

MODELAGEM MATEMÁTICA: ESTUDO DE ENSAIO DE TRAÇÃO¹

Djonatan Bonato, Fernando Sansigolo, Hiago Brizola Boita²

Keila Daiane Ferrari Orso³

Lidiane de Col⁴

Cleusa Teresinha Anschau⁵

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo estudar o comportamento de dois diferentes corpos de prova durante um ensaio de tração, fabricados com materiais diferentes através do uso da modelagem matemática. Trata-se do aço SAE 1020 e o aço de baixa liga SAE 305. Os ensaios de tração, consistem em aplicação de uma carga que vai sendo elevada de forma contínua e crescente até o momento em que ocorre a ruptura do corpo de prova. A fundamentação teórica buscou definições sobre modelagem matemática, ensaios de tração e os testes foram realizados no laboratório da UCEFF Faculdades. Através da modelagem dos cálculos e da análise, observou-se que o aço carbono SAE 1020 suportou uma força máxima de 10,04 kN, enquanto o aço de baixa liga recebeu 13,63 kN de força durante tração até sua ruptura total. Os resultados mostraram que o aço SAE 1020 apresenta maior resistência do que o aço de baixa liga 305.

Palavras-chave: Corpo de prova. Ensaio de tração. Modelagem matemática.

1 INTRODUÇÃO

Desde a pré-história, durante sua evolução, o homem foi aprimorando seu conhecimento nas mais diversas áreas, não sendo diferente com o ramo da matemática, que inicialmente era utilizada para contagem de animais e posteriormente iria ser utilizada para prever acontecimentos futuros (OHSE, 2005).

Visando resolver um problema matemático de forma numérica, surgiu o Cálculo Numérico, que nada mais é que um grupo de ferramentas e métodos utilizados para atingir resultados de forma aproximada. Entretanto vale salientar que estes métodos são aplicados geralmente quando o problema não apresenta uma solução exata, precisando partir então modelos matemáticos (RODRIGUES, 2007).

Buscando a qualidade dos produtos foram desenvolvidos inúmeros testes para que os materiais utilizados na fabricação atendam as expectativas, suportando todos os esforços aplicados a ele por exemplo. Um destes testes é o teste de tração, no qual é avaliado a resistência

¹ Artigo apresentado na disciplina de Cálculo Numérico.

² UCEFF Faculdades. Acadêmicos da disciplina de Cálculo Numérico. E-mail:djonatanb17@hotmail.com, fernando.sansigolo@hotmail.com, hiago.brizola@unochapeco.edu.br

³ Docente do curso de Engenharia Química. E-mail:keila@uceff.edu.br

⁴ Docentes do curso de Engenharia Química. E-mail: lidiane@uceff.edu.br

⁵ Docente da UCEFF, Mestre em Ciências Ambientais. cleusaanschau@uceff.edu.br.

a tração, limite de resistência à tração (σ), limite de escoamento (σ_e), módulo de elasticidade (E), módulo de resiliência (U_r), módulo de tenacidade (U_t), ductilidade (AL% ou AS%), coeficiente de encruamento (n) e coeficiente de resistência (k).

Diante de exposto, questiona-se: **Como calcular a tração do aço SAE 1020 e o aço de baixa liga SAE 305 através de carga contínua e crescente?**

O presente trabalho tem como objetivo estudar o comportamento de dois diferentes corpos de prova durante um ensaio de tração, fabricados com materiais diferentes através do uso da modelagem matemática. A primeira amostra trata-se de aço SAE 1020 e o segundo um aço de baixa liga SAE 305. Serão observadas informações como limites superior e inferior de escoamento, limite de resistência e limite de ruptura do material. Posteriormente ao final da análise serão apresentadas as diferenças existentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

Desde os primórdios da história o homem começou a analisar o mundo com outros olhos e percebeu que era possível expressar alguns fenômenos utilizando-se de fórmulas. Ai então iniciou a utilização da Matemática para utilizar nas observações (OHSE, 2005).

