

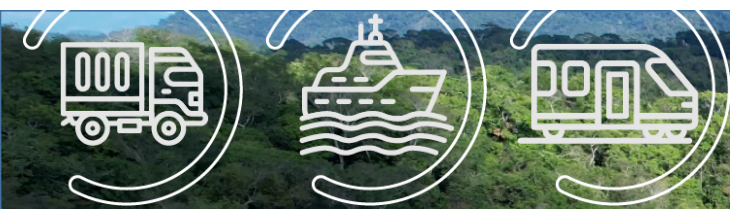
DNIT 031/2024-ES - Avanços, desafios e impactos na prática das obras rodoviárias



Eng. Luiz Guilherme Rodrigues de Mello, D.Sc.
Diretor de Planejamento e Pesquisa

DNIT





A nova DNIT ES 031/2024

DNIT

Objetivos da atualização ES 031



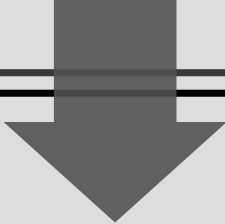
Documento de 2006 apresentava diversos pontos que estariam em desacordo com práticas e conhecimentos atuais

Necessidade de incluir possibilidade de misturas que atendam a projetos de pavimentos mais elaborados

Alinhamento com práticas internacionais

Objetivos da atualização ES 031

Em situações de "**ausência de projeto**", embora a realização de ensaios **não seja obrigatória**, a Especificação de Serviço introduziu melhorias nos controles de execução, na otimização das faixas granulométricas e estabeleceu critérios mais rigorosos para o desempenho funcional da camada.



Quando houver a exigência de projeto (que, no caso do DNIT, provavelmente será definida pelo edital), **o projetista poderá determinar os parâmetros**. A Especificação de Serviço passará a servir como uma ferramenta para o dimensionamento estrutural, incluindo todas as caracterizações avançadas, e a execução deverá ser monitorada conforme essas especificações.

Processo de atualização



Parâmetros de projeto do CA

Estes requisitos **NÃO** são referentes ao projeto do concreto asfáltico, mas do projeto da estrutura do pavimento

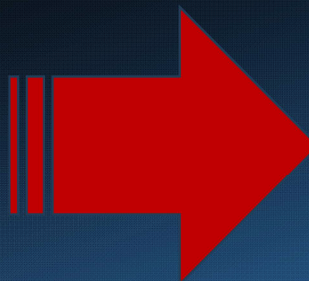


Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 447 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência		
Parâmetros de fadiga		
Flow Number (FN)		

Inclusão do Anexo C
contendo recomendações
sobre agregados com
absorção superior a 2%

Materiais - Agregados

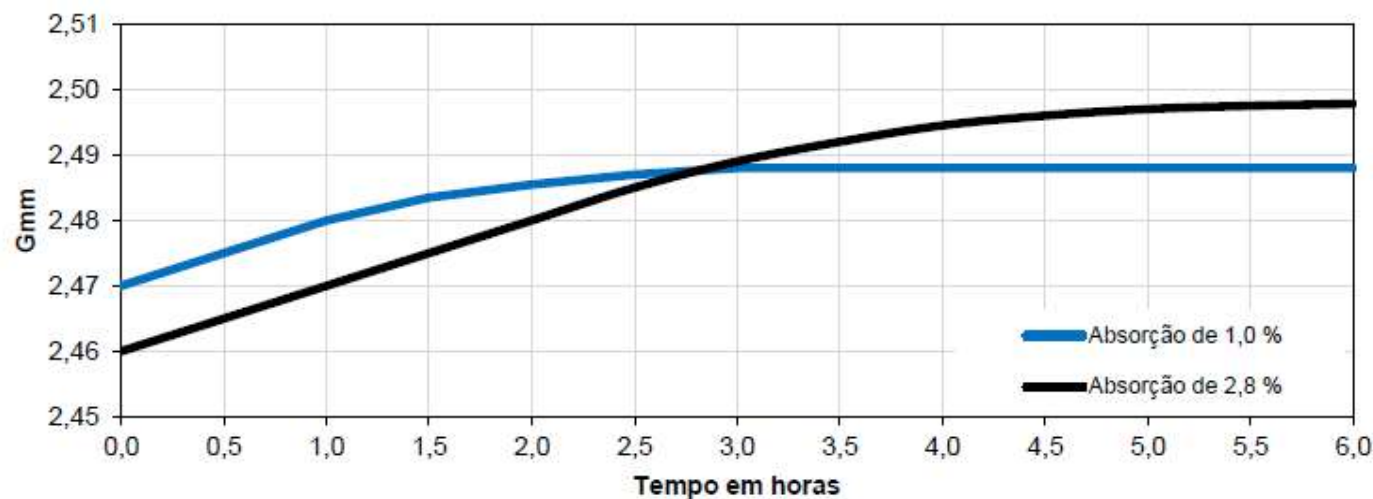


Figura C1 – Variação do G_{mm} em função do tempo de condicionamento e da absorção

Fonte: Adaptado do AI MS-2

A) Para determinar o tempo de condicionamento da mistura pronta para os procedimentos dosagem e realização de todos os ensaios, deve-se avaliar a variação de G_{mm} , conforme Figura C1, até que a mesma apresente tendência de estabilização, **sendo o tempo mínimo de duas horas**.

B) Para a produção do concreto asfáltico em obra, recomenda-se que o tempo total entre a produção da mistura e sua aplicação na pista seja definido conforme a alínea anterior, **garantindo a completa absorção do ligante** pelos agregados e evitando o espelhamento da mistura após a compactação.

