



C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
Revisão 2: Novembro 2018

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE PAVIMENTOS ASFALTICOS COM O DENSÍMETRO ELÉTRICO

DESIGNAÇÃO - ARTERIS T 100

Método Padrão para Ensaio de

Determinação da Densidade de Pavimentos Asfálticos com o Densímetro Elétrico.

Revisão 2: Novembro 2018 (ARTERIS T 100)

1. ESCOPO

Este método tem por objetivo determinar a densidade de pavimentos asfálticos em execução ou recém executados com o densímetro elétrico.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PQI T-380 – Pavement Quality Indicator

3. TECNOLOGIA DE MEDIÇÃO

Para determinação da densidade de pavimentos asfálticos, o densímetro elétrico utiliza a tecnologia de espectroscopia de impedância, que consiste em colocar a amostra do material sob investigação entre dois eletrodos, aplicar um estímulo elétrico e medir a resposta resultante.

4. TERMINOLOGIA

Massa específica aparente de sólidos, é a razão entre o peso de amostra e seu determinado volume.

5. SIGNIFICADO E UTILIZAÇÃO

O Densímetro elétrico, tem por objetivo determinar através do processo não destrutivo, a massa específica aparente da camada de revestimentos asfálticos em execução, recém instalados e o mapeamento de locais não conformes para correções pontuais em acordo com a diretoria de qualidade da Arteris. A massa específica aparente, é utilizada para calcular valores de porcentagem de vazios de ar (%Va) em uma mistura asfáltica usinada a quente compactada.

6. APARELHO E REQUISITOS OPERACIONAIS

Para realização das medidas, deve ser utilizado o aparelho Transtech, modelo PQI T-380, conforme modelo abaixo:

Figura 1 Densímetro Elétrica



Fonte: Manual Pavement Quality Indicator

- Temperatura ambiente: -20 ° a 40 ° C
- Umidade relativa: 10% a 90% sem condensação

7. CONFIGURAÇÃO DO DENSÍMETRO

Antes de utilizar o densímetro PQI T-380 pela primeira vez é necessário realizar a configuração de parâmetros conforme abaixo:

- Iniciar o aparelho;
- Definir a data e hora local;
- Configuração do GPS;
- Configurar as unidades de medida;
- Inserir os detalhes da obra;
- Inserir os parâmetros da mistura asfáltica a ser avaliada;
- Ativar o armazenamento de dados;
- Iniciar o levantamento no modo média de 5 pontos.

8. CALIBRAÇÃO DO OFFSET

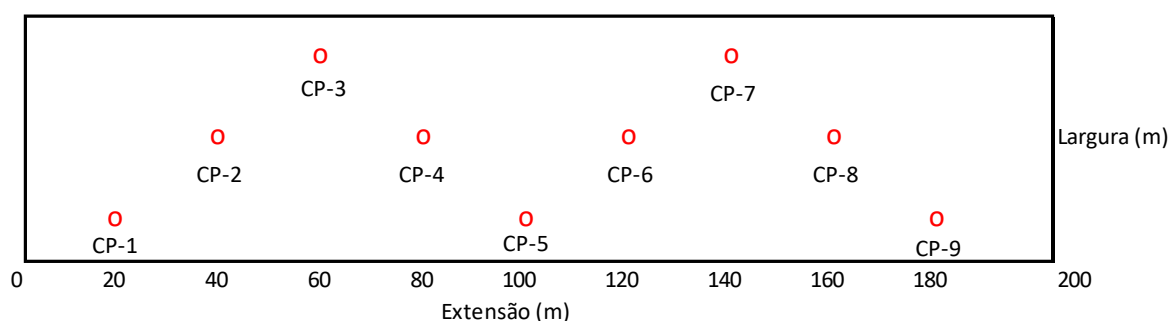
É necessário realizar a calibração do “OFFSET” para cada tipo de mistura asfáltica a ser avaliada, recentemente executada (CBUQ frio) ou durante a execução (CBUQ quente), com o intuito de se obter leituras precisas e consistentes.

Para melhores resultados, o método de calibração do corpo de prova é o método mais preciso para se calibrar o PQI T-380.

Para calibração do “OFFSET”, é imprescindível que a mistura asfáltica apresente as características de projeto conforme condições abaixo:

- Teor de ligante dentro da tolerância admissível $\pm 0,2\%$ do teor ótimo de projeto.
- A granulometria deve atender as tolerâncias admissíveis da faixa de trabalho.
- A massa específica efetiva da mistura de agregados, não pode apresentar variações acima das tolerâncias admissíveis em projeto $\pm 0,040 \text{ g/cm}^3$.
- A quantidade de corpos de prova para definição do “OFFSET” deve ser igual ou superior a 9 amostras, conforme esquema abaixo em sequência alternada de posicionamento, bordo direito, eixo e bordo esquerdo.