Para Bragança (2009), a modelagem matemática possui a capacidade de demonstrar a realidade de maneira aplicada durante processos, entretanto para que o conhecimento seja adquirido é necessário que seja percorrido algumas etapas.

Segundo Rosa e Orey (2003), quando é utilizado um sistema matemático de forma repetitiva que possui capacidade de resolver situações problemáticas, essa resolução do sistema pode ser descrita como modelagem matemática.

Atualmente a modelagem constitui uma área própria dentro da matemática, onde acontecimentos cotidianos são transformados em linguagem matemática, simplificando a compreensão dos dados e possibilitando prever, simular ou até mesmo mudar acontecimentos futuros através de estratégias. (SOUZA, 2005).

Bassanezi (2002) evidencia vários pontos positivos na utilização da modelagem matemática como: estímulo de ideias e técnicas, resultados mais precisos, preenchimento de lacunas onde não haviam dados suficientes, sugerir e apontar decisões mais nítidas e até mesmo recurso para melhorar a percepção da realidade.

Segundo Galbraith (2012), as diferentes perspectivas de modelagem matemática podem ser incorporadas em dois gêneros ou abordagens: modelagem como veículo e modelagem como conteúdo. Na modelagem como veículo, o foco está no ensino e na aprendizagem de conteúdos matemáticos de algum programa curricular e, nesse sentido, algumas partes do processo de modelagem, ou aspectos relacionados à modelagem, são usados para aprimorar a aprendizagem de conceitos matemáticos que fazem parte da matemática curricular.

Já, em relação à modelagem como conteúdo, ela se propõe a capacitar os alunos a usar seus conhecimentos matemáticos para resolver problemas reais e dar continuidade ao desenvolvimento dessa capacidade ao longo do tempo. Esses dois gêneros de modelagem não se contrapõem, mas podem ser complementares (GALBRAITH, 2012).

A modelagem matemática pode ser considerada uma alternativa pedagógica que tem como foco a aprendizagem de conteúdos matemáticos por meio de investigações de situações com dados obtidos de fontes reais. Neste ambiente de investigação, mais importante que as respostas encontradas, são as discussões realizadas pelos alunos durante todo o processo de resolução do problema (ALMEIDA; BRITO, 2005).

Na perspectiva da Educação Matemática, a Modelagem surge, então, como uma abordagem de questões reais, oriundas do âmbito de interesses dos alunos, que pode motivar e apoiar a compreensão de métodos e conteúdos da matemática, promovendo a construção de conhecimentos e experiências (ALMEIDA; BRITO, 2005).

2.2 ENSAIOS DE TRAÇÃO

Segundo Garcia, Spim e Santos (2008), os ensaios dos materiais se classificam de duas maneiras, através da velocidade da aplicação de carga durante os ensaios ou quanto a integridade geométrica e dimensional da peça ou componente. Os autores ainda declaram que a principal finalidade dos ensaios são: controlar se o produto encontrasse dentro dos padrões e obter novas informações sobre materiais.

Os ensaios de tração, consistem em aplicação de uma carga que vai sendo elevada de forma contínua e crescente até o momento em que ocorre a ruptura do corpo de prova. São bastante utilizadas na indústria mecânica, uma vez que fornece as características dos materiais, como limites de resistência a tração, limites de escoamento, módulo de elasticidade, entre outros (GARCIA; SPIM; SANTOS, 2008).

Para Callister (2007), o ensaio de tração consiste em um teste onde uma amostra (corpo de prova), que tem dimensões padronizadas por normas específicas, é submetida a uma força

aplicada com o intuito de causar a deformação da mesma para conhecer suas características e como são amostras padronizadas podem, posteriormente, serem comparadas em relação a outros materiais testados por meio deste ensaio.

