

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CAMPUS DE JOINVILLE**

Ciência dos Materiais

**Relatório de atividade experimental – Ensaio de Tração**

Grupo G7:

Eric Ienaga Yadoya

Hariel Lima

Maykon Hopka

Murilo Giacomini

Sheldon Souza Silva

Victor Marchi Marcondes

## **1 - INTRODUÇÃO**

O ensaio de tração realizado foi dado por uma força de tração axial, essa aplicada até a ruptura do corpo de prova. Além disso, é importante constar que o ensaio permite a obtenção de propriedades mecânicas do material, como o Módulo de Elasticidade, Tensão de escoamento, Tensão máxima, Tensão de ruptura, Resiliência, Tenacidade, por meio de cálculos, tabelas e gráficos, assim demonstrado ao longo do enredo.

Palavras-chave: Ensaio de Tração, Propriedades Mecânicas.

## **2 - METODOLOGIA**

O ensaio foi realizado no Laboratório de CMA(Ciência dos materiais), esse iniciado a partir da medição do corpo de prova, após a averiguação, fixa-se o mesmo na garra inferior de modo que ele esteja centralizado com a superior para evitar um possível torque. Para terminar, calibra-se a máquina para uma força de valor zero, depois realiza-se o encaixe da garra superior no corpo de prova e do extensômetro (tipo clipe).

Em seguida, atenta-se ao painel, pois quando o corpo de prova atinge 2% de deformação deve-se retirar o extensômetro para evitar possíveis danos ao utensílio. Ademais, cabe relatar que a partir desse momento a deformação é medida por meio do deslocamento da travessa superior do maquinário.

### 3 - MAQUINÁRIO

A máquina utilizada foi a Emic 23-100, essa possui uma capacidade de 100KN(referente a célula de carga integrada no maquinário), sendo operada no ensaio com uma velocidade de 10 mm/min. Ademais, a força de compressão para segurar o corpo de prova foi de 1,5 KN.

**Figura 1 - Emic 23-100**

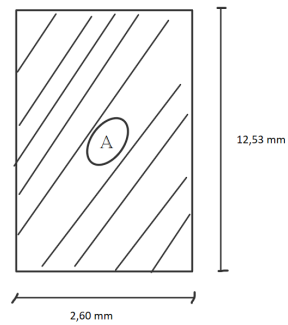


Instron(2024)

### 4 - CORPO DE PROVA

O corpo de prova era um material metálico, com área de seção transversal dada pelo produto da largura e espessura, essas listadas a seguir, 12,53 mm de largura e 2,60 mm de espessura (medida obtida com o auxílio de um paquímetro digital). Outrossim, esse precisou de 1:46:30 min para a ruptura, tendo sofrido aproximadamente 52% de deformação.

**Figura 2 - Cálculo Área de Secção Transversal do Corpo de Prova**



Autores(2024)

