

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS - IBRAOP

INSTITUTO RUI BARBOSA – IRB / COMITÊ OBRAS PÚBLICAS

PROC–IBR–ROD 103/2021
Análise das Densidades Aparentes de Camadas de Concretos
Asfálticos para Fins de Auditoria

Edição válida a partir de:

www.ibraop.org.br

www.irbcontas.org.br

1. OBJETIVOS/JUSTIFICATIVAS

O procedimento tem por objetivo orientar a Equipe de Auditoria quanto ao processo de cálculo das densidades aparentes dos concretos asfálticos executados.

A determinação das densidades na pista servirá de subsídio para a avaliação:

- a) da compatibilidade entre o concreto asfáltico efetivamente executado e o traço apresentado, conforme PROC-IBR-ROD 107/2019 – Análise da Confiabilidade e de Adequabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;
- b) da qualidade do concreto asfáltico executado através do grau de compactação, conforme PROC-IBR-ROD 110/2018 – Análise do Grau de Compactação de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria, e do percentual de vazios da pista, conforme PROC-IBR-ROD 111/2018 Análise do Percentual de Vazios de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;
- c) do quantitativo de concreto asfáltico a ser considerado no PROC-IBR-ROD 113/2016 – Análise de Quantitativo Executado de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria; e
- d) da confiabilidade do controle tecnológico, conforme PROC-IBR-ROD 116/2019 – Análise de Confiabilidade do Controle Tecnológico de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.

A importância dessa aferição está na possibilidade de ocorrência de sobrepreço ou superfaturamento por quantidade e/ou qualidade pela execução de camadas de concreto asfáltico com densidades diversas daquelas especificadas em projeto e/ou indicadas em medição contratual, assim como na possibilidade de redução do desempenho e da vida útil da camada asfáltica, com consequente desperdício de dinheiro público e necessidade de intervenções precoces na via.

2. EQUIPAMENTOS/INSTRUMENTOS NECESSÁRIOS

Caso o procedimento se utilize da Norma DNER-ME 117/94 – Densidade Aparente CBUQ – Método de ensaio, os equipamentos/instrumentos necessários são:

- Balança com capacidade mínima de 5000g, sensível a 0,1g e com gancho que permita pesagem hidrostática, preferencialmente eletrônica;
- Recipiente cilíndrico para imersão de corpo de prova, com dimensões mínimas de 30cm de diâmetro e 40cm de altura (balde);
- Cesto para pesagem hidrostática, com diâmetro mínimo de 15cm;
- Fio de nylon; e
- Conjunto de pesos padrões para avaliação da aferição da balança.

Se o procedimento se pautar na Norma DNIT 428/2020 - ME - Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados - Método de ensaio, os equipamentos/instrumentos necessários, além daqueles indicados anteriormente, são:

- Banho de água com controle de temperatura ($25 \pm 1,0$) °C, com capacidade mínima para três corpos de prova, de modo a garantir uma lâmina de água de no mínimo 25mm acima do corpo de prova;
- Estufa com controle de temperatura ($110 \pm 5,0$) °C;
- Paquímetro;
- Cronômetro;
- Termômetro capaz de medir entre 20,0 e $30,0 \pm 0,1$ °C;
- Filme de PVC;
- Placas de Poliuretano com espessura aproximada de 12,5 mm;
- Cilindro de alumínio maciço com superfícies lisas e dimensões aproximadas de 100 mm de diâmetro e 60 mm de altura; e

- Sistema de circulação forçada, como, por exemplo, um ventilador.

3. PROCEDIMENTO

Inicialmente, destaca-se que a aferição das densidades pode ser realizada com extração de amostras ou por outros meios, tais como dados laboratoriais da empresa executora do serviço ou da empresa supervisora.

Este procedimento abordará a aferição da densidade aparente do concreto asfáltico a partir da extração de amostras por extratora (sonda) rotativa, conforme PROC-IBR-ROD 101/2020 - Plano de Amostragem, Extração e Preparação de Corpos de Prova de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria, bem como a comparação dos dados decorrentes dessa extração com as especificações de projeto e as medições contratuais. Caso seja utilizado outro método amostral, como por exemplo a abertura de janela, devem ser realizadas as adaptações necessárias.

A Equipe de Auditoria, primeiramente, deve tomar nota das densidades aparentes indicadas nas medições e nos ensaios laboratoriais da fiscalização, supervisora ou empresa executora. A análise da Equipe de Auditoria pode também levar em conta os demais dados disponíveis sobre a execução da obra.

Após extraídos os corpos de prova da camada de concreto asfáltico, conforme PROC-IBR-ROD 101/2020 - Plano de Amostragem, Extração e Preparação de Corpos de Prova de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria, a Equipe de Auditoria deverá determinar suas densidades aparentes por meio dos ensaios previstos na norma utilizada no projeto da mistura.

Caso a referência seja a Norma DNER-ME 117/94 – Densidade Aparente CBUQ – Método de ensaio (determinação da densidade aparente de misturas betuminosas), a Equipe de Auditoria deve se certificar de que cada corpo de prova:

- a) represente tão somente o material asfáltico de apenas uma camada (a que está sendo auditada);
- b) esteja isento de qualquer impureza estranha ao material asfáltico; e
- c) esteja seco (com apenas a umidade do ambiente).

Para as pesagens imersas, faz-se necessária a colocação dos corpos de prova no interior de cestos apropriados para tal fim, tomando-se, antes, o cuidado de zerar a balança com o peso próprio do cesto. Caso o laboratório utilizado pela Equipe de Auditoria seja o da própria obra e não disponha do cesto para essas pesagens, a Equipe de Auditoria deve providenciar a amarração dos corpos de prova em um fio de nylon, tomando-se, antes, o cuidado de zerar a balança com o peso próprio desse fio.

A balança a ser utilizada pela Equipe de Auditoria deve ter sua calibração aferida por certificação ou, de maneira expedita, utilizando-se um objeto de peso previamente conhecido.

Como a Norma DNER-ME 117/94 prevê três diferentes procedimentos de ensaios para a obtenção da densidade aparente, inicialmente, a Equipe de Auditoria deve escolher o procedimento correspondente ao percentual de vazios indicados no projeto da mistura, obtendo-se a densidade aparente a partir da respectiva fórmula de cálculo. Na ausência deste projeto, sugere-se realizar o ensaio correspondente ao percentual de vazios inferior a 7%.

Para cada corpo de prova, é preciso calcular o percentual de vazios de maneira a avaliar se o procedimento adotado anteriormente na obtenção da densidade aparente estava adequado. Para fins de cálculo do percentual de vazios, utilizam-se as seguintes fórmulas:

- quando a DMT for o parâmetro adotado na auditoria:

$$Vv = \left(1 - \frac{d}{DMT}\right) \times 100$$

- quando a DMM for o parâmetro adotado na auditoria:

$$Vv = \left(1 - \frac{d}{DMM}\right) \times 100$$

Onde:

Vv é o volume de vazios;

d é a densidade aparente;

DMT é a densidade máxima teórica; e

DMM é a densidade máxima medida.

Se for necessário, a Equipe de Auditoria deverá refazer o ensaio até se obter a densidade aparente de acordo com a fórmula apropriada aos vazios obtidos.

No caso de a referência ser a Norma DNIT 428/2020 - ME - Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados - Método de ensaio, a Equipe de Auditoria deve realizar os procedimentos nela indicados, bem como tomar os mesmos cuidados acerca dos corpos de prova e da balança anteriormente mencionados, à exceção da exigência de o corpo de prova estar seco, pois isso dependerá de como se realizará o ensaio para a obtenção da densidade.

O cálculo da densidade aparente de cada corpo de prova deve ser registrado em ficha elaborada pela Equipe de Auditoria.

A Equipe de Auditoria, em conformidade com os resultados das densidades aparentes dos corpos de prova, deverá reavaliar os trechos homogêneos considerados no plano de amostragem, e, se for o caso, dividir novamente a via em diferentes trechos homogêneos. Para cada trecho homogêneo, a Equipe de Auditoria deverá calcular ainda a Densidade Aparente Média Auditada em Campo (d_C).

Comparam-se os valores de d_C com aqueles obtidos do controle tecnológico realizado pela equipe de fiscalização, supervisão ou execução da obra para se avaliar qual medida será adotada pela Equipe de Auditoria (d_A). A densidade adotada pela Equipe de Auditoria (d_A) será, em regra, a obtida do controle tecnológico caso não pesem dúvidas sobre a sua validade material e documental, conforme o PROC-IBR-ROD 116/2019 – Análise de Confiabilidade do Controle Tecnológico para Fins de Auditoria, e desde que esta medida não seja superior ou inferior a 1,5% da Densidade Aparente Média Auditada em Campo (d_C). Esse percentual de tolerância pode ser minorado ou majorado, a depender do caso concreto.

Na definição da densidade adotada pela Equipe de Auditoria d_A , a validação dos dados do controle tecnológico, levando em conta a amostra da auditoria, também pode ser feita por meio de outros testes estatísticos selecionados a critério da Equipe de Auditoria.

Para fins de avaliação dos quantitativos dos serviços executados, conforme procedimento PROC-IBR-ROD 113/2016 – Análise do Quantitativo Executado de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria, a densidade adotada pela Equipe de Auditoria (d_A), para cada trecho homogêneo, observará o critério de medição definido em edital, contrato ou norma pertinente.

Por fim, cabe mencionar que a densidade adotada (d_A) obtida neste procedimento pode servir de subsídio para os procedimentos PROC-IBR-ROD 107/2019 – Análise da Confiabilidade e de Adequabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de

Auditoria, PROC–IBR–ROD 110/2018 – Análise do Grau de Compactação de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria e PROC–IBR–ROD 111/2018 – Análise do Percentual de Vazios de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.

Além dos procedimentos indicados acima, cabe à Equipe de Auditoria verificar a aplicabilidade de normas técnicas específicas e efetuar análises complementares segundo sua experiência profissional e situação fática.

4. DOS POSSÍVEIS ACHADOS DE AUDITORIA

a) Medição contratual com densidade aparente não-conforme em relação à densidade aparente adotada (d_A) pela Equipe de Auditoria, contrariando os artigos 66 e 76 da Lei n.º 8.666/1993 e artigos 62 e 63 da Lei n.º 4.320/1964.

5. DOCUMENTOS PARA INSTRUÇÃO PROCESSUAL

a) Cópia das especificações do Projeto de Pavimentação e traço apresentado;

b) Fichas de aferição das densidades aparentes médias dos corpos de prova extraídos da pista; e

c) Boletins de Medição dos serviços de concreto asfáltico (dos trechos detectados com densidades desconformes), respectivas memórias de cálculo e ensaios laboratoriais da fiscalização, supervisora ou empresa executora.

6. NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS

A relação apresentada a seguir não é exaustiva, sendo necessário que a Equipe de Auditoria considere as atualizações, revisões, exclusões e inclusões de novas orientações, normas e aspectos legais:

- Norma DNER-ME 117/94 – Densidade Aparente CBUQ – Método de ensaio;

- Norma DNIT 428/2020 - ME - Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados - Método de ensaio;

- PROC–IBR–ROD 101/2020 - Plano de Amostragem, Extração e Preparação de Corpos de Prova de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria;

- PROC–IBR–ROD 107/2019 – Análise da Confiabilidade e de Adequabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;

- PROC–IBR–ROD 110/2018 – Análise do Grau de Compactação de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;

- PROC–IBR–ROD 111/2018 – Análise do Percentual de Vazios de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria; e

- PROC–IBR–ROD 113/2016 – Análise do Quantitativo Executado de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.