Materiais - Agregados

Tabela 1 – Faixas granulométricas para concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa			
		Faixas			
ASTM	Abertura (mm)	A-25	B-19	C-12,5	D-9,5
1 ½"	38,1	100	-	-	-
1"	25,4	90 - 100	100	-	-
¾"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-
½"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 - 100	100
⅜"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100
¼"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40
Nº 50	0,30	5 - 21	6 - 20	6 - 25	8 - 29
Nº 100	0,150	2 - 14	4 - 13	3 - 17	4 - 19
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10

A faixa granulométrica deve ser selecionada em função da camada a ser executada, de modo que a **espessura da camada** compactada deve ser, no mínimo, 2,5 vezes o TNM da faixa granulométrica selecionada na Tabela 1.

Método Bailey (DNIT 438 – PRO)

Criação de uma nova faixa granulométrica para serviços de reperfilagem – Faixa D com TNM de 9,5 mm

Materiais - Agregados

Tabela 2 – Pontos de controle para a classificação de graduação do concreto asfáltico

TNM	PCP	% de controle
25,4	4,8	40,0
19,1	4,8	47,0
12,7	2,36	39,0
9,5	2,36	47,0

A granulometria da mistura de agregados deve ser classificada como de comportamento graúdo, quando o percentual passante na Peneira de Controle Primário (PCP) for inferior ao especificado na Tabela 2. Se o percentual for superior, a mistura de agregados terá comportamento fino. O comportamento da mistura de agregados influencia diretamente as propriedades do concreto asfáltico e suas condições de **macrotextura**, conforme o Anexo D. Portanto, deve ser considerado no projeto de dosagem.

Materiais - Agregados

Alteração de parâmetros volumétricos, não havendo mais distinção de valores entre camada de rolamento e camada de ligação: Vv – 3 a 5%, RBV – 65 a 75% .

O VAM agora é dependente do TNM e também do Vv conforme tabela na norma.

Tabela 5 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral - VAM

VAM mínimo				
TNM		Volume de vazios (%) ¹		
ASTM	mm	3,0	4,0	5,0
1"	25,0	11	12	13
3/4"	19,0	12	13	14
1/2"	12,5	13	14	15
3/8"	9,5	14	15	16
¹ Para percentuais de vazios não inteiros, entre 3,0 % e 5,0 %, os valores de VAM devem ser interpolados.				

Usinas para concreto asfáltico

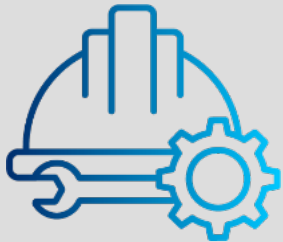
Para produção do concreto asfáltico, **recomenda-se a utilização de usinas do tipo gravimétrica**. Admite-se o uso de usinas do tipo volumétricas, desde que atendam aos requisitos constantes na subseção 5.3.4.2:

- i. Pesagem dinâmica em cada silo;
- ii. CAP tanque externo e vertical (preferencialmente);
- iii. Silos com cobertura;
- iv. Contrafluxo;
- v. Cuidado na secagem dos agregados com grande absorção (umidade $< 0,3\%$);

Procedimentos executivos – Segmento experimental



Se a mistura produzida na usina apresenta características indicadas no projeto



Se os equipamentos utilizados estão em condições adequadas



Definição de processos (n° passadas, temperatura compactação)



“empreiteira calibrando a usina”



Procedimentos executivos – Deflexão

Deverá ser realizado o controle construtivo por deflexão, para verificar o atendimento aos valores previstos, **quando definidos em contrato ou no dimensionamento.**

↳ **Análise mecânica**



● — A deflexão máxima (D_0) deve ser determinada, no mínimo, a cada 20 m por faixa alternada e a cada 40 m na mesma faixa.

Avaliação funcional - IRI

DNIT ES 031/2006
Concreto asfáltico

QI < 35 cont./km
(IRI < 2,7 m/km)

Não há citação sobre como a
análise deve ser realizada

Controle estatístico

DNIT ES 049/2013
Pav. rígido

IP < 240 mm/km
(QI < 35 cont./km ou
IRI < 2,7 m/km)

Avaliação a cada 100 m
Controle estatístico??



Cuidado com as
correlações

DNIT ES 031/2024
Concreto asfáltico

IRI < 2,0 m/km (novos)
IRI < 2,4 m/km (restaura)

Determinação a cada 200 m
Controle estatístico



Binder

ligação ou "binder", usualmente dosada com granulometria faixa A ou B, com espessura determinada.

5. Essa composição de misturas asfálticas resultava na espessura de um revestimento que, por óbvio, atendia aos preceitos do dimensionamento. A Figura 1 ilustra como são apresentados os projetos. Buscava-se, com essa proposta, a composição de um revestimento asfáltico com misturas distintas na sua granulometria e, conseqüentemente, no percentual de ligante utilizado. O Manual de Pavimentação do DNIT (versão 1996) trouxe a proposição do uso de "camadas integradas" no revestimento betuminoso, composto por concreto asfáltico e pré-misturados, aplicando-se coeficientes de equivalência estrutural.

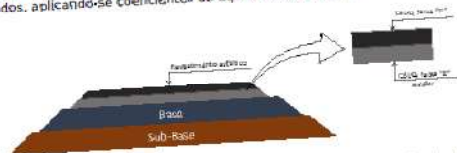


Figura 1 - Exemplo de seção-tipo de projeto de pavimento utilizando camadas de misturas asfálticas com características distintas.

