

MÁQUINA DE TRAÇÃO AUTOMATIZADA

Pedro Pedrosa REBOUÇAS FILHO(1); Íkaro Saraiva SILVEIRA (1); Sérgio Messias CRUZ (1)

(1)Centro Federal de Educação Tecnológica do estado do Ceará,Av. 13 de Maio, 2081.e-mail:
pedrosa_rf@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo automatizar o ensaio da máquina de tração ZD-20 do Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM) do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFETCE). O ensaio de tração mecânica é muito utilizado para se obter as propriedades mecânicas de materiais diversos, propriedades estas utilizadas para o desenvolvimento de projetos nas áreas das engenharias em geral. Na forma original da máquina obtinha-se de forma mecânica o gráfico tensão x deformação, e a partir destes eram calculadas manualmente algumas características mecânicas importantes para o desenvolvimento de qualquer projeto. Foram adicionados à máquina dois sensores para captar os dados de força e deslocamento da máquina. Foi confeccionada uma placa de aquisição de dados para controlar a leitura dos sensores e envia-los para uma interface gráfica do computador através de uma comunicação serial. O gráfico do ensaio necessita dos valores de força aplicada no corpo de prova e da variação do comprimento do corpo de prova. O deslocamento da máquina é obtido através de um encoder conectado à máquina, enquanto a força é obtida através de um sensor de pressão, pois sabendo a pressão e a área do pistão hidráulico da máquina, determina-se a força. Desta forma, o encoder e o sensor de pressão obtêm os valores de tensão-deformação para gerar o gráfico do ensaio. Esses dados da placa de aquisição após serem enviados para uma interface gráfica no computador através de uma comunicação serial são salvos para que as propriedades possam ser calculadas após o termino do ensaio através de cálculos pré-programados, e gera-se um arquivo para ser salvo do ensaio mecânico elaborado. Portanto, o ensaio de tração automatizado torna-se bem mais simples, prático e rápido em relação ao ensaio convencional.

Palavras-chave: Automação, Máquina de tração, Ensaio mecânico

1 INTRODUÇÃO

A engenharia dos materiais é de extrema importância no mundo atual. Esta importância vem aumentando significativamente ao decorrer dos anos devido à necessidade do aumento da confiabilidade e da eficiência dos materiais utilizados para projetar e construir nas áreas da engenharia em geral. Um exemplo clássico da evolução da necessidade do aumento da confiabilidade dos projetos é a comparação dos navios construídos atualmente e o Titanic. Qualquer navio construído atualmente leva conta que tipos de dificuldades ambientais ele poderá enfrentar, assim ao projetar-se um navio atualmente leva-se em conta o tipo de estrutura do material será capaz de suportar as adversidades que ele encontrar em seu caminho, e sempre buscando novos materiais, novos métodos de tratamento e aprimoramento das técnicas já existentes para que não se repita o que ocorreu com o Titanic, onde o navio afundou tirando vidas, no qual atualmente poderiam ser preservadas através das técnicas aplicadas em projetos descobertas através de pesquisas e estudos científicos.

A Automação Industrial é outro fator que cresce muito com o decorrer do tempo. A automação está ligada à informática, ao sensoriamento eletrônico, à eletrônica industrial, enfim, está ligada a instrumentação industrial. Cada um desses fatores evolui significativamente a cada dia que se passa, descobre-se novas formas de sensoriamento, o processamento e a transmissão de dados e informações fica mais rápido e eficaz a cada dia que se passa, isso tudo colabora para a evolução da instrumentação e consequentemente na automação industrial. Usando o mesmo exemplo do Titanic, as formas de sensoriamento atuais teriam detectado com muita antecedência o *iceberg* no qual ele colidiu, evitando a perda de vidas.

No mundo de hoje as tecnologias não atuam de forma isolada, quando mistura-se as tecnologias existentes surgem novos horizontes de evolução, então percebe-se que na área de engenharia mecânica dos materiais existe a presença atual da automação industrial em diversos setores como é caso dos ensaio mecânicos, nos quais as máquinas atuavam originalmente de forma basicamente mecânica, mas com a introdução do sensoriamento eletrônico, da instrumentação industrial e automação industrial nos ensaios, as máquinas ficaram mais práticas, fáceis de se manusear, mais simples e eficazes naquilo que se propunham a fazer. Como exemplo da evolução dos ensaios mecânicos pode-se citar o ensaio de tração mecânica, onde este ensaio é muito utilizado para determinar características mecânicas de extrema importância para o desenvolvimento de projetos eficazes e confiáveis, propriedades essas como o limite de resistência e a deformação elástica, entre outras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A máquina de tração ao qual este trabalho se propôs a automatizar foi fabricada na Alemanha, modelo ZD20, ela funciona através de uma bomba hidráulica e pode fornecer cargas de até 20 toneladas, possuindo três escalas, uma de 0 a 2000 kg, outra de 0 a 10000 kg e outra de 0 a 20000 kg. A máquina de tração do Laboratório de Ensaios Mecânicos do CEFET-CE está ilustrado na Figura 1.