**Figura 3 - Comparativo Corpos de Prova**

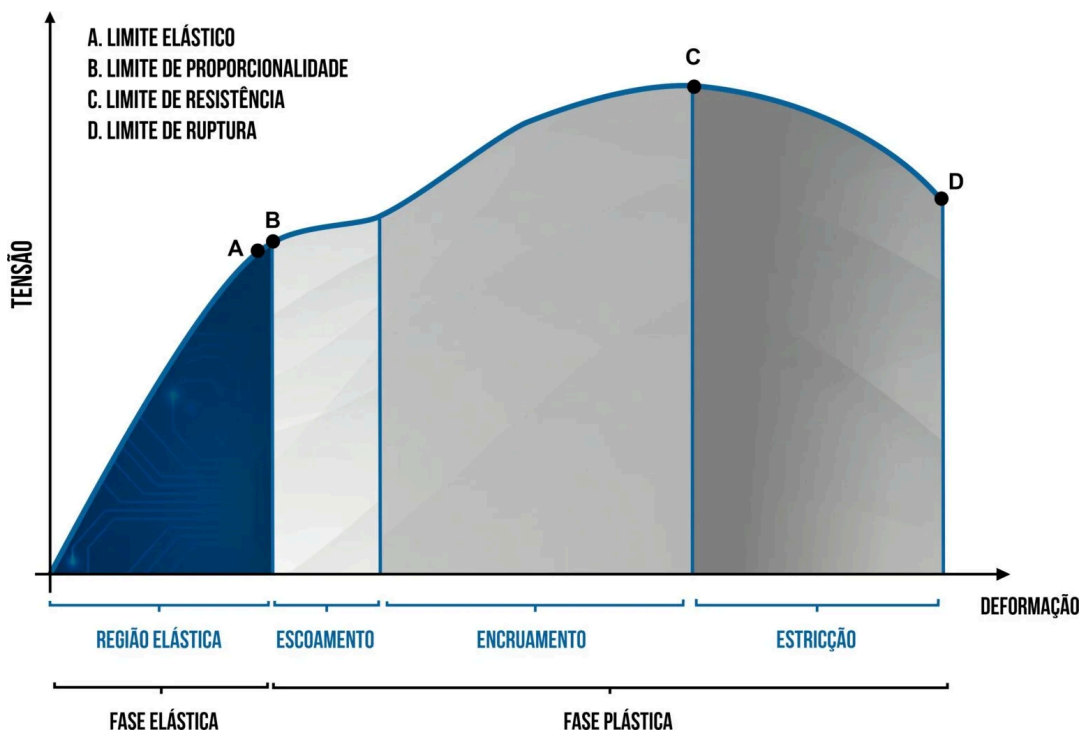


Autores(2024)

## **5 - GRÁFICO**

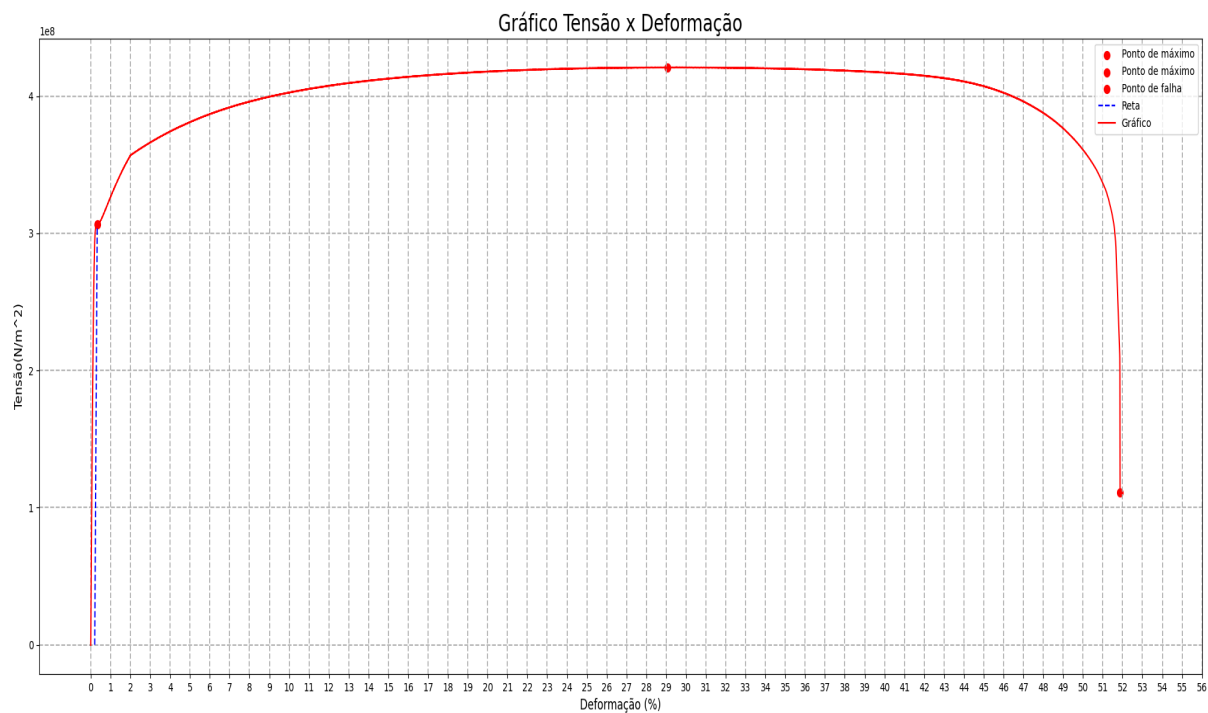
Buscando na literatura e sites especializados encontramos uma referência para o início de nossa análise.