6. Os resultados de dosagens de misturas asfálticas convencionais com granulometrias distintas, resultavam em consumos de ligantes asfálticos maiores para as misturas densas, ou seja, faixa C. Possivelmente, a indicação da mistura mais fechada para compor a camada de rolamento buscava oferecer ao pavimento melhor condição de tráfegabilidade, menor possibilidade de entrada de água no pavimento, maior resistência ao desgaste em função do atrito pneu-pavimento e ao intemperismo, dentre outras vantagens. Além disso, e talvez seja o aspecto mais relevante, a possibilidade de redução do consumo de ligante, reduzindo o custo de implantação do referido projeto.

7. O resultado era, portanto, um revestimento asfáltico com camadas constituídas por misturas com diferentes consumos de ligantes, sendo a camada inferior aquela cujo percentual era frequentemente mais reduzido.

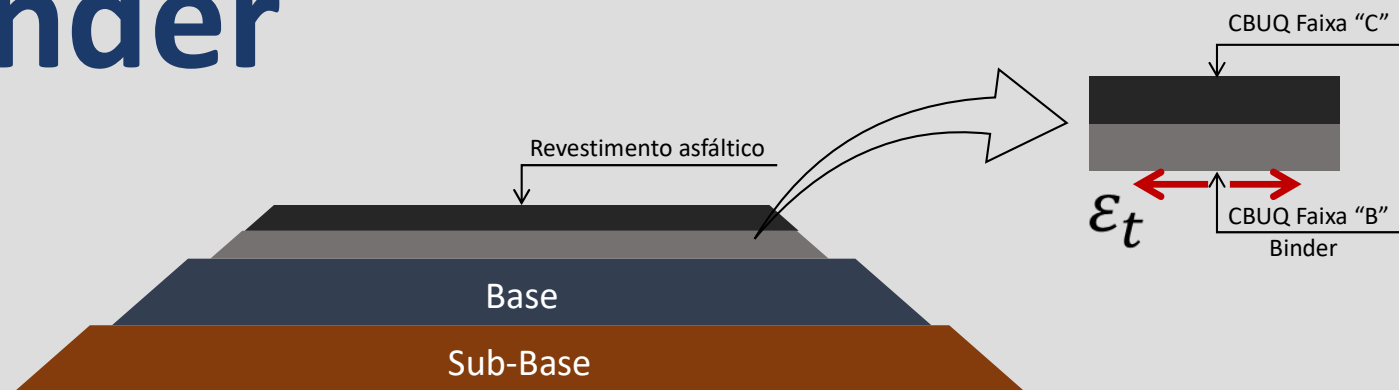
8. Pode-se afirmar, com base em extensa bibliografia técnica existente, que há relação direta entre o número de ciclos que uma mistura suporta, utilizando-se determinado critério de ruptura, com a deformação - ou tensão - existente na fibra inferior do revestimento asfáltico. A Equação 1 ilustra essa relação, amplamente conhecida:

$$N_f = k_1 \cdot (\epsilon_r)^{k_2} \quad (1)$$

9. Outros modelos utilizam, ainda, a influência da propriedade mecânica (módulo) da mistura asfáltica utilizada, demonstrando também que essa propriedade interfere no comportamento à fadiga. Importante destacar que o coeficiente k_2 da Equação (1) é negativo, o que explica a relação inversa entre deformação de tração de número de ciclos até a ruptura. Outros modelos também podem ser utilizados, como aqueles relacionados à energia dissipada, até aqueles utilizados em conjunto com conceitos da viscoelasticidade, incorporando conceitos de dano em meio contínuo.

10. A relação entre deformação de tração na fibra inferior do revestimento asfáltico com o comportamento à fadiga de um pavimento é o cerne da questão.

Ofício-Circular 1544 (2065/1387) SET 50000.008799/2005-58 | pg. 2
Ofício-Circular 1544 (2065/1387) SET 50000.008799/2005-58 | pg. 2



Camada de ligação ou Binder: camada posicionada imediatamente abaixo da capa. Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego do agregado de **maior diâmetro máximo**, de **maior porcentagem de vazios** e **menor relação betume/vazios**.

Vazios ou % ligante

Vida de fadiga

DNIT



E os asfaltos modificados?



MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330
Norma rodoviária
Especificação de Serviço
DNER-ES 385/99
p. 01/15

Pavimentação - concreto asfáltico com asfalto polímero

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada do pavimento através da confecção de mistura asfáltica a quente em usina apropriada utilizando asfalto modificado por polímero, agregados e material de enchimento (filler). Estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade dos materiais empregados, além dos critérios para aceitação, rejeição e medição dos serviços.

ABSTRACT

This document presents procedures for asphalt-polymer concrete construction. It presents requirements concerning materials, equipment, execution, ambient preserving, quality control and the criteria for acceptance, rejection and measurement of the services.

SUMÁRIO

0 Prefácio
1 Objetivo
2 Referências
3 Definição

4 Condições gerais
5 Condições específicas
6 Manejo ambiental
7 Inspeção
8 Critérios de medição
9 Recomendação

0 PREFÁCIO

Esta Norma estabelece a sistemática empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