Figura 1 - máquina de tração ZD – 20.

A máquina original não possuía equipamentos para captar as medidas de força e deslocamento, então para adquirir esses valores foi incorporado à máquina um sensor de pressão e um encoder. O sensor de pressão é utilizado para adquirirmos a força aplicada no material através da pressão aplicada no pistão da máquina, enquanto o encoder é utilizado para adquirirmos o deslocamento entre a base fixa e a base móvel da máquina. O encoder utilizado é o RU6052, enquanto o sensor de pressão é o PA3020.

2.1 Encoder RU6052

O encoder utilizado neste projeto é produzido pela ifm electronic, modelo RU6052, ilustrado na Figura 2, é um encoder incremental. Este dispositivo foi escolhido devido à facilidade e praticidade de adaptar este sensor à máquina. Foi utilizado um encoder incremental devido o fato de o projeto necessitar de uma referência externa, já que o ponto de partida de contagem dos pulsos é aleatório e necessita da contagem iniciando do zero sempre que a contagem iniciar, o que não ocorreria com um encoder absoluto, que forneceria o valor da posição interna (ALBUQUERQUE & THOMAZINI).



Figura 2 - encoder modelo RU6052 produzido pela ifm electronic 2.

Tabela 1 – Características importantes do RU6052.

Tensão de Operação	10 a 30 Volts DC
Consumo de corrente	150 mA
Diferença de fases A e B	90 °
Torque inicial	Menor que 1 Ncm
Umidade relativa do ar máxima	98 %
Tipo de proteção	IP64
Comprimento máximo do cabo	300 m

A Tabela 1 apresenta algumas características importantes do RU6052.

A forma de transmissão mecânica existente originalmente na máquina transforma o movimento linear da base móvel da máquina em movimento circular, e transmite este movimento, através de um eixo, para o dispositivo de controle que gera o gráfico tensão-deformação em papel, então este sensor foi incorporado a este eixo, captando o deslocamento linear e transmitindo-o através de pulsos para o microcontrolador. O microcontrolador irá contar esses pulsos e identificar o deslocamento.

Uma volta no encoder RU6052 gera dez mil pulsos, enquanto uma volta do eixo de transmissão corresponde a 38 mm de deslocamento linear entre as duas bases da máquina, sendo assim a resolução do encoder nesta aplicação é de 0,0038 mm por pulso.

A Figura 3 ilustra a conexão do encoder ao eixo de transmissão do deslocamento da máquina para o dispositivo de controle gráfico original da máquina.



Figura 3 – Visão frontal do encoder RU6052 instalado na máquina ZD-20.

2.2 SENSOR DE PRESSÃO PA3020

O sensor de pressão utilizado neste projeto é fabricado pela ifm electronic, modelo PA3020, como está sendo mostrado na Figura 4.



Figura 4 - Sensor de pressão modelo PA3020 fabricado pela ifm electronic.

Foi utilizado um sensor de pressão para capturar o valor de pressão aplicado no pistão da máquina que funciona através de uma bomba hidráulica. Esta pressão aplicada no pistão será convertida em força, já que temos a área do pistão e a força é o produto entre a área do pistão e a pressão que atua neste.

Este sensor foi escolhido entre outros sensores de pressão devido à facilidade de adaptação deste na máquina e pela facilidade da leitura do sinal de saída. O PA3020 é do tipo transdutor de pressão piezoelétrico, onde ele capta uma pressão e traduz em corrente elétrica (ALBUQUERQUE & THOMAZINI). Algumas características importantes do PA3020 estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Características do encoder PA3020 (DATASHEET PA3020).

