



UFOP

Universidade Federal  
de Ouro Preto

Imc<sup>2</sup>

Laboratório de  
Materiais de  
Construção Civil



# PROTOCOLO RECICLOS #12

VELOCIDADE DE PULSO ULTRASSÔNICO  
COM EQUIPAMENTO TICO MARCA PROCEQ

Autora: Juliana Fadini Natalli

RECICLOS

RECICLOS

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos

Março de 2019

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Este protocolo de operação se aplica à orientação da utilização do equipamento Tico da marca Proceq (Figura 1) utilizado em ensaios não destrutivos de velocidade de pulso ultrassônico.

Essa técnica permite avaliar a qualidade e homogeneidade do concreto, detectar regiões de trincas/fissuras no elemento estrutural e obter o módulo de elasticidade dinâmico do material.

O objetivo deste protocolo é apresentar, de forma simplificada e direta, os procedimentos de operação do equipamento para a realização do ensaio descrito.



Figura 1 – Equipamento Tico marca proceq.

## 2. EMBASAMENTO TEÓRICO

O equipamento é composto por um circuito eletrônico capaz de gerar pulsos que são transformados em ondas ultrassônicas e transmitidas pelo concreto por um dos transdutores. Essas ondas são recebidas pelo transdutor receptor, amplificadas e transformadas em pulsos elétricos novamente, permitindo que se meça o tempo de propagação. A Figura 2 mostra o esquema de ensaio.

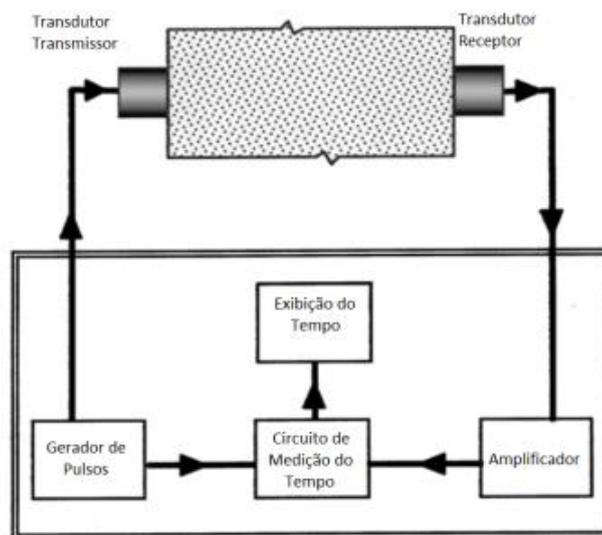


Figura 2 – Esquema do ensaio de velocidade de pulso ultrassônico.

O posicionamento dos transdutores pode ser feita de três maneiras diferentes: transmissão direta, indireta ou semi-direta, conforme se observa na Figura 3.



Figura 3 – Posicionamento dos transdutores.

A transmissão direta é a mais recomendada, já que esse é o arranjo de transdutores que tem a menor perda de energia entre a transmissão e a recepção do sinal. Outra vantagem desse arranjo é a maior facilidade de determinar a distância percorrida pela onda.

### 3. INSTRUÇÕES PRELIMINARES

Antes de iniciar os procedimentos com o equipamento, faz-se necessário seguir alguns procedimentos listados a seguir:

I – Os elementos estruturais a serem verificados deverão ter suas superfícies de pintura ou revestimento removidas assim como suas camadas de emboço e reboco, na área a ser analisada. As superfícies de concreto deverão estar secas, limpas e planas. Superfícies com características diferentes das descritas causam distorções e comprometimento dos resultados fornecidos pelo aparelho. É recomendável utilizar uma pedra esmeril para alisar a área de teste.

II – Superfícies úmidas e carbonatadas devem ser evitadas;

III – Anteriormente ao ensaio de esclerometria, deve-se realizar a pacometria para identificação das barras de aço. A área a ser investigada pela velocidade de pulso ultrassônico deve compreender somente regiões de concreto.