1 OBJETIVO

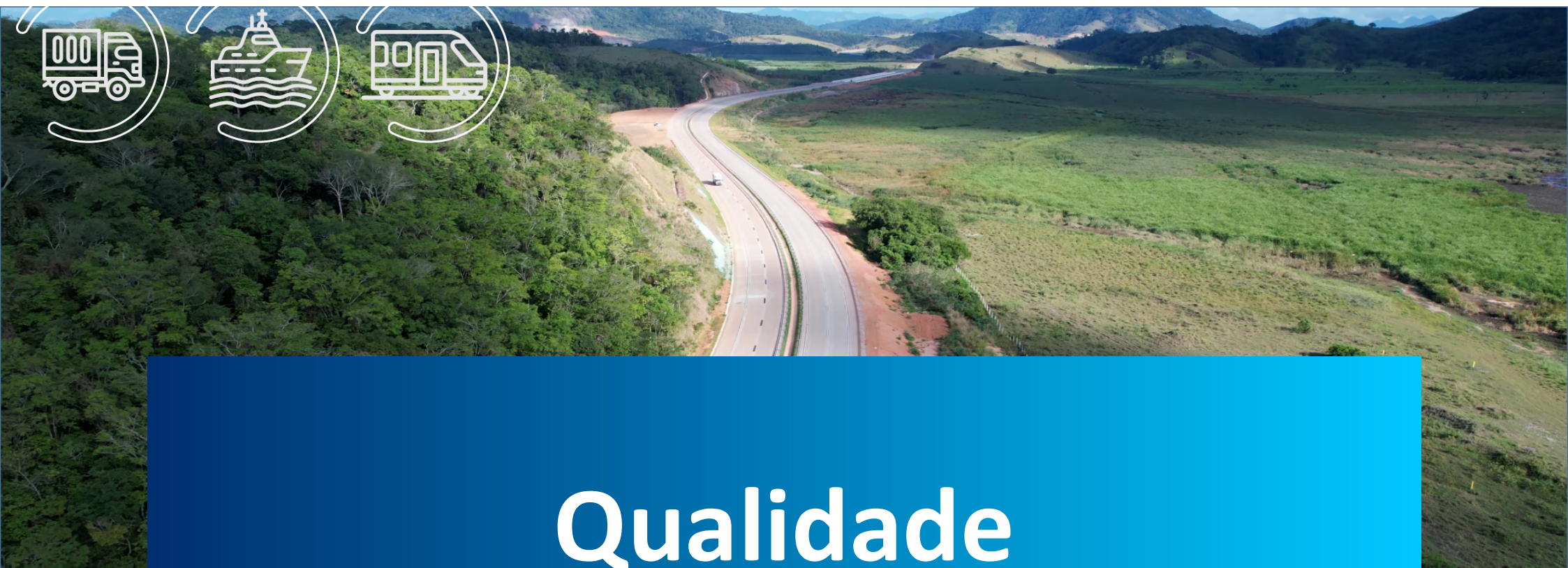
Fixar a sistemática a ser usada na fabricação de mistura asfáltica para a construção de camada de revestimento de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto.

Macrodescriptores MT : pavimentação
Microdescriptores DNER : concreto asfáltico, mistura asfáltica, asfalto polímero
Palavras-chave IRRD/ IPR : concreto asfáltico (4989), mistura asfáltica (9047), asfalto polímero
Descriptores SINORTEC : asfalto, asfalto polímero, pavimento

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 09/03/99, Resolução nº 06/99, Sessão nº CA/03/99
Autor: DNER/DhDTc (IPR)
Processo nº 51100009011/98.08

Proposta de utilização dos parâmetros volumétricos e de campo da nova especificação

Proposta de utilização dos parâmetros dos ligantes da norma 385/99 até publicação do novo normativo



Qualidade

DNIT

O que é Qualidade?