De acordo com Souza (2005), a aplicação de uma força num corpo sólido, promove uma deformação do material na direção do esforço e o ensaio de tração consiste em submeter um material a um esforço que tende a esticá-lo ou alonga-lo. Geralmente o ensaio é realizado num corpo de prova de formas e dimensões padronizadas, para que os resultados obtidos possam ser comparados ou reproduzidos.

Com este tipo de ensaio, pode-se afirmar que as deformações promovidas no material são uniformemente distribuídas em todo seu corpo, pelo menos até ser atingida numa carga máxima próxima do final do ensaio, e como é possível fazer com que a carga cresça numa velocidade razoavelmente lenta durante todo o teste, o ensaio de tração permite medir satisfatoriamente a resistência do material. A uniformidade da deformação permite ainda obter medições precisas da variação dessa deformação em função da tensão aplicada (SOUZA, 2005).

Os ensaios mecânicos dos materiais são procedimentos padronizados que compreendem testes, cálculos, gráficos e consultas a tabelas, tudo isso em conformidade com normas técnicas. Realizar um ensaio consiste em submeter um objeto já fabricado ou um material que vai ser processado industrialmente a situações que simulam os esforços que eles vão sofrer nas condições reais de uso, chegando a limites extremos de sollicitação.

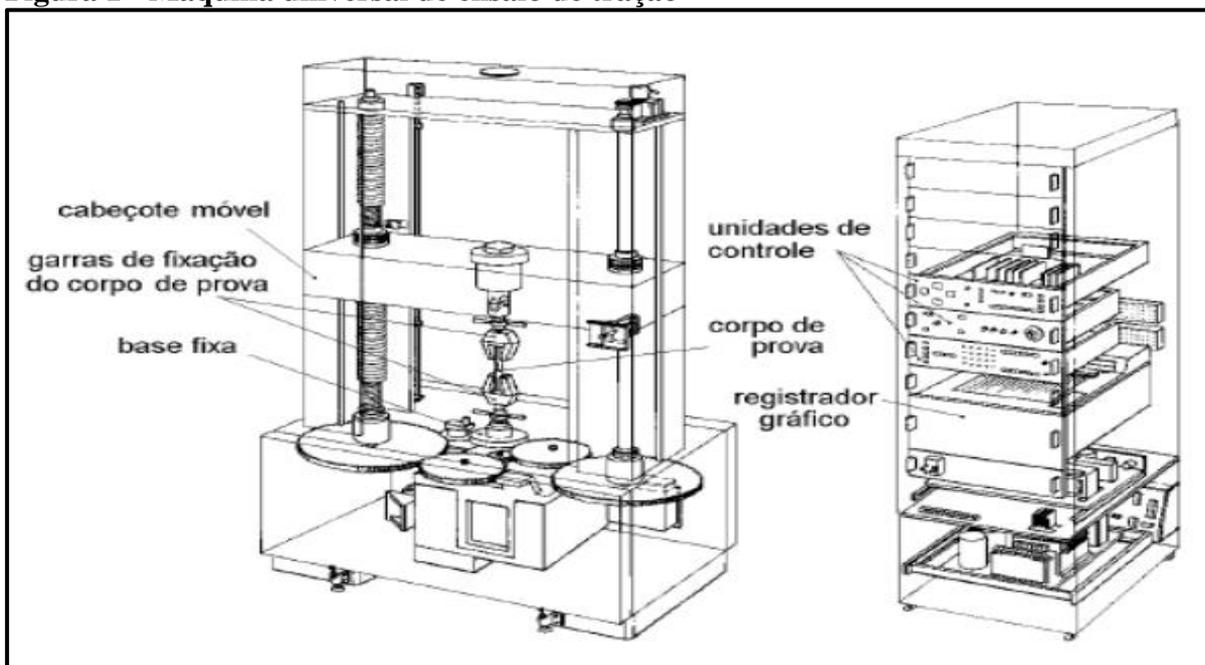
Os ensaios mecânicos podem ser realizados em duas formas:

a) Produtos acabados: os ensaios têm maior significado pois procuram simular as condições de funcionamento do mesmo. Mas na prática isso nem sempre é realizável.

