

Sistemática a ser adotada
no controle de resultados
para avaliação de
qualidade da execução de
obras de pavimentação

Pavimentação de vias
urbanas
Bairros Diversos
Vias Diversas

PLANO DE AMOSTRAGEM

Município de Curitiba, PR

2

1- Plano de Amostragem

1.1 Objetivo

Garantir que os materiais e a execução da pavimentação atendam às especificações técnicas e normas vigentes, assegurando a qualidade e a durabilidade do pavimento.

A aferição dos serviços se dará através de ensaios de laboratório, realizados durante o processo de execução dos serviços.

Cada etapa de execução do projeto deverá ser acompanhada de equipe apta, que faça a coleta adequada de amostras, conforme especificado pelas normas apropriadas e pertinentes a cada serviço, a fim de avaliar o resultado do trabalho, como subsídio na tomada de decisão quanto a aceitação ou rejeição deles.

Compete à Contratada apresentar relatório dos testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com as especificações técnicas e normas.

A Contratada deve avisar a Fiscalização com antecedência sobre a realização dos ensaios para o devido acompanhamento da sua execução e registro dessa atividade no Relatório Diário de Obra (RDO).

1.2 Procedimentos

A Norma **DNER-PRO 277/97** estabelece que a amostragem deve envolver aleatoriedade nos pontos de extração, além de definir conceitos e riscos inerentes ao controle.

A tabela abaixo define a relação entre o risco que o executante assume de ter rejeitado um serviço de boa qualidade (α), em função do número de amostras (n).

Planos de Inspeção

Condicionantes:

α = probabilidade de rejeição de um serviço de boa qualidade

β = probabilidade de aceitação de um serviço de má qualidade

p_1 = % de "defeitos" máxima admitida em um serviço de boa qualidade

p_2 = % de "defeitos" mínima admitida em um serviço de má qualidade

Tabela 1					Amostragem Variável									
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras; executante;					k = coeficiente multiplicador;					α = risco do				

Na Tabela 1, a variável β (risco do DNER) e os valores de p_1 e p_2 tiveram seus valores fixados em 10%, 5% e 25% respectivamente, adotados como referência no controle estatístico constante das especificações de serviço pertinente.

Tamanho da amostra: é o número mínimo de extrações ou coletas que serão ensaiadas para fins de aceitação, reprovação ou outras medidas pertinentes, sob condições de risco e os conceitos previamente estabelecidos no plano de amostragem. Assim, quanto maior a amostra definida, menor o risco de ter um serviço de boa qualidade rejeitado.

1.2.1 Critérios Estatísticos (conforme Norma DNER- PRO 277/97):

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado} \therefore \text{rejeita} - \text{se o serviço}$

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado} \therefore \text{aceita} - \text{se o serviço}$

Para o caso de valor máximo especificado, a decisão será:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \therefore \text{rejeita} - \text{se o serviço}$

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado} \therefore \text{aceita} - \text{se o serviço}$

Para o caso de valor especificado entre mínimo e máximo, a decisão será:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$
ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \therefore \text{rejeita} - \text{se o serviço}$

Caso contrário, aceita-se o serviço.

1.2.2 Aceitação Dos Serviços

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação. 9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido. 9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado. (DER/PR ES-PA 21/23)

Caso um ou mais indicadores de desempenho não for(em) atingido(s), a construtora deverá apresentar à Fiscalização as alternativas técnicas de intervenção que irá adotar, às suas expensas, para atender os padrões de desempenho exigidos. (DER/PR ES-PA 21/23)

1.3 Considerações

Para fins de atendimento à norma DNER-PRO 277/97 item 6.1, adotar-se-á no **mínimo 5 amostras** para o cálculo estatístico.

Portanto, se na ETAPA planejada (ou no acumulado de ETAPAS), a soma das áreas ou comprimentos ou peso em toneladas de CBUQ, for calculado, conforme parâmetros das Normas vigentes, um número de amostras inferior a 5, deverá ser apresentado o mínimo de 5.

Se na ETAPA planejada (ou no acumulado de ETAPAS), a soma das áreas ou comprimentos ou peso em toneladas de CBUQ, for calculado, conforme parâmetros das Normas vigentes, um número de amostras superior a 5, a análise dos ensaios deverá ser feita com no mínimo essa quantidade de pontos.

Se numa mesma ETAPA (ou no acumulado de ETAPAS), estiver sendo medido vários trechos/ ruas/ quadras de um mesmo segmento, deverá ser adotado, no mínimo, 1 amostra por trecho/ rua/ quadra, totalizando 5 amostras ou mais.