### 4. VISÃO GERAL DO EQUIPAMENTO TICO

Observa-se na Figura 4 a visão geral do equipamento de ultrassom TICO marca Proceq e na Figura 5 a tela de operação do aparelho.

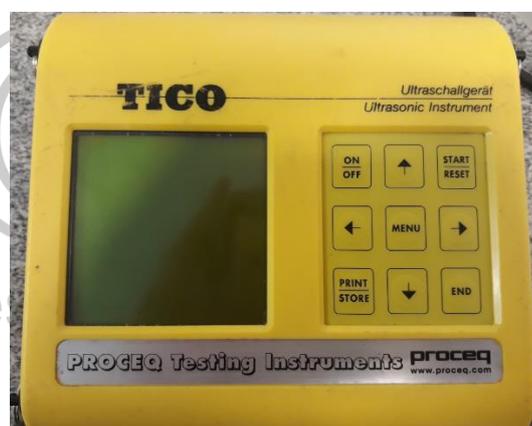
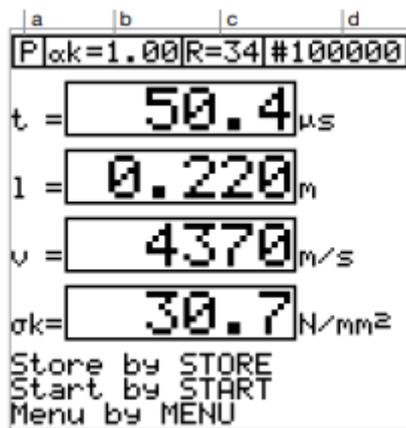


Figura 4 – Visão geral do equipamento.



## 5. OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO

A primeira operação a ser realizada no equipamento é a calibração, realizada com o corpo de prova de propriedades conhecidas adquirido juntamente com o equipamento. Para tanto, selecione as teclas nessa sequência: MENU>BASIC SETUP>CALIBRATE>START. Aguarde a medição do aparelho feita automaticamente. A leitura fornecida deverá ser equivalente a 20,6 μs. Caso esse não seja o resultado fornecido, repita o procedimento, até que o valor seja correspondido.

Após o procedimento, forneça ao aparelho a distância entre os transdutores, na região em que pretende-se realizar as leituras. Selecione as teclas nessa sequência: MENU>DISTANCE>FORNEÇA A DISTÂNCIA>END.

Definida a distância, posicione corretamente os transdutores onde se pretende realizar a análise, na distância fornecida, e selecione a tecla START. Recomenda-se repetir esse procedimento até que o mesmo valor de velocidade seja alcançado três vezes consecutivas.

## 6. RESULTADOS

A partir dos resultados de velocidade de pulso ultrassônico os concretos podem ser classificados quanto a sua qualidade/integridade, como excelente, bom, duvidoso e pobre para os respectivos intervalos de velocidade de pulso: > 4500 m/s; 4500-3500 m/s; 3500-3000 m/s; e < 3000 m/s (Saint-Pierre, et al., 2016).

Por meio do resultado de velocidade, pode-se avaliar a homogeneidade da matriz cimentícia de uma estrutura, identificando uma possível localização de trincas e rachaduras.

Pode-se também, por meio dos resultados fornecidos por esse aparelho, calcular o módulo de elasticidade dinâmico, dado por:

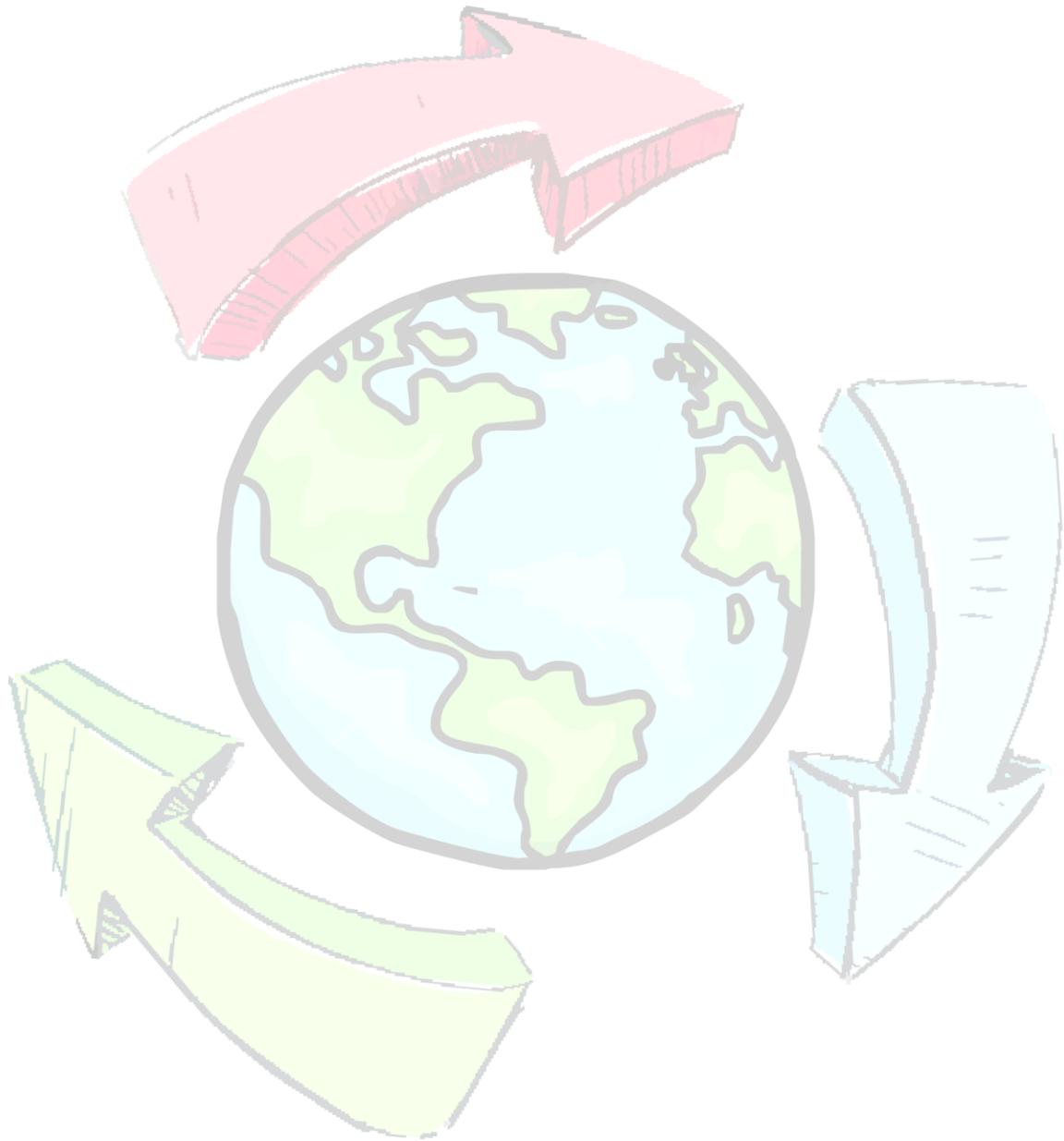
$$E_d = \rho V^2 \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{(1 - \mu)}$$

Onde:

- $\rho$  é a massa específica (kg/m<sup>3</sup>);
- $V$  é a velocidade de onda (km/s);
- $\mu$  é o coeficiente de Poisson do concreto adotado como 0,2, conforme estabelecido pela norma.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Saint-Pierre, F., Philibert, A., Giroux, B. & Rivard, P., 2016. Concrete Quality Designation based on Ultrasonic Pulse Velocity. *Construction and Building Materials*, Volume 125, pp. 1022-1027.



# RECICLOS

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos