

LOPES; Maria Helena Teles<sup>1</sup>, JÚNIOR; Álvaro Barbosa de Carvalho<sup>2</sup>, INÁCIO; Maurílio José<sup>3</sup>, DIAS; Mikaella Pricila Alves<sup>4</sup>

## RESUMO

**Introdução:** Na engenharia, o aço estrutural da categoria CA-50 é uma liga metálica de baixo teor de carbono utilizada como armação em estruturas de concreto. Em formas de vergalhões nervurados, os aços CA-50 devem ser produzidos de acordo com as especificações da norma ABNT NBR 7480/2007. As propriedades dos materiais são comumente verificadas por meio de ensaios. A partir deles, é possível avaliar se o material está adequado para atender as finalidades de serviço. Entre as técnicas não destrutivas (NDT) utilizadas para a caracterização de materiais, a técnica por ultrassom é a mais utilizada. A partir de medidas de velocidade de ondas longitudinais e transversais e da densidade, é possível determinar várias propriedades importantes do material, tais como o módulo de elasticidade ( $E$ ), cisalhamento ( $G$ ) e compressibilidade ( $B$ ), além do coeficiente de Poisson ( $\nu$ ), fator de anisotropia ( $A0$ ), entre outras. **Objetivo:** O presente trabalho propôs a utilização de um sistema eletrônico baseado na técnica da transparência, ou seja, capaz de gerar e capturar ondas ultrassônicas de modo longitudinal, a fim de caracterizar propriedades elásticas dos aços CA-50. **Metodologia:** No sistema utilizado, os circuitos emissor e receptor foram alimentados por fontes simétricas, da marca Minipa, de 30 e 12 V, respectivamente. O circuito emissor produziu pulsos com amplitude de 60 V e duração de 400  $\mu s$ , em intervalos de tempo iguais a 5  $ms$ . Os pulsos gerados foram produzidos com um transdutor piezoelétrico de ondas longitudinais, modelo AW1805, de frequência igual a 2 MHz e 2 cm de diâmetro efetivo. O sinal captado por outro transdutor piezoelétrico, do mesmo modelo, foi amplificado pelo circuito receptor. No experimento realizado, o acoplante utilizado entre os transdutores e a amostra foi o mel de abelha. A medição dos sinais fornecidos na saída foi realizada por meio de um osciloscópio digital da marca Tektronix, modelo TDS1001B, onde foi possível determinar a diferença de tempo entre a onda ultrassônica emitida e recebida através da amostra. Portanto, a velocidade foi determinada a partir da razão do comprimento da amostra ( $m$ ) pela medida de tempo ( $s$ ), obtida diretamente por meio da tela do osciloscópio. Sabe-se que a velocidade da onda transversal é, aproximadamente, metade da velocidade da onda longitudinal. Dessa forma, os valores das velocidades ultrassônicas transversais ( $V_T$ ) foram estimados pela razão  $V_L/0,55$ , utilizada em estudos anteriores com aços de baixo teor de carbono. Para o desenvolvimento deste estudo, foi adotado o valor de densidade igual a  $7850 \text{ kg/m}^3$  relatado na NBR 7480/2007. As amostras foram obtidas de um vergalhão de aço CA-50 procedente da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), laminado a quente e de diâmetro nominal igual a 25 mm. Com o intuito de verificar a influência do comprimento das amostras nas medidas ultrassônicas, foram obtidas peças de 30, 20, 10, 5 e 1 cm. Para melhorar o acabamento nas superfícies das seções transversais, as amostras receberam um polimento em suas extremidades como auxílio de um disco de acabamento e uma esmerilhadeira. **Resultados:** Neste estudo, os resultados mostraram acréscimos nas velocidades ultrassônicas longitudinais ( $V_L$ ) com o aumento do comprimento das amostras, fato este associado à influência do “campo próximo” nas amostras de menores dimensões. Para finalidade prática, utilizou-se a amostra de 20 cm para análise das propriedades, tendo em vista que nessa barra o valor de velocidade ( $5848,08 \text{ m/s}$ ) apresentou boa aproximação com a velocidade

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, mariahelenatl23@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, alvaro.junior@unimontes.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, maurilio.inacio@unimontes.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, mikaellapricila@gmail.com

de referência nos aços (5900 m/s). Os resultados obtidos para o módulo de elasticidade (208,42 GPa), módulo de cisalhamento (81,21 GPa) e coeficiente de Poisson (0,28) aproximaram dos valores relatados pela ABNT NBR 8800/2008 para os aços destinados a armaduras, em que  $E$ ,  $G$  e  $\nu$  assumem valores iguais a 200 GPa, 77 GPa e 0,30, respectivamente. Os valores estimados para o módulo de compressibilidade (160,19 GPa) e para o fator de anisotropia igual 0,95 também aproximaram dos valores de referência para a maioria dos aços. O fator de anisotropia encontrado próximo de 1 indicou que o aço investigado possui tendências isotrópicas. **Conclusão:** Logo, foi verificada a viabilidade de utilização do sistema eletrônico com ondas ultrassônicas como técnica não destrutiva para a estimativa de propriedades elásticas dos aços utilizados na construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensaios Não Destrutivos, Ondas Ultrassônicas, Transparência

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, mariahelenatl23@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, alvaro.junior@unimontes.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, maurilio.inacio@unimontes.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, mikaellapricila@gmail.com