b) Corpos de prova: Avalia a propriedades dos materiais independentemente das estruturas em que serão utilizados. Estas propriedades, por exemplo, limite de elasticidade, de resistência e alongamento, são afetadas pelo comprimento do corpo de prova, pelo seu formato, pela velocidade de aplicação da carga e pelas imprecisões do método de análise dos resultados do ensaio, (SOUZA, 1982).

O ensaio de tração geralmente é realizado na máquina universal, que tem este nome porque se presta à realização de diversos tipos de ensaios. A Figura 01 mostra uma máquina universal de ensaio de tração.

Figura 1 - Máquina universal de ensaio de tração

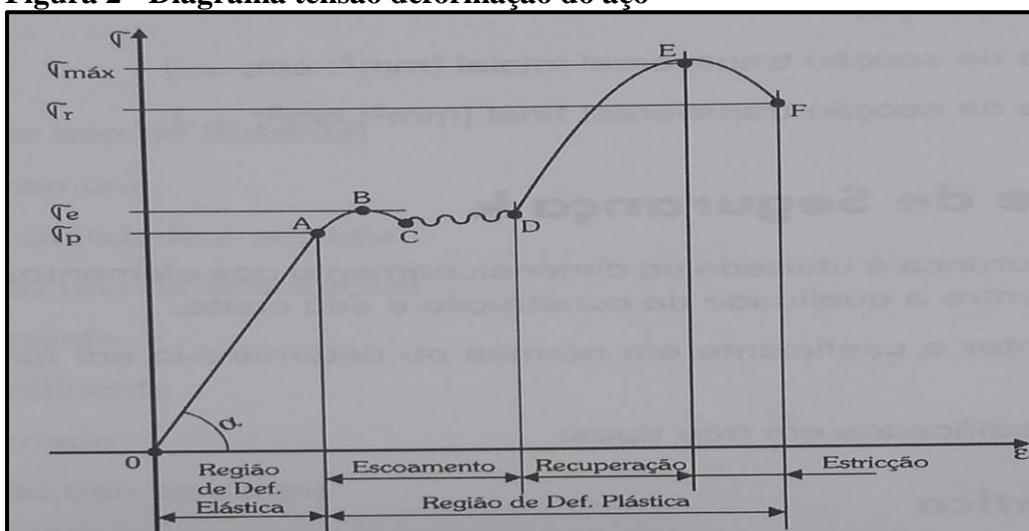


Fonte: Adaptado de Souza (1982).

A máquina é hidráulica ou eletromecânica, e está ligada a um dinamômetro ou célula de carga que mede a força aplicada ao corpo de prova. Possui um registrador gráfico que vai traçando o diagrama de força e deformação, em papel milimetrado, à medida em que o ensaio é realizado.

Teófilo (2017) explica que durante o ensaio de tração a máquina fornece os dados em um gráfico que relaciona as forças aplicadas durante o período do teste e as deformações ocorridas, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Diagrama tensão deformação do aço



Fonte: Melconian (2017).

As informações exibidas na Figura 2 são empregadas para identificar inúmeras propriedades dos materiais e também fazer o controle de especificações de matérias primas, mantendo a qualidade dos produtos (TEÓFILO, 2017).

Conforme a NBR – 6892-1 (Ensaio de Tração – Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente), para que sejam realizados ensaios de tração é necessário que sejam seguidas algumas regras como forma e dimensão dos corpos de prova, forças aplicadas, velocidades a serem aplicadas e como efetuar um relatório de ensaio.

