

# DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES ELÁSTICAS DE SOLO-CIMENTO COM ENSAIO DE ULTRASSOM

Wélida de Sousa Sarro ([welidasarro@gmail.com](mailto:welidasarro@gmail.com))

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Gisleiva Cristina dos Santos Ferreira

([gisleiva@ft.unicamp.br](mailto:gisleiva@ft.unicamp.br))

FACULDADE DE TECNOLOGIA – UNICAMP

Pibic - CNPq



Palavras-Chave: taipa, ensaios não destrutivos, módulo de elasticidade, solo compactado.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento dos parâmetros elásticos do solo compactado é muito importante para determinação do comportamento de estruturas e edificações construídas com este material, auxiliando no controle de qualidade de obras e em inspeções de imóveis históricos construídos com técnicas construtivas que utilizam solo como principal material de construção. O objetivo deste trabalho foi aplicar o ensaio de ultrassom para determinar as constantes elásticas de traços de solo-cimento compactado.

## METODOLOGIA

Foram moldados corpos de prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura e painéis com seção de 150 x 300 mm e 300 mm de altura. Foram estudadas 4 misturas de solo-cimento (1:8; 1:12; 1:16 e 1:20) e também o solo puro para efeito de comparação. Para complementar os resultados foram realizados ensaios de compressão com determinação do módulo de elasticidade nos corpos de prova e nos painéis conforme as normas NBR 8949 (1985) e NBR 8522 (2003) aos 7 dias de idade.

Tabela 1. Nomenclatura, Umidade Ótima e Massa esp. Aparente seca

Traço	Sigla	Umidade ótima (%)	Massa esp. aparente seca máxima (kg.m <sup>-3</sup> )
Solo puro	T	9,77	1948
1:8	A	11,15	2043
1:12	B	12,30	2075
1:16	C	10,57	1977
1:20	D	11,65	2046

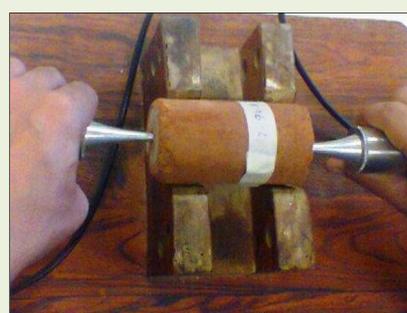


Figura 1. Ultrassom nos CP's



Figura 2. Parede Monolítica Moldada

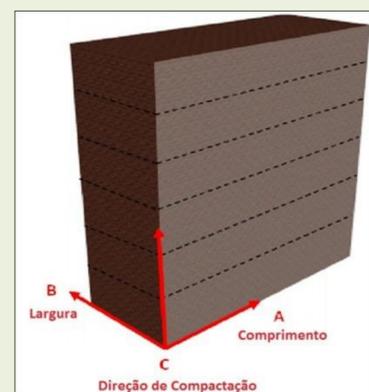


Figura 3. Eixos de leitura do tempo de propagação da onda de ultrassom



Figura 4. Máquina Universal de Ensaios (EMIC, Brasil) e ensaio de compressão dos painéis monolíticos

## RESULTADOS

Tabela 2. Constantes elásticas dos painéis do traço A

Direção	Painéis				
	CONSTANTES	P1	P2	P3	MEDIA
COMP	E <sub>us</sub> (MPa)	14658	14987	15570	15072
	G <sub>us</sub> (MPa)	6833	6729	7435	7000
	ν <sub>us</sub>	0,07	0,11	0,05	0,08
LARG	E <sub>us</sub> (MPa)	10623	9629	10222	10158
	G <sub>us</sub> (MPa)	3985	3639	3988	3971
	ν <sub>us</sub>	0,33	0,32	0,28	0,31
ALT	E <sub>us</sub> (MPa)	12228	10711	11294	11411
	G <sub>us</sub> (MPa)	6008	5916	5725	5883
	ν <sub>us</sub>	0,02	0,095	0,014	0,043

Tabela 3. Constantes elásticas do traço A (corpos de prova)

	A1	A2	A3	A4	MEDIA
E <sub>us</sub> (MPa)	7494	9634	7130	6891	7787
G <sub>us</sub> (MPa)	2652	3481	2536	2442	2778
ν <sub>us</sub>	0,41	0,38	0,41	0,41	0,40

Tabela 4. Desempenho estrutural dos painéis de solo-cimento aos 7 dias de idade

Painel	F <sub>c</sub> (N)	R <sub>c</sub> (MPa)	ε <sub>m</sub> (%) para 0,5 MPa	ε <sub>m</sub> (%) para 0,3.F <sub>c</sub>	E (MPa)
1	89651	2,5	0,006	0,010	6705
2	109340	3,03	0,009	0,017	5180
3	150810	4,20	0,038	0,051	5728

Tabela 1. Correlações entre resistência a compressão, velocidade (V) e coeficiente de rigidez obtidos em ensaio de ultrassom.

Equipamento	Modelo de correlação	R
USLab	R <sub>c</sub> = 0,0056 V - 7,9	0,91
Panametrics	R <sub>c</sub> = 0,0051 V - 6,2	0,94
USLab	R <sub>c</sub> = 0,0007 C <sub>UL</sub> - 2,58	0,95
Panametrics	R <sub>c</sub> = 0,0006 C <sub>UL</sub> - 1,60	0,98

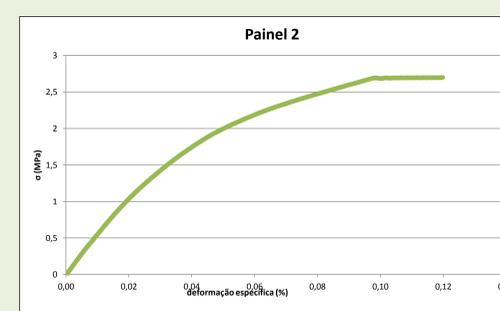


Figura 5. Tensão x deformação específica do painel 2 do traço A

## CONCLUSÃO

O ensaio de ultrassom permitiu detectar diferenças de propriedades de resistência e de elasticidade nos corpos de prova dos diferentes traços, o que permite concluir que a técnica pode ser utilizada em inspeções, indicando diferentes condições do material. Essa conclusão pode ser obtida considerando as correlações dos parâmetros obtidos por ultrassom com a resistência obtida no ensaio de compressão estática. No caso das propriedades elásticas, embora não tenha sido possível comparar com as obtidas em ensaio estático, os valores obtidos por ultrassom foram compatíveis com as propriedades de solos compactados obtidos por outros autores.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora por todo o apoio e confiança e ao Tecnólogo André por toda a paciência, dedicação e ajuda ao decorrer dos ensaios.