1

Um bom
projeto de
engenharia

2

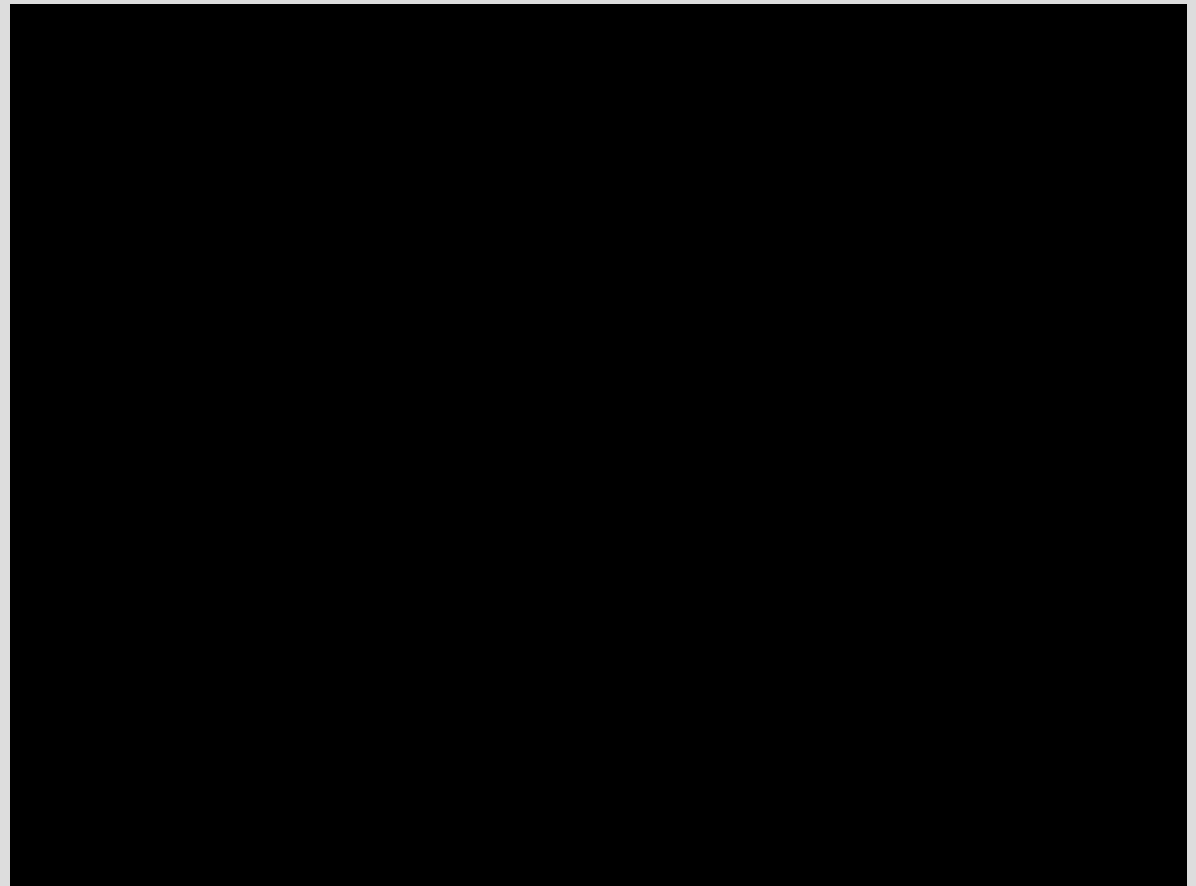
Materiais de
qualidade

3

Equipamentos
corretos e
equipe bem
treinada

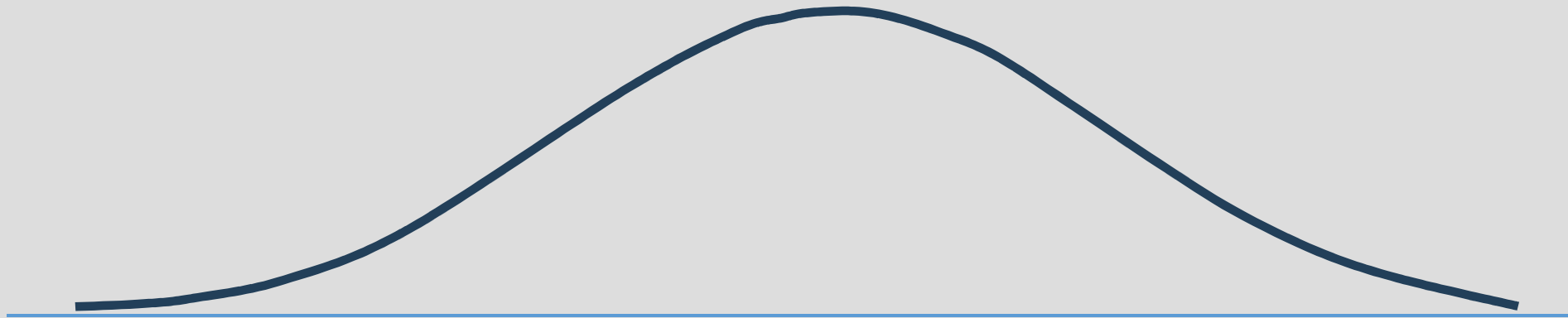
O que é Qualidade?

**Qualidade é
inversamente
proporcional a
variabilidade!**



O que é Qualidade?