3 METODOLOGIA

Com o intuito de apresentar as propriedades mecânicas e como comportam-se diferentes materiais foram utilizados dois corpos de prova para realização de um ensaio de tração. O primeiro passo foi verificar quais seriam estes materiais. Em visita ao laboratório da UCEFF Faculdades, foi constatado que haviam dois tipos de corpos de prova apropriados para estudo. Um sendo aço carbono SAE 1020 e o segundo um aço baixa liga SAE 305.

Foram verificadas as dimensões para certificação de que estava seguindo os padrões da ABNT NBR ISO 6892-1 e em seguida dada a sequência nos ensaios. O equipamento utilizado para os testes, trata-se de uma máquina universal de ensaios de tração. Automaticamente a máquina que é interligada com um computador, gera diagramas de tensão e deformação.

Com os dados experimentais em mãos, fornecidos pelo programa, iniciou-se a modelagem matemática utilizando cálculos já existentes,

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1) \text{ (Cálculo de tensão)} \quad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2) \text{ (Calculo de deformação)} \quad (2)$$

$$\sigma = E \times \varepsilon \quad (3) \text{ (Módulo de elasticidade)} \quad (3)$$

$$\gamma = \tan \theta \quad (4) \text{ (Deformação)} \quad (4)$$

$$\tau = G \times \gamma \quad (5) \text{ (Módulo de cisalhamento)} \quad (5)$$

Para efeitos da pesquisa, se utilizou as cinco equações.

no experimento e os valores teóricos, o ensaio de tração teve grande importância para aquisição de conhecimento prático do assunto.

Por fim é possível destacar a possibilidade de sequência para este artigo, onde pode-se utilizar os dados do ensaio de tração para encontrar a equação polinomial capaz de representar os pontos do diagrama de tensão.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – NBR-ISO -6892. **Materiais Metálicos – Ensaio de Tração à Temperatura Ambiente**, Brasil, 2002.

ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. **Atividades de modelagem matemática**: que sentido os alunos podem lhe atribuir? *Ciência e Educação*, v. 11, p. 1-16, 2005.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BRAGANÇA, Bruno. **Modelagem Matemática Na Educação**: compreensão de significados. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Tecnológica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp120597.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

CALLISTER, W. D. Jr. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais**. 7ª ed. São Paulo Editora LTC, 2007.

GALBRAITH, P. **Models of Modelling**: Genres, Purposes or Perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and application*, v. 1, n. 5, p. 3-16, 2012.

GARCIA, Amauri; SPIM, Jaime A.; SANTOS, Carlos A. dos. **Ensaio dos materiais**. Rio de Janeiro: Ltc, 2008.

MELCONIAN, Sarkins. **Mecânica técnica e resistência dos materiais**. 19. ed. São José dos Campos: Érica, 2017.

OHSE, Marcos Leandro. **História da matemática**. Disponível em: <<http://www.somatematica.com.br>>. Acesso em 19 nov. 2005.

RODRIGUES, Walter Martins. **Apostila de Cálculo Numérico**. 2007. Disponível em: <www2.ufersa.edu.br> view > cálculo_numérico > apostila_calc_numerico_1>. Acesso em: 21 nov. 2019.

ROSA, M.; OREY, D.C. **Vinho e queijo**: etno-matemática e modelagem. *BOLEMA*, v. 16, n. 20, p. 1-16, 2003.

SOUZA, Analucia C. P. DE. PEREIRA, Mariângela. **Tendências em educação matemática em um curso de extensão universitária**. In: Relatório, 19 mar. a 07 maio 2005. Olímpia

(SP): Faculdade Ernesto Riscali (FAER). Disponível em:
<http://200.231.172.253/cnmac/storal2/analucia_souza_SE5.pdf>. Acesso em 19

TEÓFILO, Jorge. **Propriedades dos Materiais: Diagramas tensão-deformação**. In.:
Estrutura e propriedades dos materiais. 2017. Disponível em:
<<https://jorgeteofilofiles.wordpress.com/2017/01/epm-apostila-cap3adtulo09-propriedades.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2019.