Figura 4 - Referência Análise Gráfico



Biopdi(2024)

Figura 5 - Gráfico Tensão X Deformação



Autores(2024)

## 6 - PROPRIEDADES

### 6.1 - MÓDULO DE ELASTICIDADE (E)

O módulo de elasticidade é uma medida de rigidez do material, sendo que quanto maior a inclinação da “reta de deformação elástica”, maior será a propriedade. Ademais, essa é calculada a partir de um ponto intermediário durante o processo elástico, pois a mesma é dada pela seguinte fórmula:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E = Módulo de elasticidade ou Módulo de Young

$\sigma$  = Tensão;

$\varepsilon$  = Deformação;

Deste modo, sabendo-se que o experimento foi inicializado com zero de deformação e uma tensão residual muito baixa, foi escolhido a deformação 0,000714 e sua respectiva tensão.

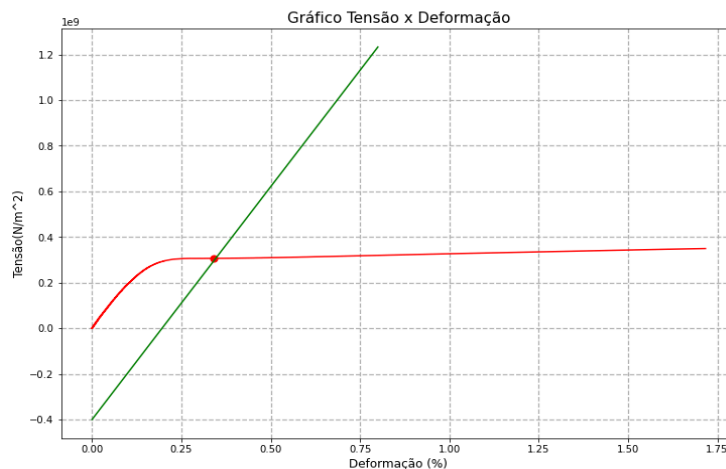
$$E = (1,45693 \cdot 10^8) / (0,000714) = 204,052 \text{ GPa}$$

### 6.2 - TENSÃO DE ESCOAMENTO

A tensão de escoamento representa o valor de tensão em que o corpo de prova inicializa a fase de deformação plástica, ou seja, a divisória entre as tensões de deformação elástica e plástica.

Nesse sentido, cabe dizer que esta foi obtida a partir dos cálculos realizados no tópico 6.5(Módulo de Resiliência), pois o ponto obtido por meio da reta paralela a reta sob a qual o material se encontra em regime elástico, mas inicializada em 0,2% de deformação, intercepta o gráfico justamente na tensão de escoamento.

**Figura 6 - Ponto de Interceptação**



Autores(2024)

### 6.3 - TENSÃO MÁXIMA

A tensão máxima representa o maior valor de tensão empregado no corpo de prova durante o ensaio de tração. Pode ser obtida simplesmente achando o ponto mais alto no gráfico, em nosso caso a função do python `numpy.max()` acha o ponto de derivada igual a zero(máximo local) e retorna seu valor.