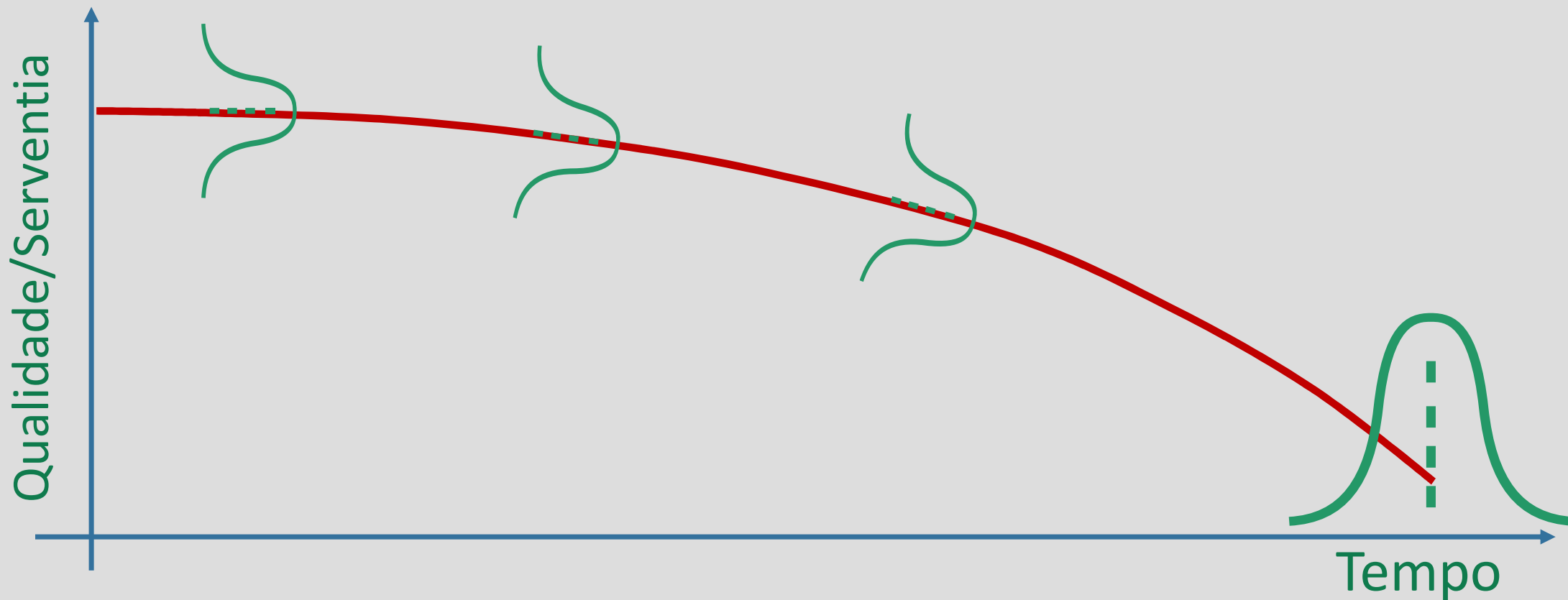
Fontes de **variabilidade**



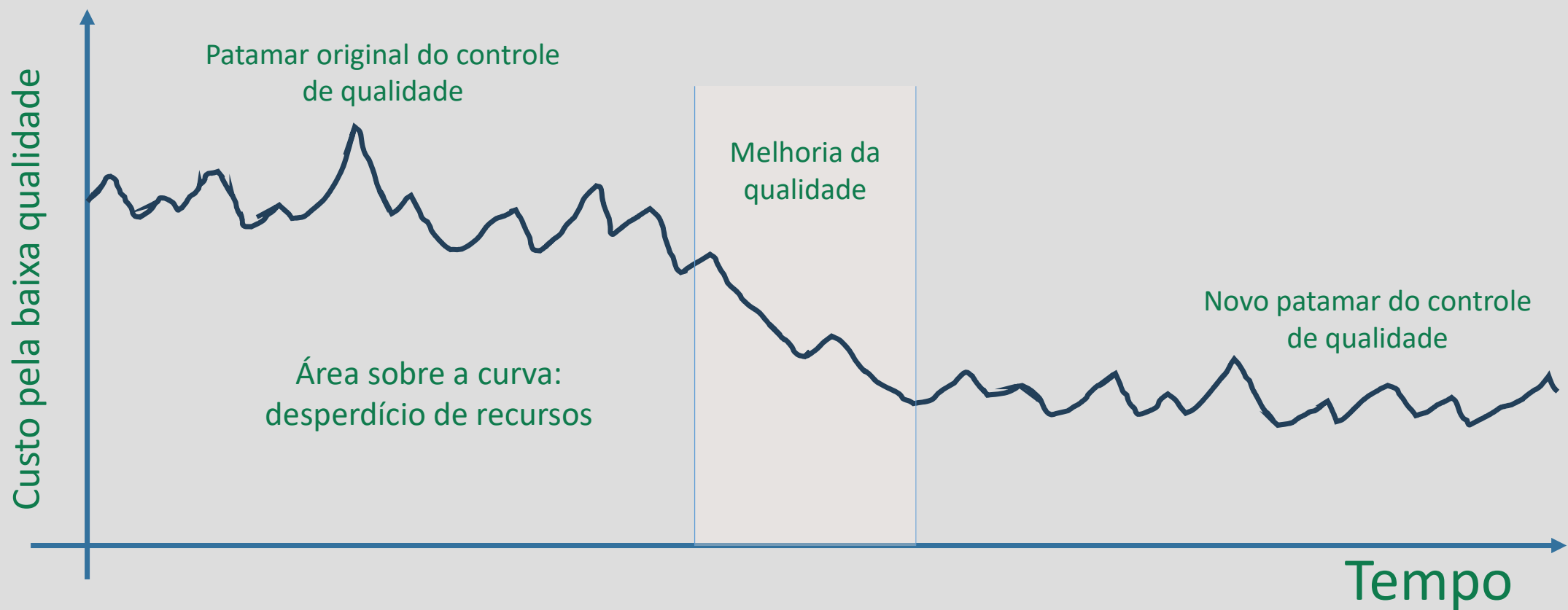
Variabilidade composta

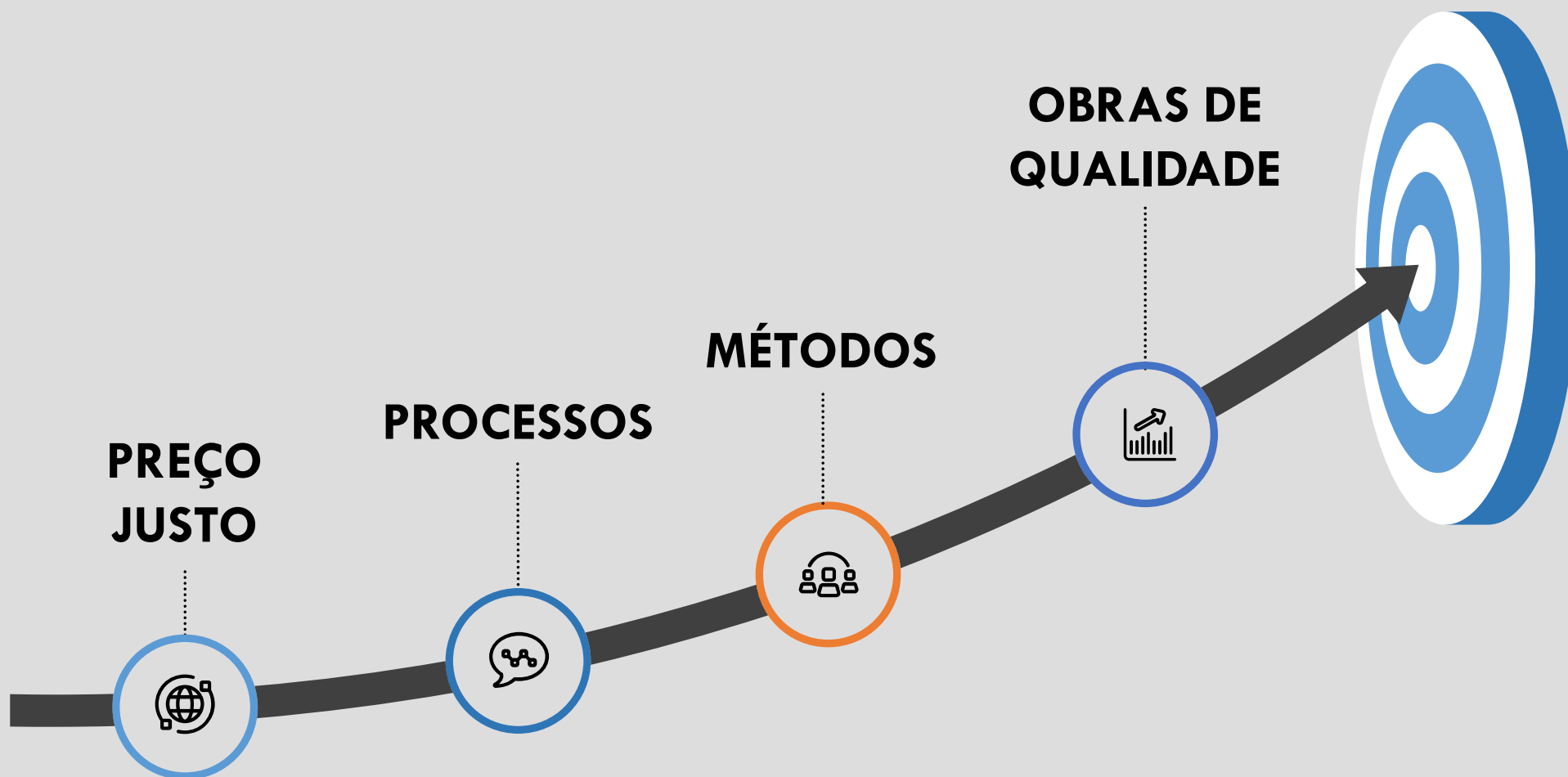
DNIT

O que é Qualidade?