Tensão de operação	10 a 30 Volts
--------------------	---------------

Saída analógica	4 a 20 mA
Sobrecarga de pressão admissível	600 bar
Pressão de ruptura	1000 bar
Saída analógica de tempo de resposta	1,5 ms
Tipo de proteção	IP68

O esquema de ligação do PA3020 é de acordo com a Figura 5, onde se conecta uma resistência à saída para transformar o valor de corrente elétrica que sai do sensor em tensão elétrica, para que esse dado possa ser posteriormente convertido em um dado digital, pelo conversor analógico-digital existente na placa de aquisição de dados, que será tratado pelo microcontrolador e enviado para a interface gráfica.

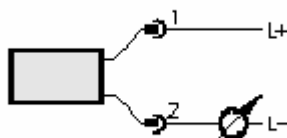


Figura 5 - esquema da conexão do PA3020.

2.3 PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Foi desenvolvida uma placa de aquisição de dados para poder controlar a captação de dados dos sensores de pressão e do encoder, para que posteriormente os dados fossem enviados para a interface gráfica no computador. A placa de aquisição é controlada por um microcontrolador da família 8051, possuindo em suas conexões um ADS1286 e um MAX 232.

A Figura 6 ilustra o diagrama de blocos do processo de funcionamento da placa de aquisição de dados, no qual o conversor analógico-digital fornece o valor digital da pressão para o microcontrolador, e este conta os pulsos provenientes do encoder para saber o deslocamento. Obtendo os dois dados, então o microcontrolador envia para o MAX 232 estes dados para que ele envie para o computador através de uma conexão serial.

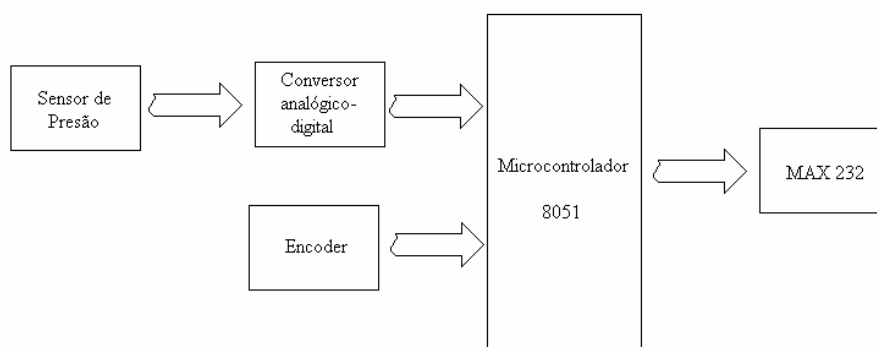


Figura 6- diagrama de blocos da placa de aquisição de dados.

O MAX232 obedece ao protocolo de transmissão RS-232, estabelecendo uma comunicação serial com uma taxa de baud rate de 9600 bps, com 8 bits de dados, sem paridade e com um bit de parada.

O dispositivo responsável pela conversão desta tensão resultante do sensor de pressão para um valor digital é o conversor analógico-digital do modelo ADS1286PA, produzido pela *BURR-BROWN* e comercializado pela *Farnell Network*. Neste projeto o conversor analógico-digital usa a tensão de referência de 5 Volts, e sua resolução é de 12 bits, indicando que esse dispositivo varia seu valor digital de 0 até 4095 no sistema decimal, no qual este irá variar este valor proporcionalmente a uma variação de tensão de 0 a 5 Volts, que é obtido através de uma resistência de 250 Ω (Ohms) conectado à saída do sensor de pressão, que em sua saída produz um sinal de 4 a 20 mA.

Os pulsos do encoder estão conectados a uma interrupção do microcontrolador, que interrompe o que estiver fazendo para contar os pulsos sempre que estes forem enviados, e depois retorna para a rotina que estava em execução antes do acionamento da interrupção pelo pulso do encoder.

O programa responsável pelo controle do microcontrolador foi desenvolvido na linguagem C, na plataforma ProView32. A linguagem C foi utilizada porque em comparação com outras linguagens de programação, como é o caso do *assembly*, a linguagem C embora gere um programa maior, necessitando de mais memória, ela possibilita a criação de um programa mais potente que possibilita cálculos e controles mais complexos através de uma estruturação simples e de fácil entendimento, além de que ela possibilita um programa mais eficaz, isso tudo em uma linguagem de programação de alto nível (SCHILDT).

Após testes e correções foi confeccionada a placa de aquisição de dados como mostra Figura 7.

