC-05 para transmitir dados do Arduino para o módulo Bluetooth. - O pino TX3 (pino 14) do Arduino está conectado ao divisor de tensão e, em seguida, ao pino RXD do HC-05 para receber dados do módulo Bluetooth. - O módulo HC-05 é alimentado pelas conexões GND e 5V do Arduino Mega 2560.
- 5. Alimentação das Fontes: - O Arduino Mega 2560 é alimentado por uma fonte externa. - A Ponte H é alimentada por uma fonte externa de 12V.

O objetivo do grupo ao idealizar o projeto é de criar uma máquina de ensaio de tração portátil que pode ser usada para realização de testes de tração em determinados corpos de prova (Figura 2). Para produção de tal, utilizamos conceitos das disciplinas Processos de Fabricação, Desenho técnico e Resistência dos Materiais, além da consulta a diversos profissionais e referências bibliográficas nas referidas áreas. Foi escolhido como material para a estrutura o metalon (Aço Carbono), após considerações sobre a resistência do material a flexão,tração, tensões externas e corrosão, contribuindo para extensão da vida

útil do projeto. O preço do material também foi considerado e avaliado como o ponto fraco do projeto. Foram feitas simulações do projeto no software Solidworks (Figura 3).

Tabela1: Cronograma de Execução do Projeto. Fonte: Os Autores.

Semana	Atividades
Semana 1	Pesquisa bibliográfica sobre bancadas de ensaio de tração
Semana 2	Seleção de materiais adequados para a bancada
Semana 3	Projeto estrutural da máquina de ensaio de tração portátil
Semana 4	Aquisição dos materiais necessários
Semana 5	Início da fabricação da máquina de ensaio de tração portátil
Semana 6	Montagem estrutural da máquina
Semana 7	Instalação dos componentes elétricos adequados à máquina
Semana 8	Testes e ajustes da bancada de ensaio de flexão
Semana 9	Preparação do relatório final e apresentação do projeto

A tecnologia da impressão 3D permite que peças complexas sejam fabricadas em questão de horas a partir de uma modelagem em softwares de Desenho Assistido por Computador (CAD) (Fereshtenejad, 2016). O SolidWorks é o software de CAD mais utilizado para modelagem tridimensional. Para modelagem do corpo de prova (Figura 4), foi utilizado o software SolidWorks e as dimensões seguiram as determinações da norma ASTM D638.

Tabela 2: Fatores de Impressão. Fonte: Os Autores.

Fator	Nível
Padrão de Preenchimento	Hexagonal
Altura da Camada	0,1mm

Tabela 3: Propriedades do Filamento PLA. Fonte:PEREIRA, 2021

Temperatura de Preparação	190-210°C
Temperatura de Distorção	56°C
Densidade	1,24 g/cm ³
Tensão de Resistência	65 MPa
Alongamento até a quebra	8%
Tensão de Flexão	97 MPa
Módulo de Flexão	3600 MPa

Simulação de impressão das peças com padrão de preenchimento hexagonal. Fonte : PEREIRA, 2021.



Parâmetros de impressão, tempo de fabricação dos corpos de prova e volume de material consumido.
Fonte:PEREIRA, 2021.

Padrão de Preenchimento	Altura da Camada (mm)	Tempo de Impressão	Material consumido (cm ³)
Hexagonal	0,10	207	11,04

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 4. Propriedades mecânicas para o ensaio de tração. Fonte:PEREIRA, 2021.

Tensão de Ruptura (MPa)	Deformação de Ruptura (mm)	Força de Ruptura (N)
11,17	2,23	1048,42
Módulo de Elasticidade (GPa)	Tensão Máxima (MPa)	Deformação Máxima (mm)
5171,80	11,20	2,20
Força Máxima (N)		
1051,12		

Materiais frágeis apresentam valores de tensão e deformação de ruptura iguais aos valores máximos. A partir dos resultados obtidos com realização de análise estática, utilizando o SolidWorks Simulation, observou-se o comportamento de um corpo sólido fabricado em PLA e submetido a carga estática de 1493,9 N, a máxima obtida durante os ensaios de tração.

CONCLUSÃO

A produção de uma bancada de ensaio de tração demanda atenção minuciosa aos detalhes. A escolha apropriada de materiais com resistência e rigidez adequadas, junto a um projeto estrutural sólido, resulta em uma bancada confiável. Além disso, a aplicação correta de processos de fabricação, como usinagem e soldagem, é crucial para assegurar a qualidade da bancada. Por fim, o estudo e análise dos conceitos de Elementos de Máquina, bem como proficiência no uso dos softwares necessários para realização do projeto e a compreensão de esforços de tração foram essenciais para o sucesso do projeto.

REFERÊNCIAS

- PEREIRA, Tamires et al. ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO PADRÃO DE PREENCHIMENTO E DA ALTURA DE CAMADA DE DEPOSIÇÃO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PEÇAS FABRICADAS EM PLA A PARTIR DE IMPRESSÃO 3D. DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, v. 8, n. 1, p. 95-103, 2021.
- COSTA, Klinsmann Oliveira et al. Trabalho Acadêmico Integrador IV. 2019.
- DE MOURA, Mariana Freire Resende. Automatização de uma Máquina de Ensaio do tipo Hounsfield Tensometer. 2015.
- NAKAO, O. S. Aprimoramento de um curso de engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.
- American Society for Testing and Materials - ASTM D638. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
- FERESHTEJAD, S.; SONG, J-J. Fundamental study on applicability of powderbased 3D printer for physical modeling in rock mechanics. Rock Mechanics and Rock Engineering, v. 49, n. 6, p. 2065-2074, 2016.