O que é Qualidade?





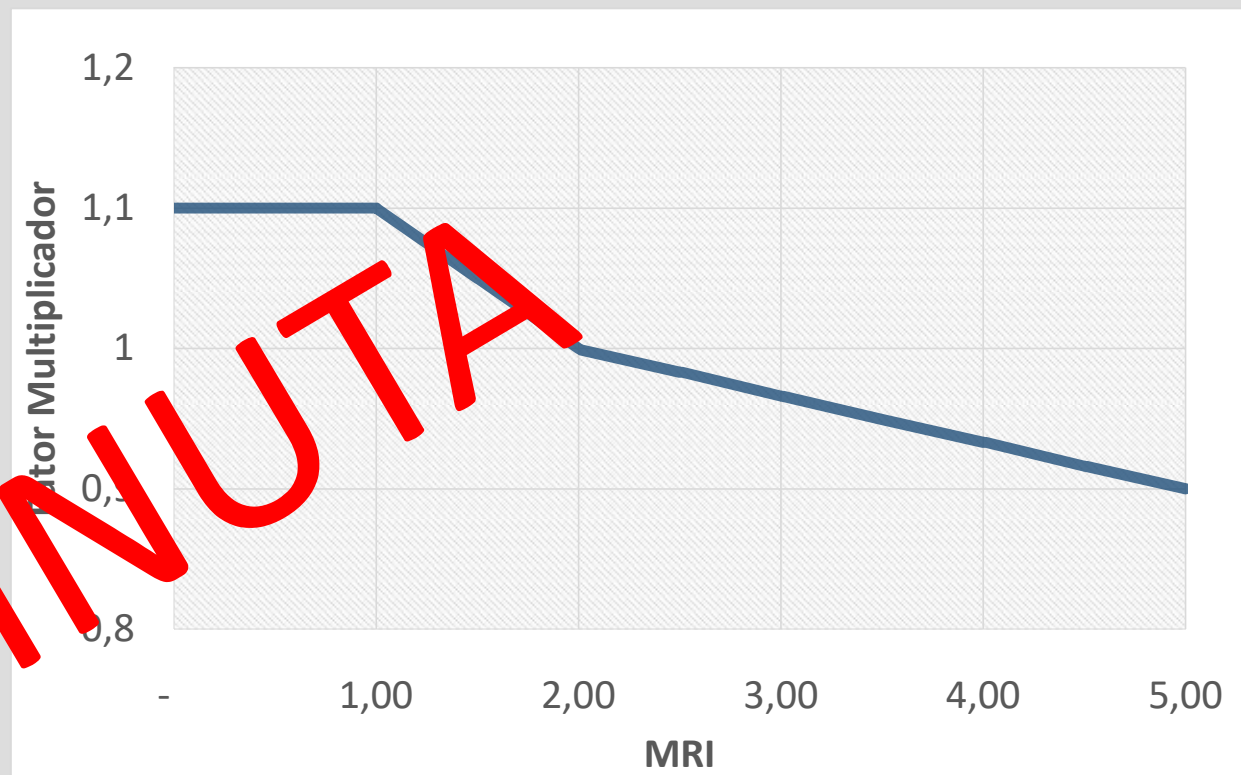
O que é Qualidade?

“Inspection does not improve the quality, nor guarantee quality. Inspection is too late. The quality, good or bad, is already in the product.”

