

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS COM O DENSÍMETRO ELÉTRICO

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Novembro de 2019



DESIGNAÇÃO - ARTERIS T- 100

Revisão 3

Método Padrão de Ensaio para

Determinação da Densidade de Pavimentos Asfálticos com o Densímetro Elétrico.

Revisão 3: novembro 2019 (ARTERIS T 100)

1. ESCOPO

Este método tem por objetivo determinar a densidade de pavimentos asfálticos em execução ou recém executados através da utilização do 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 de processo não destrutivo, a massa específica aparente da camada de revestimentos asfálticos em execução ou recém construídos, bem como o mapeamento de locais não conformes para correções pontuais em acordo com a diretoria de manutenção e conserva 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 Elétrico



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.

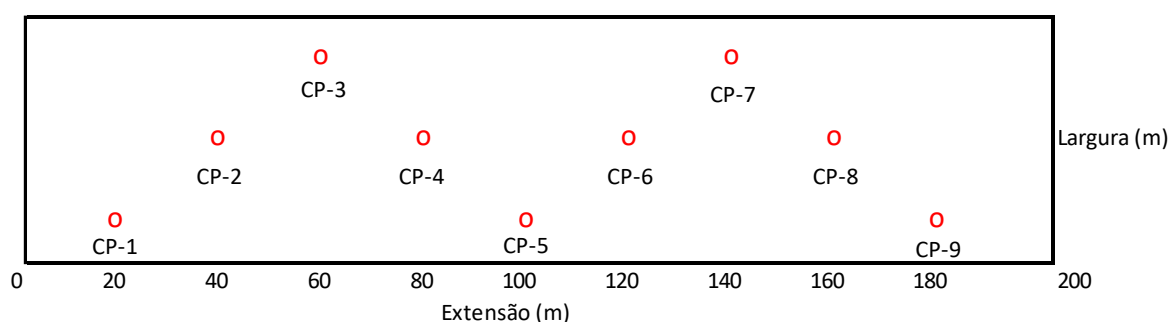
Deverão ser tomados dois valores de OFFSET, necessários para determinação do intervalo de densidade confiável para cada ponto de análise.

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, em sequência alternada de posicionamento, bordo direito, eixo e bordo esquerdo, conforme esquema abaixo. Uma vez que os dados de OFFSET são tratados estatisticamente, recomenda-se a utilização de quantidade superior de corpos de prova, se possível superior a 21 amostras, de forma a se reduzir o coeficiente “k”, conforme cálculos abaixo.

NOTA: A quantidade de amostras para verificação da densidade dos pavimentos asfálticos deverá ser sempre igual ou superior a quantidade de amostras tomadas para determinação dos valores de OFFSET.

Figura 2 Determinação dos Pontos de Ensaio



Fonte: CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico)

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

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

$$OFFSET1 = \bar{X} - kd$$

$$OFFSET2 = \bar{X} + kd$$

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

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

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

N = Número de amostras

K = Coeficiente multiplicador em função da quantidade de amostras utilizadas para determinação do OFFSET

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 do OFFSET superior e inferior, através da avaliação das diferenças entre as massas específicas de pista (corpos de prova) e a densidade obtida pelo densímetro elétrico.

Figura 3 Dados para determinação do OFFSET

Localização	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4	CP-5	CP-6	CP-7	CP-8	CP-9	CP-10
Massa Específica Aparente CP (g/cm³)	2,420	2,297	2,376	2,354	2,389	2,377	2,406	2,340	2,388	2,359
Densidade PQI (g/cm³)	2,340	2,325	2,330	2,345	2,338	2,333	2,335	2,328	2,338	2,335
Diferença (g/cm³)	0,079	-0,029	0,046	0,010	0,051	0,044	0,071	0,013	0,050	0,024

Média	0,036
Desvio Padrão	0,032
N	10
K	1,21
OFFSET 1	-0,003
OFFSET 2	0,075

Fonte: CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico)

Uma vez que deverão ser utilizados dois valores de OFFSET, os mesmos deverão ser inseridos posteriormente no 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 após períodos 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

NOTA: A espessura de medição mínima deverá ser de 35mm.

- “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 máximos de 10 metros para segmentos com extensão inferior a 400 metros e intervalos máximos de 20 metros para segmentos com extensão superior a 400 metros, 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: Apenas 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.