Tabela Exemplificativa:

	Etapa 01	Etapa 02	Etapa 03	Etapa 04
Quantidades de Ensaios (CP) Prevista em Cada Etapa	2 ud	3 ud	2 ud	7 ud
Medição 01	Med 01			
Medição 02		Med. 02		
Medição 03				Med. 03
Total de Cada Medição	5* ud	5 ud		7 ud

*Obs.: Mínimo de 5 ensaios (CP - Corpos de Prova) na medição.

Fica a critério da Contratada a realização de pontos de ensaios adicionais, à suas expensas, com o intuito de diminuir o risco (a) de não aceitação da amostra.

Serão considerados seguimentos homogêneos, a rua inteira ou dividida em quadras, ou a quantidade prevista para aquela etapa, de acordo com o **planejamento da obra**, a fim de garantir a qualidade do serviço, e desde que tenham a mesma espessura e sejam executadas em conjunto ou intervalo de tempo referente à medição em análise.

O pagamento do serviço só será efetivado após aceitação dos resultados.

Se uma amostra extraída não satisfizer ao valor especificado pelo controle estatístico e não estiver atendendo às tolerâncias previstas em Norma, com aceitação da Fiscalização, deverá ser retirada outra

amostra em outro ponto próximo ao anterior, às expensas da Contratada, para fins de comprovação.

Se uma amostra extraída não satisfizer ao valor especificado pelo controle global estatístico, mas individualmente estiver dentro da faixa das tolerâncias previstas em Norma, a Contratada deverá apresentar amostras complementares para verificar se com a diminuição do risco (a) o valor global é satisfeito.

2. Materiais e serem amostrados e ensaios recomendados:

2.1 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Obra: **RECAPEAMENTO ASFÁLTICO**

Local: **Município de CURITIBA**

Área total: **591.386,77 m²**

2.2 FINALIDADE: Verificação da qualidade dos serviços executados e materiais empregados na obra de Recapeamento Asfáltico, para embasamento à aceitação ou rejeição dos serviços realizados na obra.

2.3 OBJETIVO: Emissão de Laudos de Controle Tecnológico para obra de Recapeamento Asfáltico e realização de parecer técnico contemplando análise de resultados, com intuito de aferição/avaliação dos materiais e serviços realizados, quanto ao cumprimento de especificações técnicas do projeto licitado, bem como atendimento às Normas Técnicas específicas.

2.4 NORMAS DE REFERÊNCIA: Para realização dos ensaios e avaliação dos de resultados foram utilizadas as seguintes Normas:

1. DER/PR ES-PA 17/23 - Pavimentação: Pinturas Asfálticas
2. Taxa de emulsão na etapa Pintura de Ligação (RR-1C) = 0,5 l/m² a 0,8 l/m (ou taxa total de emulsão + água seja sempre igual a 1,0 l/m²)
3. DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
4. DNER-ME 117/94 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente;
5. DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica;

6. DNIT 136/18-ME - Pavimentação asfáltica - Misturas Asfálticas - determinação da resistência a tração por compressão diametral;
7. DER/PR ES-PA 21/23 - Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado à Quente;
8. DNER-PRO 277/97: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços.

A metodologia de realização dos ensaios atende integralmente às Especificações Técnicas e Normas da ABNT, e estão de acordo com o Plano estatístico de amostragem previsto na Norma DNER-PRO 277/97.

3 Programação de Resultados:

Os ensaios devem seguir as quantidades previstas no orçamento e distribuídos conforme planejamento da execução, por etapas.

Abaixo listamos os serviços do Projeto Executivo que foram submetidos ao controle tecnológico de materiais empregados e sua aplicação na obra.

3.1 Previsão de resultados de ensaios de acordo com etapas

Lote 1

Ensaio	Quantidade de Ensaio Previstos por Etapa										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Sub-base	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Ensaio de Granulometria do Agregado	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Ensaio de Controle de Taxa de Aplicação de Ligante Betuminoso	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Ensaio de Percentagem de Betume - Misturas Betuminosas	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Ensaio de Densidade do Material Betuminoso	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Ensaio de tração por compressão diametral - misturas betuminosas	20	19	26	24	19	21	22	24	13	11	199
Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa	26	26	34	27	21	28	31	32	23	24	272

Lote 2

Ensaio	Quantidade de Ensaio Previstos por Etapa										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Sub-base	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Ensaio de Granulometria do Agregado	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Ensaio de Controle de Taxa de Aplicação de Ligante Betuminoso	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Ensaio de Percentagem de Betume - Misturas Betuminosas	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Ensaio de Densidade do Material Betuminoso	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Ensaio de tração por compressão diametral - misturas betuminosas	14	23	23	26	30	27	15	23	25	18	224
Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa	26	29	26	27	36	32	33	30	28	21	288

