

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS - IBRAOP

INSTITUTO RUI BARBOSA – IRB / COMITÊ OBRAS PÚBLICAS

**PROC-IBR-ROD 105/2016**  
**Análise do Teor de Ligante 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 a Equipe de Auditoria quanto ao cálculo do teor de ligante nos corpos de prova extraídos no concreto asfáltico executado.

A importância deste procedimento está na possibilidade de sobrepreço ou superfaturamento por quantidade pela execução de camadas asfálticas com teor de ligante médio inferior àquele utilizado para fins de medições. Também pelo fato de que a execução de teores de ligante inferiores ou superiores ao estabelecido no projeto, em percentuais que ultrapassam as tolerâncias admitidas em norma, podem ocasionar patologias e a redução do nível de desempenho e da vida útil da camada asfáltica, com conseqüente desperdício de dinheiro público e dispêndio de recursos em restaurações precoces na via.

A determinação do teor de ligante é também um dos elementos que servirá de parâmetro para avaliação:

- a) 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);
- b) Da qualidade do concreto asfáltico executado (PROC-IBR-ROD 112/2016 – Análise da Conformidade Qualitativa de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria);
- c) Da conformidade dos quantitativos medidos de ligante asfáltico para o concreto asfáltico executado (PROC-IBR-ROD 114/2016 – Análise do Quantitativo Executado de Ligante Asfáltico de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria).

A aferição pode ser realizada com extração de amostras ou por outros meios, tais como quantitativos obtidos de notas fiscais ou dados laboratoriais da empresa executora do serviço ou da empresa supervisora.

Este procedimento abordará a aferição do teor de ligante do concreto asfáltico a partir da obtenção de amostras por extratora rotativa, bem como a comparação com os dados de projeto e medição contratual. Caso as amostras tenham sido obtidas de outra forma, como as indicadas no PROC-IBR-ROD 101/2016 – Extração de Amostras de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria, devem ser realizadas as adaptações necessárias.

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

- Aparelho extrator de ligante asfáltico, que pode ser, exemplificativamente, do tipo Forno NCAT, Rotarex, ou outros produzidos para o mesmo fim;
- Balança com capacidade mínima de 2 kg, sensível a 0,1g;
- Estufa elétrica ou fogareiro;
- Papel filtro, no caso de utilização do Rotarex;
- Solvente, no caso de utilização do Rotarex;
- Proveta (preferencialmente de vidro), com capacidade de 250 ml, em caso de utilização do Rotarex.

## **3. PROCEDIMENTO**

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

De posse das medições contratuais, a Equipe de Auditoria deve tomar nota dos teores de ligante medidos.

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, e uma vez realizados os ensaios que demandam a existência do corpo de prova íntegro (ainda não destruído), a Equipe de Auditoria deverá proceder a extração do teor de ligante, adotando, conforme o equipamento utilizado para esse fim, os seguintes procedimentos básicos:

### **3.1. Utilização do forno NCAT**

O ensaio, descrito sucintamente a seguir, está definido na Norma ASTM D6307 – *Standard Test Method for Asphalt Content of Hot Mix Asphalt by Ignition*.

A Equipe de Auditoria deve providenciar o aquecimento do corpo de prova até que se possa desmanchá-lo.

Em seguida, deve colocar o material no cesto perfurado em aço inox, pesá-lo e digitar o resultado no forno NCAT.

O material deve ser inserido no forno, já previamente aquecido. Uma vez evaporado todo o ligante, o forno identificará o momento da estabilização no peso e encerrará automaticamente o ensaio, indicando o percentual de ligante asfáltico na mistura.

A Equipe de Auditoria deverá, então, transcrever todos os resultados determinados para cada corpo de prova em ficha elaborada para tal fim.

### **3.2. Utilização do equipamento do tipo Rotarex**

O ensaio, descrito sucintamente a seguir, está definido na Norma DNER-ME 053/94 – Percentagem de Betume – Método de ensaio.

A Equipe de Auditoria deve inicialmente providenciar a pesagem do recipiente côncavo do aparelho, anotando a sua tara ( $T$ ).

Em seguida, deve providenciar o aquecimento do corpo de prova até que se possa desmanchá-lo. Após, deve colocar o material diretamente no recipiente côncavo do aparelho e pesar o conjunto (recipiente mais mistura asfáltica), determinando seu Peso Bruto Inicial ( $P_{bi}$ ).

A Equipe de Auditoria deve aquecer o filtro para a total perda da umidade, utilizando preferencialmente estufa ou, na sua ausência, fogareiro. Em seguida, pesá-lo e anotar o resultado ( $P_{fa}$ ). Devem-se tomar as devidas precauções quanto ao aquecimento demorado do filtro, o que prejudicaria a sua porosidade.

A mistura asfáltica deve ser conduzida ao aparelho extrator de ligante, onde se farão sucessivas centrifugações com adições de solvente, até que a cor do líquido drenado indique que não há mais ligante na mistura, restando apenas o agregado.

