

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

Pavimentação de Estrada Rural da Bernadelli

PLANO DE AMOSTRAGEM

Município Cidade Gaúcha, PR

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; k = coeficiente multiplicador; α = risco do executante;

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 (α) 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 (α) o valor global é satisfeito.

2. Materiais e serem amostrados e ensaios recomendados:

2.1 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Obra: **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA CBUQ**

Local: Estrada Bernadelli -**Cidade Gaúcha**- Pr

Área total: **81.564.98m²**

- 2.2 FINALIDADE:** Verificação da qualidade dos serviços executados e materiais empregados na obra de Pavimentação Asfáltica, para embasamento à aceitação ou rejeição dos serviços realizados na obra.
- 2.3 OBJETIVO:** Emissão de Laudos de Controle Tecnológico para obra de Pavimentação Asfáltica 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 resultados foram utilizadas as Normas.

DNER-ME 092/94 - Solo – determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego de frasco de areia;
DNIT 152/2010 – ES – Pavimentação – Macadame hidráulico;
DNIT 141/2022 – ES – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente;
DER/PR ES-PA 17/23 - Pavimentação: Pinturas Asfálticas;
DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
DNER-ME 117/94 - Mistura betuminosa – determinação da densidade aparente; DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica;
DNIT 136/18-ME - Pavimentação asfáltica - Misturas Asfálticas - determinação da resistência a tração por compressão diametral;
DER/PR ES-PA 21/23 - Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado à Quente;
DNIT 428/2022 – ME - Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados;
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:

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

Tabela de quantitativo de ensaios previstos por etapa - preencher de acordo com projeto e orçamento.

Ensaio	Quantidade Ensaio Previstos													Total de Ensaio
	Etapa 01	Etapa 02	Etapa 03	Etapa 04	Etapa 05	Etapa 06	Etapa 07	Etapa 08	Etapa 09	Etapa 10	Etapa 11	Etapa 12	Etapa 13	
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Terraplenagem	30	25	23	25	24	25								152
Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Regularização e Compactação do Subleito	20	20	20	20	25	20								125
"Ensaio de Massa Específica - In Situ - Método Frasco de Areia (Grau de Compactação) - Sub-base"	20	20	25	20	20	20								125
Ensaio de Granulometria do Agregado da Base	20	25	20	20	20	20								125
Ensaio de Controle de Taxa de Aplicação de Ligante Betuminoso	30	30	30	30	20	27								167
Ensaio de Percentagem de Betume - Misturas Betuminosas	25	25	23	20	23	20								136
Ensaio de Controle do Grau de Compactação da Mistura Asfáltica	25	25	23	20	23	20								136
Ensaio de Densidade do Material Betuminoso	25	25	23	20	23	20								136
Ensaio de tração por compressão diametral - misturas betuminosas	25	25	23	20	23	20								136
Extração de corpo de prova de concreto asfáltico com sonda rotativa	25	25	23	20	23	20								136
Mobilização e desmobilização de equipamento e equipe para extração de corpos de prova da capa asfáltica - (para cada 25 extrações de CP's corresponde a 1 mobilização)	1	1	1	1	1	1								6

3.2 TERRAPLENAGEM: camada de limpeza e preparação de superfície de da plataforma de terraplenagem da via a ser implantada: 20,0 cm de remoção de camada superficial.

Parâmetros: grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

3.3 REFORÇO DO SUBLEITO: camada complementar de material, normalmente proveniente de jazida, utilizada como aterro para melhoria da capacidade de suporte do solo local, ou para ganho de cota (altura) do terreno da plataforma de terraplenagem da via a ser implantada: 20,0 cm de aterro.

Parâmetros: grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

3.4 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO: conformação da camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 20,0 cm, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

Parâmetros: grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

Um ensaio a cada 750m² de pista conforme DER/PR ES-PA 01/23.

3.5 SUB-BASE: Sub-base com brita graduada, com espessura de 20,0 cm.

Parâmetros: Ensaio de granulometria.

Um ensaio a cada 400 m³ de agregado conforme DER/PR ES-PA 03/23.

3.6 BASE: base em Solo Cimento 4%, Faixa II do DER-PR, com espessura de 15,0 cm.

Parâmetros: grau de compactação mínimo a ser atingido é de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima.

Um ensaio a cada 150m³ de agregado conforme DER/PR ES-PA 05/23.

- 3.7 IMPRIMAÇÃO:** imprimação com asfalto diluído tipo EAI
Parâmetros: Taxa do Betume na etapa Imprimação da Base de Brita-graduada (EAI) = 0,8 l/m² a 1,3 l/m
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 300 m de faixa aplicada conforme DER/PR ES-PA 17/23.
- 3.8 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 a 0,8 l/m (ou se diluído: taxa total de emulsão + água seja sempre igual a 1,0 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 300 m de faixa aplicada conforme DER/PR ES-PA 17/23.
- 3.9 ENSAIO DE PERCENTAGEM DE BETUME - MISTURAS BETUMINOSAS**
CAPA (revestimento) – Faixa C
Projeto Marshall proposto pelo PROJETISTA:
Taxa de CAP = 4,95 % (0,0490)

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.
- 3.10 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%.
Tolerância: devem estar no intervalo de 97% a 101%. Um ensaio a cada 600m² de pista.
- 3.11 ENSAIO DE DENSIDADE DO MATERIAL BETUMINOSO**
CAPA (revestimento) – Faixa C
Densidade de Projeto: 2,40 t/m³/ Um ensaio a cada 600m² de pista.
- 3.12 EXTRAÇÃO DE CORPO-DE-PROVA DE CONCRETO ASFÁLTICO COM SONDA ROTATIVA**

Revestimento (CAPA): Espessura CONSTANTE de Projeto = 5,00 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 $\frac{2}{3}$ 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.

Para ensaios de CBUQ – deve se adotar de acordo com DER/PR ES-PA 21/23 – Extração a cada 100 t de mistura aplicada e compactada.

3.13 ENSAIO DE CONSISTÊNCIA DO CONCRETO ESTADO FRESCO (ABATIMENTO)

Norma da ABNT NBR NM 67

(Slump test – antiga NBR 7212:1984)

3.14 DOSAGEM DO CONCRETO – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA

ABNT NBR 12142/91 – Concreto – determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos

NBR5739 DE 05/2018 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos)

Consumo mínimo de cimento: $C_{min}=320 \text{ kg/m}^3$; DER/PR - ES-P 35/23

Relação água/cimento máxima: $A/C=0,50 \text{ l/kg}$

Abatimento, determinado conforme a norma DNER-ME 404/00: $70\text{mm} \pm 10\text{mm}$.

3.15 ETC.: indicar características que se pretende atender, do projeto Licitado bem como do Projeto de Dosagem Marshall apresentado.

Tais parâmetros são os Valores de Controle aos quais serão comparados os Resultados dos Testes e Ensaios.

4 Previsão de localização de pontos de coleta das amostras:

Mapa de localização, com identificação dos pontos de coleta das amostras



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

Cidade Gaúcha, 08 de dezembro de 2025.

Sheila Cristina Dias
Engenheiro(a) Civil
CREA-PR 136.316/D