Lote 3

Ensaio	Quantidade de Ensaio Previstos por Etapa										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Sub-base	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Ensaio de Granulometria do Agregado	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Ensaio de Controle de Taxa de Aplicação de Ligante Betuminoso	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Ensaio de Percentagem de Betume - Misturas Betuminosas	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Ensaio de Densidade do Material Betuminoso	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Ensaio de tração por compressão diametral - misturas betuminosas	22	24	20	22	22	21	21	18	19	17	206
Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa	29	27	30	24	24	22	26	24	22	19	247

- 3.2 RECICLAGEM DO PAVIMENTO COM ADIÇÃO DE BRITA GRADUADA E 3% DE CIMENTO:** Os serviços de reciclagem deverão ser executados com uso de recicladoras de pavimento e deverão estar em conformidade com a normativa DNIT 167/2013-ES.
Parâmetros: A base e o revestimento existente e deteriorado deverão ser reciclados juntamente com a incorporação de 3% de cimento (equivalente a 12kg/m²), agregados minerais e água. A espessura média de reciclagem é de 0,18 m ou 18 (dezoito) centímetros. A mistura reciclada deverá ser compactada até que se atinja no mínimo 98% do grau de compactação (energia modificada), conforme a especificação DNIT 167/2013-ES.
- 3.3 IMPRIMAÇÃO:** imprimação com Emulsão Catiônica de Ruptura Rápida RR-1C
Parâmetros: Taxa do Betume na etapa Imprimação da Base de Brita-graduada RR-1C = 1,2 l/m²
Tolerância: Taxa de aplicação não pode variar em $\pm 10\%$ da Taxa de projeto.
O controle será realizado pelo "Método da Bandeja". Um ensaio a cada 600m² de pista.
- 3.4 PINTURA DE LIGAÇÃO:** pintura com emulsão asfáltica tipo RR-1C
Parâmetros: Taxa de emulsão na etapa Pintura de Ligação (RR-1C) = 0,5 l/m².
Tolerância: Taxa de aplicação não pode variar em $\pm 10\%$ da Taxa de projeto.
O controle será realizado pelo "Método da Bandeja". Um ensaio a cada 600m² de pista.
- 3.5 ENSAIO DE PERCENTAGEM DE BETUME - MISTURAS BETUMINOSAS REVESTIMENTO – Faixa III – DER/SP**
Projeto Marshall proposto pelo PROJETISTA:
Taxa de CAP = 5,50 % (0,0500)

Tolerância: Taxa de CAP não deve variar em relação ao teor de projeto da Dosagem (Método Marshall) de mais do que 0,3% para mais ou para menos. Um ensaio a cada 600m² de pista.
- 3.6 ENSAIO DE CONTROLE DO GRAU DE COMPACTAÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA**
Grau de Compactação de projeto = 100%
Tolerância: devem estar no intervalo de 97% a 101%.
- 3.7 ENSAIO DE DENSIDADE DO MATERIAL BETUMINOSO**
1ª CAMADA – Faixa III DER/SP
Densidade de Projeto: 2,5548 t/m³

2ª CAMADA – Faixa III DER/SP

Densidade de Projeto: 2,5548 t/m³

3.8 EXTRAÇÃO DE CORPO-DE-PROVA DE CONCRETO ASFÁLTICO COM SONDA ROTATIVA

Revestimento (1ª Camada): Espessura CONSTANTE de Projeto = 3,50 cm

Revestimento (2ª Camada): Espessura CONSTANTE de Projeto = 3,50 cm

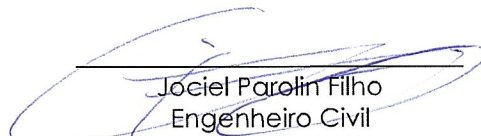
Tolerâncias:

- A) A espessura média deve situar-se no intervalo de + 5% em relação à espessura prevista em projeto;
- B) Não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de + 10% em relação à espessura prevista em projeto.
- C) A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a $\frac{3}{4}$ da espessura da camada asfáltica.
- D) Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

4 Previsão de localização de pontos de coleta das amostras:

***** Ficarà a critério da Fiscalização, juntamente com a empresa executora, a localização dos pontos de coleta na obra.***

Município, 04 de agosto de 2025.



Jociel Parolin Filho
Engenheiro Civil
CREA-PR 89.686/D