O recipiente côncavo com o agregado e o filtro deverão ser aquecidos à temperatura de 80 a 100°C, para que se evapore completamente o solvente utilizado no processo. Essa operação deverá ser feita com o máximo cuidado para que se evitem perdas de massa sólida.

Estando o material completamente seco, o conjunto (recipiente mais agregado) deverá ser novamente levado à balança. Seu Peso Bruto Final ( $P_{bf}$ ) deverá também ser anotado.

Uma vez seco, também o filtro deve ser novamente pesado ( $P_{fd}$ ).

O teor de ligante ( $T_L$ ), expresso em percentual de peso relativo, para cada corpo de prova, deve então ser calculado por intermédio da seguinte equação:

$$T_L = \frac{P_{bi} - [P_{bf} + (P_{fd} - P_{fa})]}{P_{bi} - T} \times 100$$

Caso a Equipe de Auditoria pretenda realizar a análise granulométrica da massa asfáltica, conforme PROC-IBR-ROD 106/2016 – Análise da Granulometria de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria, deverá tomar o cuidado de remover do filtro todo o material a ele aderido, juntando-o ao restante do agregado.

### 3.3. Análise dos dados

A Equipe de Auditoria, em conformidade com os resultados dos teores de ligante 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, deverá ser obtida a média dos teores de ligante dos corpos de prova daquele trecho, denominado de Teor de Ligante Médio Auditado em Campo ( $T_{LC}$ ).

O teor de ligante a ser adotado ( $T_{LA}$ ) pela Equipe de Auditoria será, em regra, o obtido 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 0,5% em relação ao percentual do Teor de Ligante Médio Auditado em Campo ( $T_{LC}$ ).

Essa tolerância de 0,5% pode ser majorada ou minorada a depender da quantidade e precisão dos dados obtidos pela Equipe de Auditoria no caso concreto.

A Equipe de Auditoria deve comparar o teor de ligante adotado ( $T_{LA}$ ) com o teor de ligante definido em projeto.

Se o teor de ligante adotado ( $T_{LA}$ ) decorrer do controle tecnológico da equipe de fiscalização, supervisão ou execução da obra, a comparação com o teor de ligante definido em projeto deve considerar o tratamento definido na Norma DNIT 031/2006 – ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço (item 7.5).

Se ( $T_{LA}$ ) for o Teor de Ligante Médio Auditado em Campo ( $T_{LC}$ ), esta medida deve ser diretamente comparada com a definida em projeto.

Deve ser considerado não-conforme com a norma e com o projeto os trechos homogêneos que apresentarem ( $T_{LA}$ ) com variações, para mais ou para menos, superiores a 0,3% em relação ao percentual do teor de ligante de projeto, conforme a Norma DNIT 031/2006 – ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço (item 7.2.1, alínea 'a'), o que pode gerar perda de vida útil do pavimento, valendo-se, para eventual cálculo de sobrepreço ou superfaturamento por qualidade, do procedimento PROC-IBR-ROD 112/2017 – Análise da Conformidade Qualitativa de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.

Para fins de avaliação dos quantitativos dos serviços executados, o teor de ligante adotado ( $T_{LA}$ ) 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 0,5% em relação ao percentual do Teor de Ligante Médio Auditado em Campo ( $T_{LC}$ ), valendo-se, para eventual cálculo de sobrepreço ou superfaturamento por quantidade, do procedimento PROC-IBR-ROD 114/2016 – Análise do Quantitativo Executado de Ligante Asfáltico de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.

Os cálculos do teor de ligante também devem ser considerados pela Equipe de Auditoria para fins de utilização no Procedimento PROC-IBR-ROD 107/2017 – Análise da Confiabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria, situação em que uma eventual desconformidade qualitativa pode ser reforçada.

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) Camada de concreto asfáltico com teor de ligante não-conforme em relação ao estabelecido no projeto, em desacordo com os artigos 66 e 76 da Lei n.º 8.666/1993;
- b) Medição contratual com teor de ligante não-conforme em relação ao teor de ligante adotado ( $T_{LA}$ ) 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 dos teores de ligante médios dos corpos de prova extraídos da pista;
- c) Boletins de Medição dos serviços de concreto asfáltico (dos trechos detectados com teores médios 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 ASTM D6307 – *Standard Test Method for Asphalt Content of Hot Mix Asphalt by Ignition*;
- Normas DNER-ME 053/94 – Percentagem de Betume – Método de ensaio;
- Norma DNIT 031/2006 – ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço;
- PROC-IBR-ROD 101/2016 – Extração de Amostras de Concreto Asfáltico para Fins de Auditoria;
- PROC-IBR-ROD 107/2017 – Análise da Confiabilidade do Traço Apresentado para as Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;

- PROC-IBR-ROD 112/2017 – Análise da Conformidade Qualitativa de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria;

- PROC-IBR-ROD 114/2016 – Análise do Quantitativo Executado de Ligante Asfáltico de Camadas de Concretos Asfálticos para Fins de Auditoria.