

## Influência das Condições de Apoio na Propagação de Ondas Ultrassônicas

Danúbia Germano Damaceno ; Júlia Lopes Figueiredo; Inácio Diniz Carvalho; Bárbara Emilly Vieira Firmino e Souza; Cibele Cláuver

Indústria, Inovação e Infraestrutura

Pesquisa

### Introdução

As ondas de corpo propagam-se através do volume de um sólido elástico e podem ser de dois tipos: ondas longitudinais e ondas transversais (Kearey, Brooks e Hill, 2009). A medição da velocidade de propagação de ondas é um método não destrutivo e indireto, de alta precisão e baixo custo, amplamente empregado na geotecnia para avaliar as propriedades de rochas (Sabri *et al.*, 2025, Chawre, 2018). No entanto, a confiabilidade dos resultados depende do adequado controle das condições de contorno do ensaio, especialmente no que se refere ao tipo de apoio utilizado.

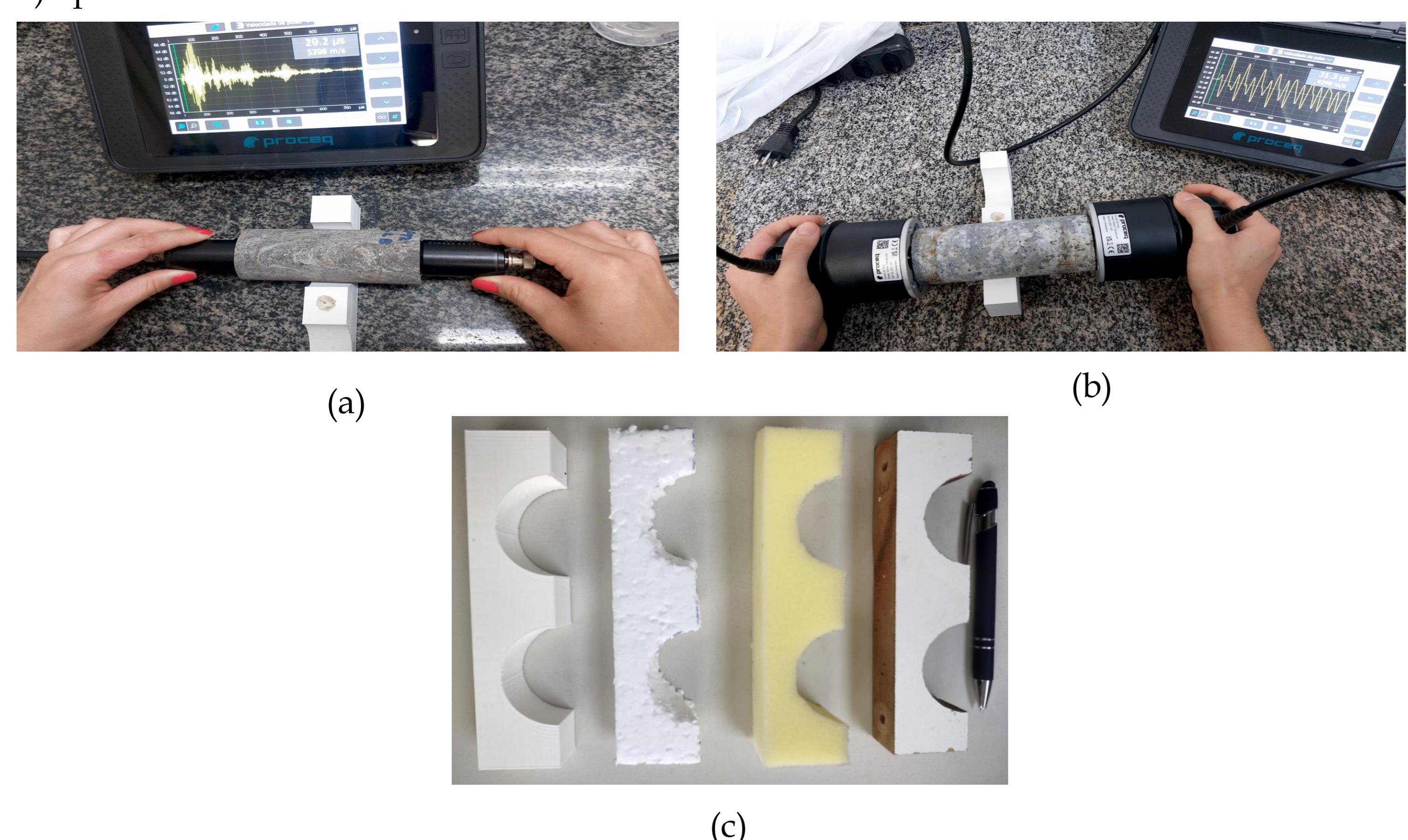
### Objetivos

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do material utilizado como suporte dos corpos de prova nos resultados dos ensaios de velocidade de propagação de ondas ultrassônicas.

### Material e Métodos ou Metodologia

As velocidades das ondas compressivas ( $V_p$ ) e de cisalhamento ( $V_s$ ) foram medidas com transdutores de 250 kHz (Fig.1a) e 40 kHz (Fig.1b), respectivamente, utilizando o equipamento Pundit 200, seguindo as diretrizes da ISRM (2014). Os ensaios, realizados em triplicata, envolveram cinco amostras de gnaisse em umidade natural com diferentes materiais de apoio (Fig.1c): madeira, filamento, espuma, espuma molhada, isopor e metal. Ressalta-se que o apoio metálico diferiu dos demais, por não apresentar a mesma geometria, consistindo apenas em uma superfície sobre a qual o corpo de prova foi apoiado.

Fig. 1 - Ensaio de velocidade de propagação de ondas elásticas. a) Ondas P; b) Ondas S. c) Apoios