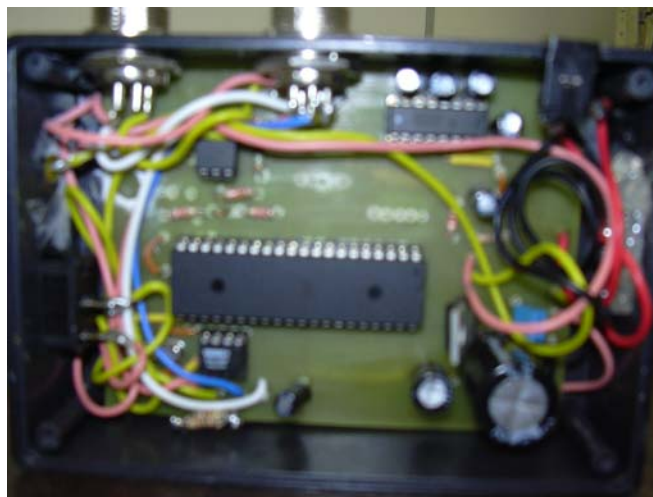


Figura 7 - Placa de aquisição de dados desenvolvida para a máquina de tração ZD-20.

2.4 INTERFACE GRÁFICA

A interface gráfica foi desenvolvida na plataforma *Builder C*, conforme mostra a Figura 8. A interface gráfica foi criada para traçar o gráfico tensão-deformação e posteriormente extrair as propriedades mecânicas do ensaio de tração mecânica através de dados recebidos serialmente através do protocolo de transmissão RS-232, configurada do mesmo modo que a placa de aquisição, pois a transmissão necessita que a recepção esteja configurada do mesmo modo para que a transmissão ocorra com sucesso.

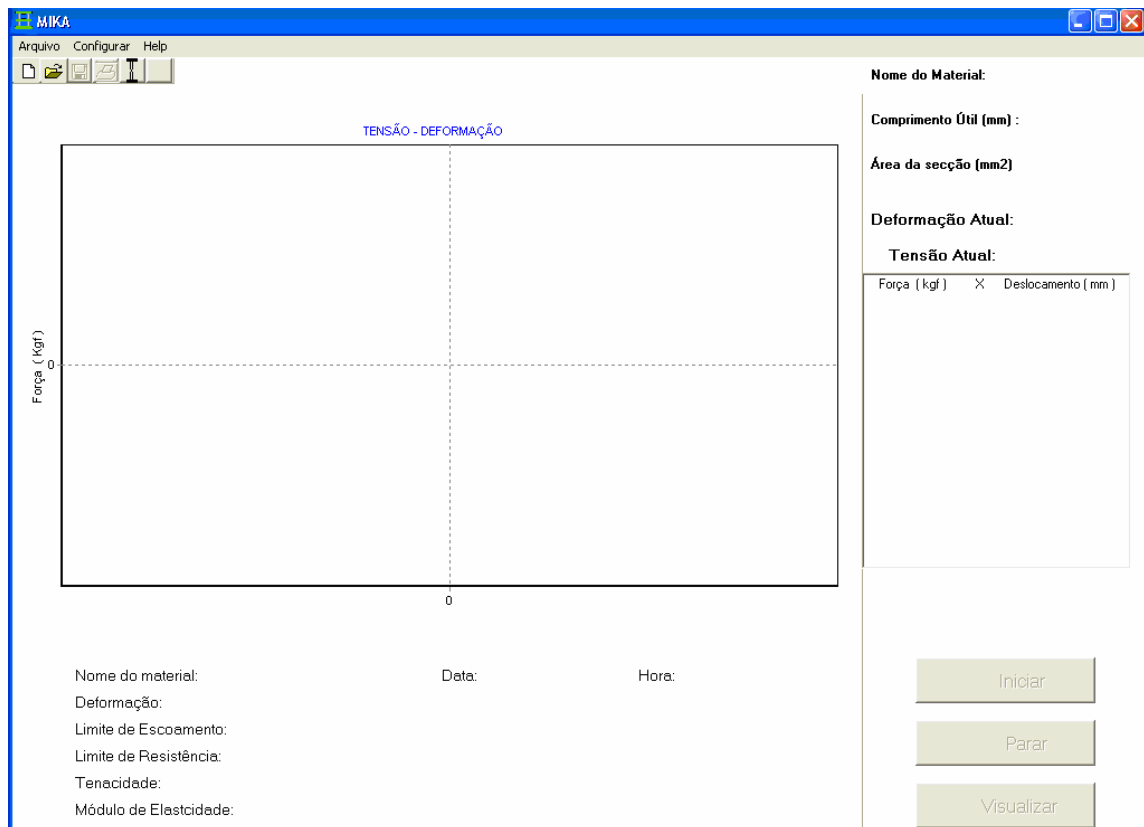


Figura 8 - Interface gráfica da máquina de tração ZD-20.

