

**Município:** PALMITAL - PR  
**Prioridade:** 85  
**SAM:** 71

## PLANO DE AMOSTRAGEM

O controle estatístico de pavimentação em projetos de engenharia de infraestrutura é fundamental para assegurar a qualidade e a funcionalidade de vias urbanas e rodovias, que são elementos cruciais para a mobilidade e o desenvolvimento econômico. A construção de uma via pavimentada envolve múltiplas etapas, desde a preparação do subsolo e a aplicação das camadas de base e sub-base, até a pavimentação com materiais como o asfalto, seguido de processos de compactação e acabamento. A complexidade inerente a este processo, com a aplicação de diferentes materiais e camadas, exige um rigoroso acompanhamento técnico para garantir que as características e o desempenho da pavimentação estejam em conformidade com os padrões estabelecidos em projeto.

Neste contexto, a metodologia do controle estatístico de qualidade assume um papel central, permitindo a monitorização e a avaliação da variabilidade inerente aos processos construtivos. A aplicação de métodos estatísticos permite identificar desvios em relação às especificações, prever potenciais falhas, e otimizar as condições de execução, garantindo que o produto final atenda às exigências de durabilidade, segurança e conforto para os utilizadores. Este texto tem como objetivo apresentar os princípios e as ferramentas do controle estatístico aplicadas ao projeto de pavimentação, demonstrando a sua importância para a otimização dos recursos, a prevenção de defeitos e a entrega de obras que cumprem com os mais elevados padrões de desempenho e longevidade.

## CONTROLE DE QUALIDADE GEOMÉTRICO

Os serviços executados serão aceitos, quanto ao controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) Quanto a largura da plataforma: não serão admitidos valores inferiores aos previstos para as camadas;
- b) A espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29 s}{\sqrt{n}}$$

Onde:

- u - espessura média;
- X - média da amostra;
- s - desvio padrão;

## TOLERÂNCIA ADMISSÍVEL PARA ESPESSURAS

Camada	Espessura média tolerada	Intervalo individual tolerado
Sub base em macadame seco / hidráulico...	±5% em relação à média	±10% em relação à espessura prevista
Base em brita graduada / bica corrida/ BGTC...	Prevista em projeto menos 1cm	± 2 cm em relação à espessura de projeto
Recapagem em CBUQ	Controle por cargas (massa de CBUQ)	
Pavimentação em CBUQ	Até - 5% em relação à prevista em projeto	± 10 cm em relação à espessura de projeto

## CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DOS ENSAIOS

Antes do início dos serviços, a empreiteira deverá apresentar os projetos de brita graduada, bica corrida, BGTC, macadame seco,

macadame hidráulico, revestimento asfáltico entre outros para servirem como balizadores para a análise estatística, sendo que os critérios de aceitação, números necessários de corpos de prova, entre outros será como segue:

O cálculo estatístico para aceitação ou rejeição dos serviços serão feitos da seguinte maneira:

- 1)  $X - Ks < \text{valor mínimo especificado}$  ou  $X + Ks > \text{valor máximo de projeto}$ : **Não conformidade;**
- 2)  $X - Ks \geq \text{valor mínimo especificado}$  ou  $X + Ks \leq \text{valor máximo de projeto}$ : **Conformidade;**

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

- 1)  $X + Ks > \text{valor máximo especificado}$ : **Não conformidade;**
- 2)  $X + Ks \leq \text{valor máximo especificado}$ : **Conformidade;**

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

- 1)  $X - Ks < \text{Valor mínimo especificado}$  ou
- 2)  $X + Ks > \text{Valor máximo especificado}$ : **Não conformidade;**

Sendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Onde:

$x_i$  - Valores individuais;

$\bar{x}$  - média da amostra;

$s$  - desvio padrão;

$k$  - coeficiente tabelado em função de determinações definido (tamanho da amostra);

$n$  - número de determinações (tamanho da amostra);

Verifica-se que a confiabilidade estatística é dependente do tamanho da amostra, e tem seus coeficientes  $K$  e  $\alpha$  associados ao número de pontos avaliados, outro fato relevante é que, segundo a tabela demonstradas à seguir, não é possível associar coeficientes para um número de amostras menores que 5, portanto, será este o valor mínimo de amostras aceitas para cada etapa do projeto projeto.

Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)													
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	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
$\alpha$	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
n= N° de Amostras					k= Coeficiente Multiplicador					$\alpha$ = Risco da Contratada			

O número de ensaios necessários por rua ou trecho deste projeto será indicada em planilha a ser anexada no portal sendo que o resumo de quantitativos geral, que irá compor a planilha orçamentária será dado como segue:

#### RELAÇÃO DE QUANTITATIVOS MÍNIMOS DE ENSAIOS (CRITÉRIO ÁREA)

PINTURA DE LIGAÇÃO	NÚMEROS DE ENSAIOS
Determinação da taxa de aplicação pelo método da bandeja (1 a cada 300 metros de faixa aplicada)	14
REPERFILAGEM EM CBUQ	NÚMEROS DE ENSAIOS
Extração do ligante da mistura	4
Densidade aparente (média de 2 corpos de prova)	4
CBUQ	NÚMEROS DE ENSAIOS
Extração do ligante da mistura ( 1 a cada 200 t)	4

Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante (1 a cada 200 t)	4
Densidade aparente (média de 2 corpos de prova) (1 a cada 100 t)	6
Resistência a Tração por Compressão Diametral (média de 2 corpos de corpos de prova) (1 a cada 100 t)	6
Determinação da espessura (média dos dois corpos de prova) (1 a cada 100 t)	6
Denisdade máxima da mistura betuminosa (RICE) ( 1 a cada 2000 t)	2
Extração de corpos de prova	16

**NORMAS DE REFERÊNCIA:** Para a realização dos ensaios e avaliação dos resultados foram utilizados as normas:

DNER-ME 092/94 - Determinação de massa específica aparente “in situ”

DNER-ME 083/98 - Agregados – análise granulométrica

DNIT 172/2016-ME - Determinação do ISC utilizando amostras não trabalhadas

DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas – percentagem de betume

DNIT 428/2020-ME - Mistura asfálticas – determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente decorpos de prova compactados – Método de ensaio

DNIT 427/2020-ME - Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação da densidade relativa máxima medida e da massa específica máxima medida em amostras não

**Especificações de serviços:**

DER-ES-PA-17-23 Pinturas Asfálticas

DER-ES-PA-21-23 Concreto Asfáltico, Usinado à Quente

#### DISTRIBUIÇÃO DE QUANTITATIVOS POR ETAPAS

O quantitativos de ensaios previstos por etapas se dará conforme tabela que segue (Distribuição orientativa, caso ocorra mudanças do cronograma por parte da empresa pode ocorrer alterações nos quanitativos de cada etapa)

SERVIÇOS	Quantidade de ensaios previstos por etapa												Mínimo Admissível	Quantidade considerada
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Pintura de ligação														
Determinação de taxa de aplicação			5	5	5	5							14	20
CBUQ reperfilagem														
Extração de ligante da mistura			5	5	5	5							4	20
Densidade aparente			5	5	5	5							4	20
CBUQ camada final														
Extração de ligante da mistura			5	5	5	5							4	20
Densidade aparente			5	5	5	5							6	20
Resistência a tração por compressão diametral			5	5	5	5							6	20
Determinação da espessura			5	5	5	5							6	20
Extração de corpo de prova			10	10	10	10								40

PALMITAL - PR 28/08/2025

MATHEUS AUGUSTO LOPES SCHON  
ENGENHEIRO CIVIL CREA PR199.305/D  
RESPONSÁVEL TÉCNICO MUNICIPAL