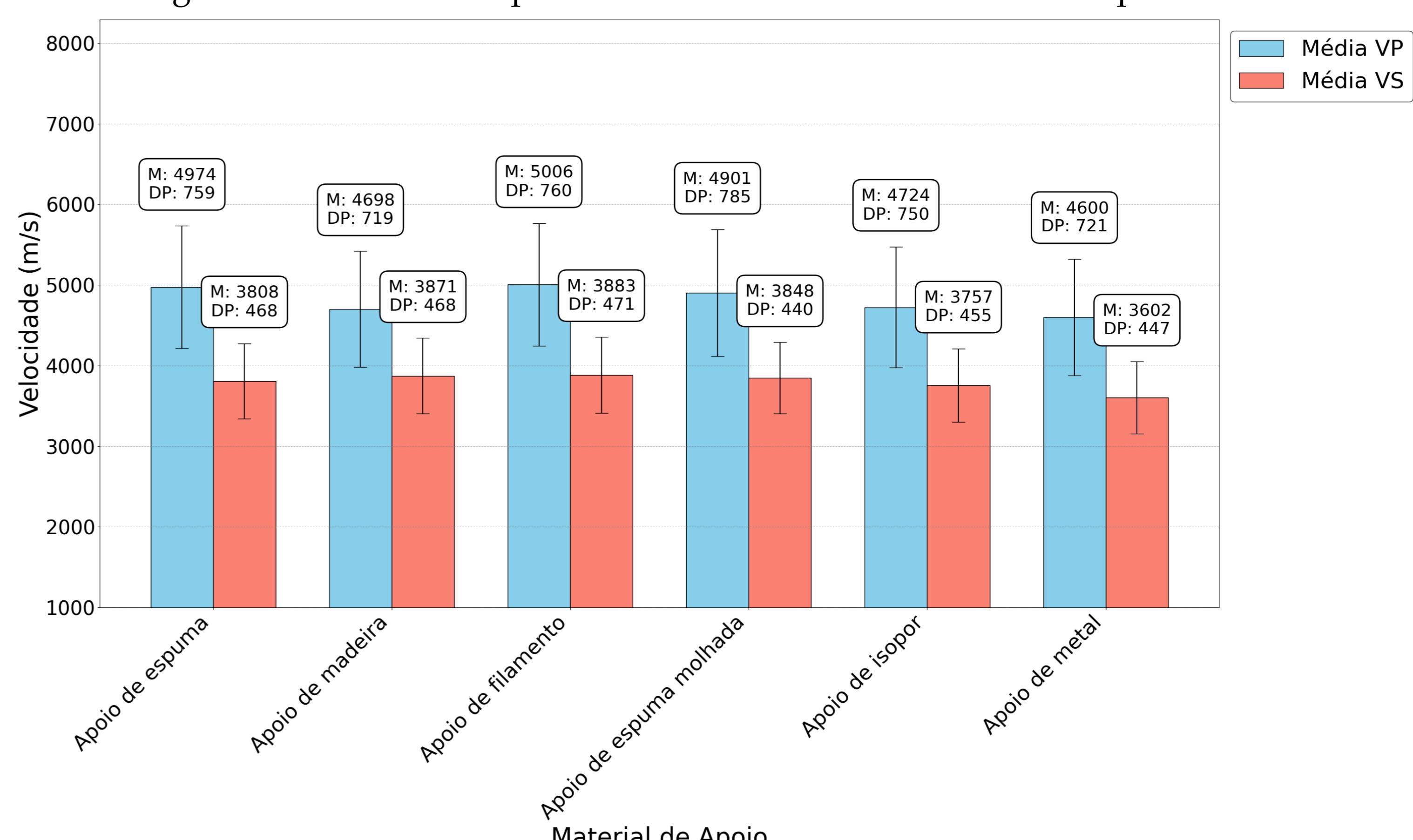
### Apoio Financeiro



### Resultados e/ou Ações Desenvolvidas

A análise dos resultados, demonstrou que, embora ambas as ondas compressivas ( $V_p$ ) e cisalhantes ( $V_s$ ) apresentassem variações nas velocidades medidas em função do tipo de apoio, essa influência foi significativamente mais pronunciada nas ondas compressivas (Fig.2). A média (M) e o desvio padrão (DP) de cada material de apoio estão representados no gráfico (Fig.2).

Fig. 2 – Resultados de  $V_p$  e  $V_s$  realizados em cada material de apoio.



Esse resultado pode ser explicado pela própria natureza física das ondas compressivas, que são mais suscetíveis às variações na rigidez normal do contato, enquanto as ondas de cisalhamento são mais influenciadas pela rigidez tangencial. O apoio metálico apresentou as menores médias, tanto para  $V_p$  quanto para  $V_s$ , indicando maior interferência na transmissão das ondas e no desempenho do ensaio. No apoio de espuma molhada, as ondas P apresentaram elevada dispersão dos valores, sugerindo que a presença de umidade pode alterar as propriedades do material e interferir na transmissão das ondas.

### Conclusões

Os resultados reforçam de forma consistente a importância da padronização do sistema de apoio durante a realização de ensaios ultrassônicos não destrutivos em rochas, como forma de garantir a confiabilidade, a reproduzibilidade e a comparabilidade dos resultados obtidos, evitando interpretações equivocadas. Acrescenta-se que o apoio adotado deve assegurar estabilidade durante a realização do ensaio e estar livre de umidade.

### Bibliografia

- CHAWRE, B. Correlations between ultrasonic pulse wave velocities and rock properties of quartz-mica schist. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, v. 10, n. 4, p. 770-779, 2018.
- KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. (2009). Geofísica de exploração. Oficina de Textos, ISBN: 978-85-8623-891-8, São Paulo, 483 p
- ISRM - INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS. The ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 2007 - 2014. 293 p.
- SABRI, M. S.; VERMA, A. K.; SINGH, T. N. Direct and indirect methods for uniaxial compressive strength estimation in various geo-environments: A review. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 250-264, 2025