A interface reserva áreas para configurar o seu sistema, como é o caso da configuração serial e da configuração de calibração da máquina. Além da configuração do sistema tem outra configuração básica para o funcionamento do processo que é a configuração do corpo de prova, onde o usuário fornece ao sistema os valores de diâmetro do corpo de prova e também do comprimento inicial da parte útil do corpo de prova, assim como também o tipo de material e a forma da secção transversal. Estes dados do corpo de prova são utilizados para calcular as propriedades do ensaio mecânico conforme foi visto anteriormente.

Os dados finais do processo geram um arquivo, onde se encontram o gráfico gerado e as propriedades mecânicas obtidas no ensaio, tais como limite de escoamento, limite de ruptura, tenacidade, deformações plástica, deformação elástica e o módulo de elasticidade de Young (CALLISTER). Este arquivo gerado pode ou não ser salvo pelo usuário.

Além dos dados técnicos, é também anexado a este documento o técnico que executou o ensaio, o coordenador que supervisiona o laboratório, a data e a hora que foi realizado o ensaio. Assim, gera-se um documento completo sobre o ensaio de tração realizado, como ilustra a Figura 9.

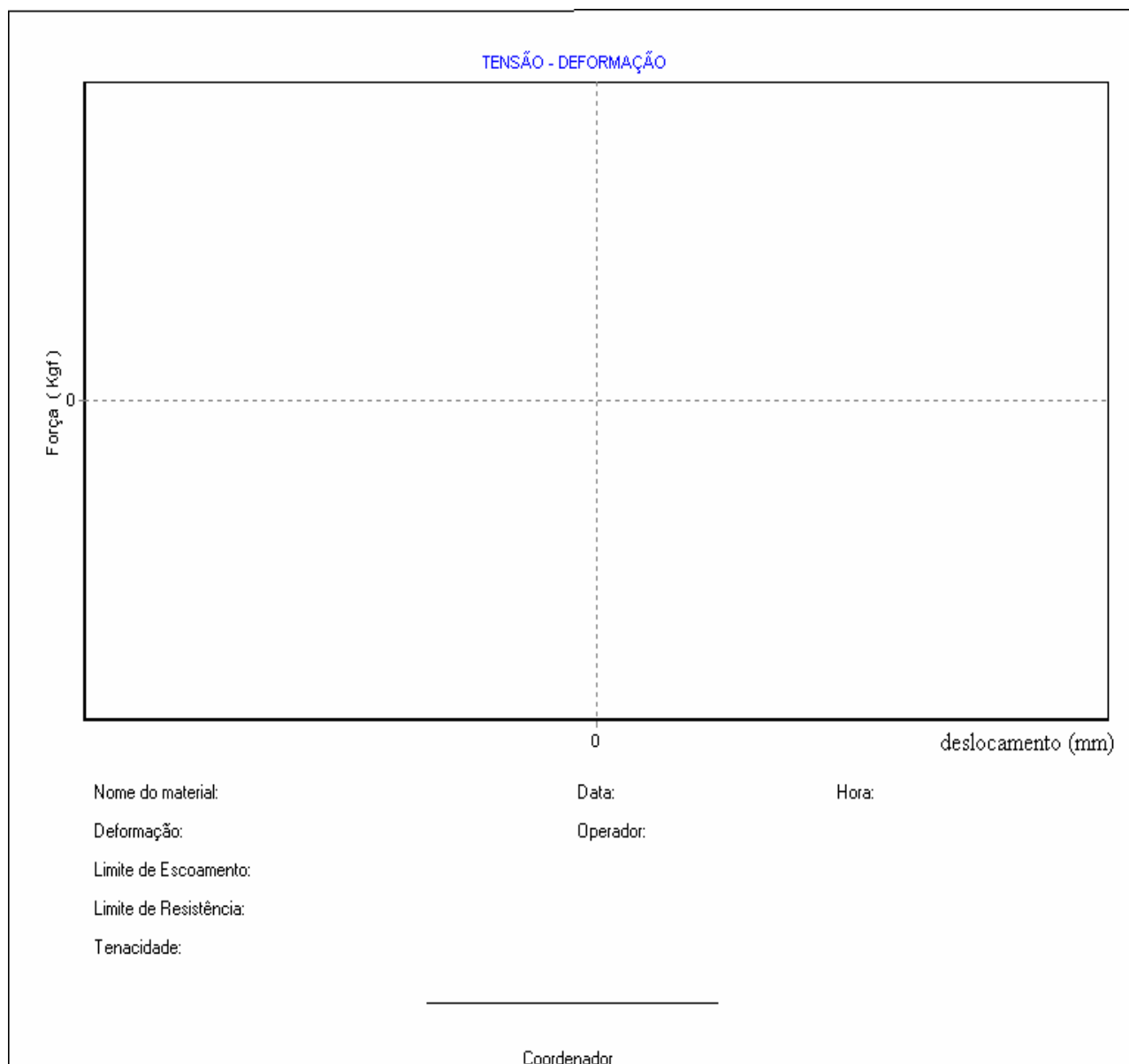


Figura 9 - Layout do arquivo gerado após o ensaio.

3 RESULTADOS

Foi feito o ensaio de tração mecânica com um corpo de prova usado na construção civil, então foi plotado o seguinte gráfico, como ilustra a Figura 10.

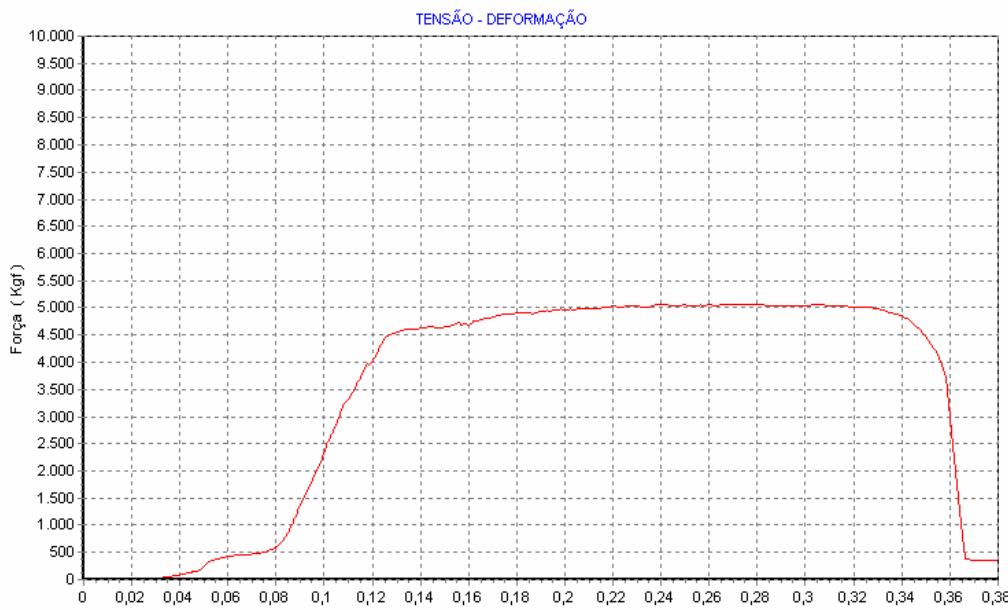