Figura 2 Determinação dos Pontos de Ensaio



Fonte: CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma(dcp) - \Sigma(dPQI)}{n}$$

$$d = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$Offset = \bar{X} - Kd$$

Onde:

\bar{X} = Média da diferença entre a massa específica aparente dos corpos de prova de pista subtraída da média do densímetro (PQI).

d = Desvio padrão das amostras

$\Sigma(\text{dcp})$ = somatória das densidades aparentes dos corpos de prova de pista

$\Sigma(\text{dPQI})$ = somatória das densidades aparentes do densímetro PQI

N = Numero de amostras

K = Coeficiente multiplicador em função do numero de quantidade de amostras

OFFSET = fator de ajuste

Tabela 1 – K coeficiente multiplicador

Número N de amostras

N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	>21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,05	1,04	1,02	1,01	1,00

Fonte: CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico)

A tabela abaixo mostra o exemplo para determinação da “média”, que se resume na média da diferença entre as massas específicas de pista (corpos de prova) e a massa específica do PQI.

Figura 3 Dados para determinação da média

Localização	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4	CP-5	CP-6	CP-7	CP-8	CP-9
Densidade Corpo de prova (g/cm ³)	2,428	2,428	2,428	2,429	2,362	2,406	2,419	2,404	2,413
Densidade PQI (g/cm ³)	2,255	2,274	2,259	2,242	2,199	2,254	2,234	2,225	2,216
Diferença (g/cm ³)	0,173	0,154	0,169	0,187	0,163	0,152	0,185	0,179	0,197
Média	0,173								
Desvio Padrão	0,015								
N	9								
K	1,25								
Offset	0,154								

Fonte: CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico)

O OFFSET pode ser inserido diretamente no densímetro ou posteriormente em laboratório.

9. PROCEDIMENTO AVALIAÇÃO DA CAMADA ASFÁLTICA EXECUTADA

O controle de espessura deve ser realizado na caixa de fresagem a cada 20 metros pela média aritmética de, no mínimo, 3 (três) medidas, com linha e trena, (bordo esquerdo, centro e bordo direito).

As leituras com o densímetro elétrico, não podem ser realizadas em dias de chuva ou com o pavimento molhado. Antes do início do levantamento, o responsável pela fiscalização da Arteris deverá verificar a configuração do densímetro conforme os passos abaixo:

- “Standartization” Padronização dos anéis de leitura (a placa é exclusiva para cada densímetro);
- “Project” Verificação das informações da obra;
- “Moldes” O modo de leitura a ser utilizado, será a média de 5 pontos;
- “Units” Unidades de medida (SI);
- “Mix” Parâmetros da mistura asfáltica e espessura de medição;

- “Date & Time” Data e hora conforme horário local;
- “Data Logging” Ativação do armazenamento de dados;

Após a verificação das condições para operação do densímetro elétrico, o responsável pela fiscalização da Arteris deverá definir previamente através de pré-marcação com tinta os pontos onde serão realizadas as leituras. Tais leituras devem ser realizadas em intervalos a cada 10 metros para segmentos com extensão inferior a 400 metros e intervalos a cada 20 metros para segmentos com extensão superior a 400 metros, preferencialmente em pontos alternados, bordo direito, eixo e bordo esquerdo. Os locais onde apresentarem segregação devem ser removidos antes do início do processo de compactação da mistura asfáltica, em caso da não remoção desses pontos, o responsável pela fiscalização da Arteris, deverá direcionar a pré-marcação exatamente em cima dos pontos segregados, mesmo não tendo apoio total da base do aparelho.

Obs: A fiscalização da Arteris tem a autonomia para definir os pontos ou relocar caso necessário.

Após realização de todas as leituras do segmento, o responsável pela fiscalização da Arteris deve realizar a importação dos dados imediatamente e enviar ao laboratório responsável para emissão do laudo.

10. VERIFICAÇÃO DA CONFIABILIDADE DAS LEITURAS

Para aferição das leituras realizadas com o densímetro, deve ser realizado a cada 1.000 m³ ou a cada 10 dias de serviços trabalhados por frente de serviço os ensaios comparativos entre as densidades de pista obtidas através do densímetro e as densidades de pista obtidas através dos ensaios com corpos de prova extraídos.

Obs: A fiscalização da Arteris pode alterar a frequência da verificação da confiabilidade das leituras em função dos resultados obtidos.