

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS - IBRAOP

INSTITUTO RUI BARBOSA – IRB / COMITÊ OBRAS PÚBLICAS

**PROC–IBR–ROD 103/2016**  
**Análise das Densidades Aparentes de Camadas de Concretos**  
**Asfálticos para Fins de Auditoria**

Primeira edição válida a partir de: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

[www.ibraop.org.br](http://www.ibraop.org.br)

[www.irbcontas.org.br](http://www.irbcontas.org.br)

## **1. OBJETIVOS/JUSTIFICATIVAS**

O procedimento tem por objetivo orientar, para fins de auditoria, o processo de cálculo das densidades aparentes executadas de concretos asfálticos.

A importância deste procedimento está na possibilidade de sobrepreço ou superfaturamento por quantidade pela execução de camadas asfálticas com densidades aparentes inferiores àquelas utilizadas para fins de medições.

A determinação das densidades na pista é também um dos elementos que servirão de parâmetro para avaliação:

- Da compatibilidade entre o concreto asfáltico efetivamente executado e o traço apresentado (PROC-IBR-ROD 107/2017 – Análise da Confiabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria);
- Do grau de compactação do concreto asfáltico executado (PROC-IBR-ROD 110/2017 – Análise do Grau de Compactação de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria);
- Do percentual de vazios e relação betume-vazios (PROC-IBR-ROD 111/2017 – Análise do Percentual de Vazios e da Relação Betume/Vazios de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria).

A aferição 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, bem como a comparação com os dados de projeto e medição contratual.

## **2. EQUIPAMENTOS/INSTRUMENTOS NECESSÁRIOS**

- 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;
- Conjunto de pesos padrões para avaliação da aferição da balança.

## **3. PROCEDIMENTO**

A Equipe de Auditoria, de posse do Projeto Básico e/ou Executivo de Pavimentação, deve, primeiramente, tomar nota da densidade aparente da camada de concreto asfáltico indicada no traço apresentado e que teria sido executado.

De posse das medições contratuais, a Equipe de Auditoria deve tomar nota das densidades aparentes medidas.

A análise da Equipe de Auditoria deve 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 101/2016 – Extração de Amostras de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria, a Equipe de Auditoria deverá determinar suas densidades aparentes por meio do ensaio previsto na 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:

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

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.

Os corpos de prova deverão ser pesados, uma vez ao ar e outra imerso, utilizando-se a mesma balança.

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 densidade aparente ( $d$ ) de cada corpo de prova, normalmente obtida em  $\text{g/cm}^3$ , será calculada, em conformidade com o item 7.1 da Norma DNER-ME 117/94 – Densidade Aparente CBUQ – Método de ensaio, pela seguinte equação:

$$d = \frac{P_{ar}}{P_{ar} - P_i}$$

Onde  $P_{ar}$  = Peso ao ar (em g) e  $P_i$  = Peso Imerso (em g).

Os cálculos das densidades aparentes de cada corpo de prova devem ser registrados 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 ( $d_C$ ).

A densidade aparente a ser adotada ( $d_A$ ) pela Equipe de Auditoria será, em regra, a obtida do controle tecnológico realizado pela equipe de fiscalização, supervisão ou execução da obra, caso não pesem dúvidas sobre a sua validade material e documental, desde que esta medida não seja superior ou inferior a 3% da Densidade Aparente Média Auditada em Campo ( $d_C$ ).

A tolerância de 3% pode ser majorada ou minorada a depender da quantidade e precisão dos dados obtidos pela Equipe de Auditoria no caso concreto.

Se ( $d_A$ ) decorrer do controle tecnológico da equipe de fiscalização, supervisão ou execução da obra, a comparação com a densidade definida no traço apresentado e/ou na medição deve considerar o tratamento definido na Norma DNIT 031/2006 – ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço (item 7.5).

Se ( $d_A$ ) for a Densidade Aparente Média Auditada em Campo ( $d_C$ ), esta medida deve ser diretamente comparada com a definida no traço apresentado e/ou na medição.

A Equipe de Auditoria deve comparar a densidade adotada ( $d_A$ ) com a densidade definida no traço apresentado e/ou na medição, para fins de utilização nos Procedimentos PROC-IBR-ROD 107/2017 – Análise da Confiabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria, PROC-IBR-ROD 110/2017 – Análise do Grau de Compactação de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria e PROC-IBR-ROD 111/2017 – Análise do Percentual de Vazios e da Relação Betume/Vazios de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.

Para fins de avaliação dos quantitativos dos serviços executados, a densidade aparente adotada ( $d_A$ ) pela Equipe de Auditoria será, em regra, a **média** obtida do controle tecnológico realizado pela equipe de fiscalização, supervisão ou execução da obra, caso não pesem dúvidas sobre a sua validade na análise material e documental, desde que esta medida não seja superior ou inferior a 3% da Densidade Aparente Média Auditada em Campo ( $d_C$ ), valendo-se, para eventual cálculo de sobrepreço ou superfaturamento por quantidade, do procedimento PROC-IBR-ROD 113/2016 – Análise do Quantitativo Executado 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**

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;
- 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:

- a) Norma DNER-ME 117/94 – Densidade Aparente CBUQ – Método de ensaio;
- b) Norma DNIT 031/2006 – ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço;
- c) PROC-IBR-ROD 101/2016 – Extração de Amostras de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria;
- d) PROC-IBR-ROD 107/2017 – Análise da Confiabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;

- e) PROC-IBR-ROD 110/2017 – Análise do Grau de Compactação de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;
- f) PROC-IBR-ROD 111/2017 – Análise do Percentual de Vazios e da Relação Betume/Vazios de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;
- g) PROC-IBR-ROD 113/2016 – Análise do Quantitativo Executado de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.