Figura 10 - Gráfico tensão-deformação do ensaio mecânico de um aço para construção civil.

Os valores das propriedades mecânicas encontradas estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Propriedades mecânicas do corpo de prova ensaiado.

Limite de escoamento:	267.4 Mpa
Limite de resistência	417.0 MPa
Limite de ruptura	397.9 Mpa
Tenacidade	73.03 MPa
Deformação	18.8 %

3 CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os custos das adaptações feitas na máquina de tração ZD-20 foram bem menores que a compra de uma máquina nova que já viesse de fábrica com esses benefícios adicionados a esta máquina.

A automação industrial da máquina de tração ZD20 do laboratório de ensaios mecânicos do CEFET-CE foi automatizada com sucesso, promovendo o aumento da repetibilidade do ensaio, aumentando assim, a quantidade de ensaios, já que se tornou bem mais prático e rápido a execução do ensaio por um técnico ou especialista em ensaios mecânicos.

Em relação ao ensaio anterior, concluiu-se que são bons os resultados da automação da máquina de ensaios mecânicos ZD-20, no que diz respeito à qualidade do ensaio e dos resultados, porém ainda existe possibilidade para aprimorar ainda mais o processo e o ensaio em questão.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SCHILDT, H. **C Completo e Total**. São Paulo: McGraw Hill, 1990.

ALBUQUERQUE, P.U.B. & THOMAZINI, D. **Sensores Industriais**: fundamentos e aplicações. São Paulo: Érica, 2005.

CALLISTER, W.D. **Ciência e engenharia dos materiais para construção mecânica**.