The Deming Institute

Execução por Desempenho - IRI

MRI (m/km) ¹		Fator Multiplicador	Fator Multiplicador
Limite inferior	Limite superior		
n/a	1,00	n/a	1,100
1,01	1,50	1,099	1,050
1,51	2,00	1,049	1,000
2,01	2,50	0,999	0,983
2,51	3,00	0,983	0,966
3,01	3,50	0,966	0,949
3,51	4,00	0,949	0,933
4,01	4,50	0,933	0,916
4,51	5,00	0,916	0,900
5,01	n/a	Correção mandatória	



18/08/2025
8,290306S 50,316221W
Contrato n° 02 0003/2018
BR-158/PA KM 638,84





Obrigado!

DNIT
DEPARTAMENTO NACIONAL
DE INFRAESTRUTURA DE
TRANSPORTES

MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Obrigado!

DNIT
DEPARTAMENTO
NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA
DE TRANSPORTES

MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

DNIT
DNIT
DNIT
DNIT
DNIT





Título do assunto

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus.



DNIT
DNIT DNIT
DNIT DNIT
DNIT



Título do assunto

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus.



Lorem ipsum
BR-000

Lorem ipsum

DNIT

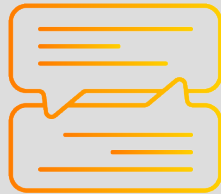
Missão, visão e valores



Balanço das redes sociais



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec .



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec .



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec .

Título do assunto



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus.

Título do assunto

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus.



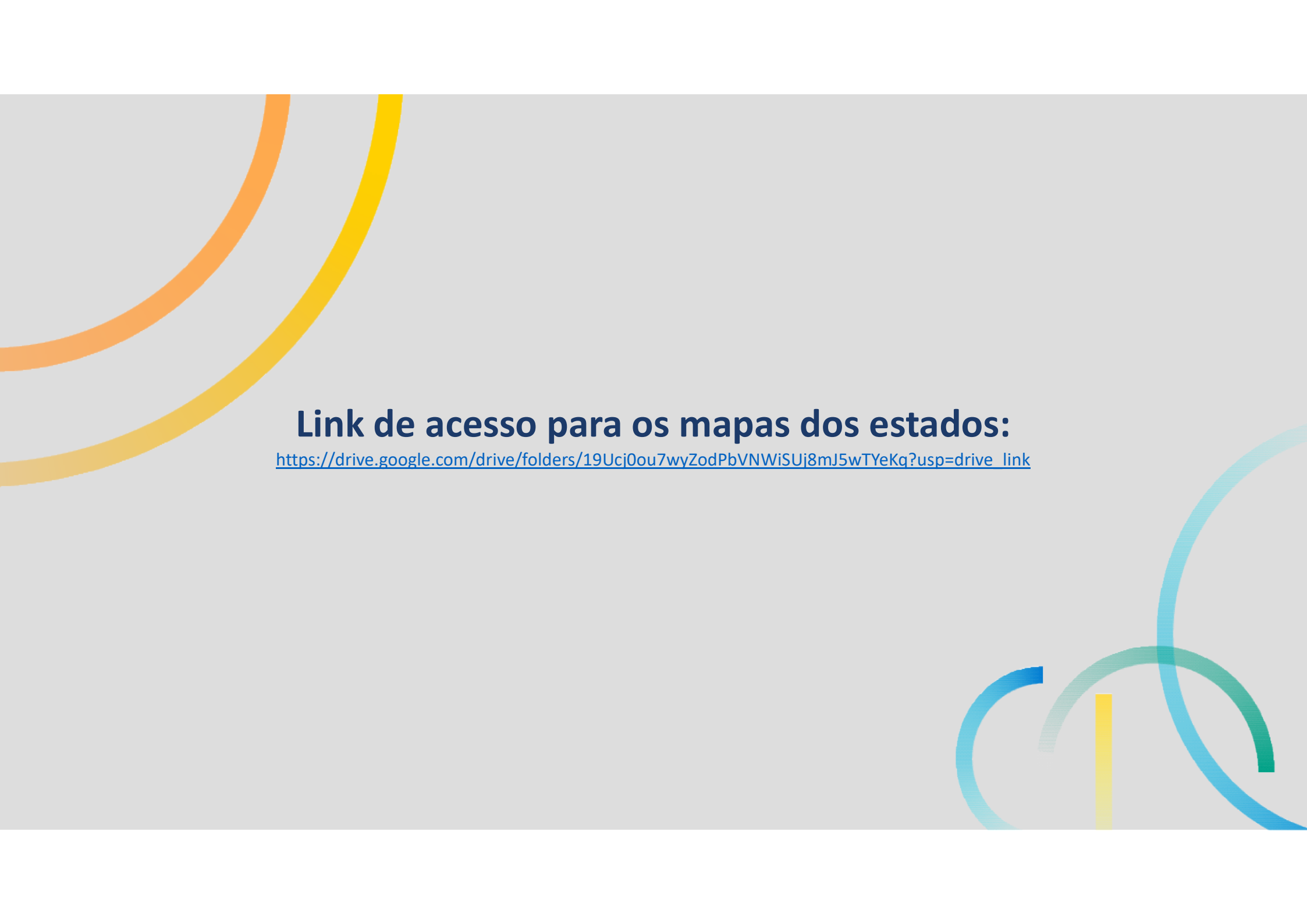
Título do assunto



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean in maximus urna, in sollicitudin dolor. Duis felis neque, pulvinar nec ligula et, accumsan condimentum nisi. Vestibulum aliquam lorem in dui dignissim gravida. Nam odio purus, viverra eu vulputate a, sodales feugiat risus.

DNIT
DNIT
DNIT
DNIT
DNIT
DNIT





Link de acesso para os mapas dos estados:

https://drive.google.com/drive/folders/19Ucj0ou7wyZodPbVNWISUj8mJ5wTYeKq?usp=drive_link

Ícones de apoio



Ícones de apoio