### 6.4 - TENSÃO DE RUPTURA

A tensão de ruptura representa o limite máximo de tensão que um material consegue suportar antes de se fraturar. No gráfico tensão x deformação, temos essa propriedade representada pelo final da linha, onde após ela seria o momento que o metal se divide em duas partes. É importante notar que a tensão de ruptura não coincide com a tensão máxima.

A diferença desses dois pontos se deve pela formação de um “pescoço”. Após atingir a tensão máxima, o material começa a se deformar plasticamente de forma localizada, diminuindo a área da secção transversal da peça; por consequência, a tensão medida exercida pela máquina diminui.

A tensão de ruptura pode ser calculada dividindo a força no momento da ruptura, pela área da secção transversal inicial do corpo de prova.

### 6.5 - MÓDULO DE RESILIÊNCIA

O módulo de resiliência é a área abaixo da curva do gráfico de tensão x deformação anteriormente ao início da deformação plástica do material (reta crescente no gráfico). Além disso, fisicamente, esse representa o quanto de energia o material consegue absorver, de modo a conseguir liberá-la totalmente quando a aplicação da força é cessada e o mesmo retorna ao seu formato inicial. Em suma, a energia limite para o material não sofrer uma deformação permanente.

Nesse sentido, correlação aos cálculos, foi arbitrado dois pontos na metade da linha de deformação elástica e formado um vetor (vetor diretor da reta). Este foi deslocado para o ponto de tensão zero e deformação igual a 0,2%, utilizando o mesmo para traçar uma reta por esse ponto, sendo o exato lugar que a reta cruza o gráfico o ponto onde traçamos uma linha paralela ao eixo y (formando aproximadamente um triângulo). Ademais, por meio da função *numpy.trapz* da biblioteca *numpy* que interpola retas entre os pontos e calcula a área abaixo delas no gráfico (tensão x deformação) antes da linha, encontramos a magnitude do módulo de resiliência.

## 6.6 - MÓDULO DE TENACIDADE

A tenacidade é definida como a capacidade de um material absorver energia antes de se romper, ou seja, para uma peça ser tenaz, esta deve apresentar tanto resistência como ductilidade.

Nesse sentido, cabe dizer que o cálculo para achar o módulo de tenacidade é dado pela área total abaixo da curva. Nessa perspectiva, como já dito, o gráfico foi realizado em código na linguagem Python com a função citada anteriormente, mas agora sob todo o gráfico (tensão x deformação)

## 6.7 - TABELA COM RESULTADOS

Mod. Young	T.máxima	Tenacidade	Resiliência	T.escoamento	T.ruptura
204,05 GPa	420,99 MPa	208,49 MJ/m <sup>3</sup>	0,73 MJ/m <sup>3</sup>	306,30 MPa	111,29 MPa

## CONCLUSÃO

Por fim, pode-se concluir que o aço do corpo de prova é o C1020, pois, ao consultar o livro **CALLISTER**, identificou-se que as propriedades mecânicas e químicas do aço C1020 presentes na obra coincidem de maneira próxima com os resultados experimentais.

T.escoamento	T.máxima
210-345 MPa	380-440 MPa

## REFERÊNCIAS

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Materials science and engineering : an introduction**. 10. ed. [s.l.] Hoboken, Nj Wiley, 2020.

COSTA, M. DA. **Resiliência dos materiais**. Disponível em:  
<<https://biopdi.com.br/artigos/resiliencia-dos-materiais/>>.

COSTA, M. DA. **Tenacidade dos materiais**. Disponível em:  
<<https://biopdi.com.br/artigos/tenacidade/>>.

COSTA, M. DA. **Módulo de Elasticidade ou Módulo de Young**. Disponível em:  
<<https://biopdi.com.br/artigos/modulo-de-elasticidade-ou-modulo-de-young/>>.