

Objetivos do estudo

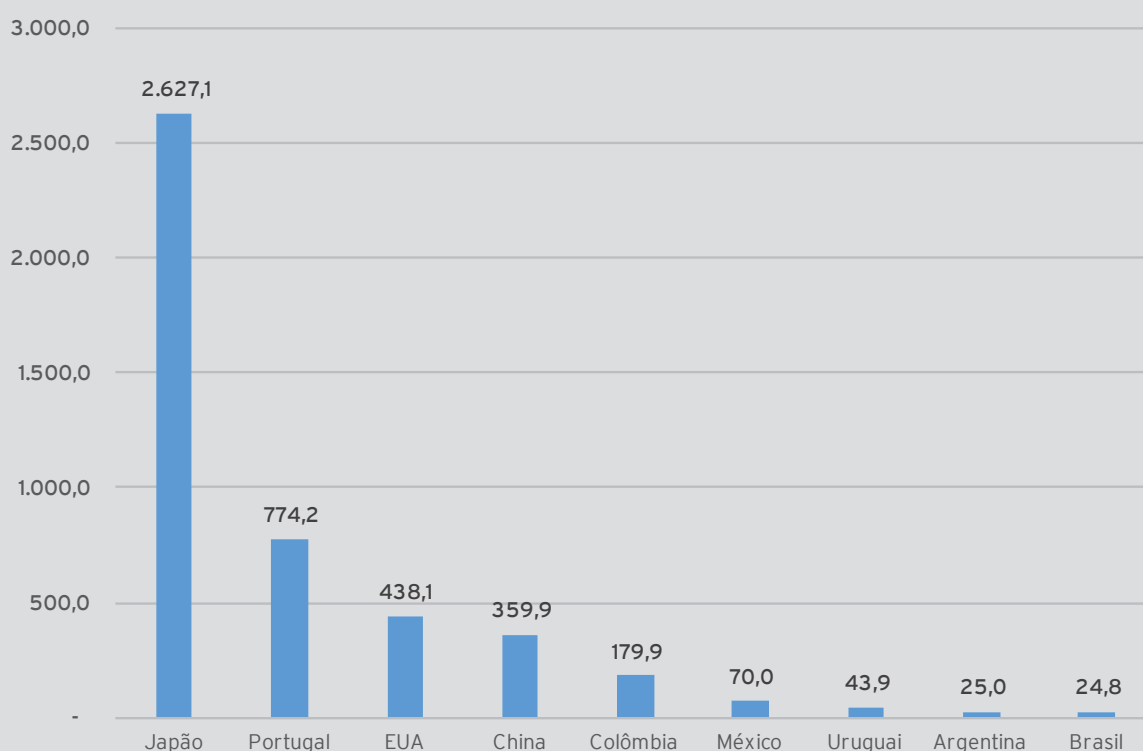
- Compreender as atuais condições dos pavimentos das rodovias para identificar as causas da precoce degradação.
- Indicar oportunidades de melhoria no projeto, manutenção e gerenciamento do pavimento.
- Apresentar aos transportadores, aos tomadores de decisão e aos demais interessados análises relacionadas ao principal modal utilizado no Brasil: o rodoviário.

Cenário

- O pavimento no Brasil é projetado para durar entre 8 e 12 anos. Nos Estados Unidos, por exemplo, os pavimentos são dimensionados para 25 anos.
- Em geral, no Brasil, o pavimento das rodovias sob gestão pública apresenta problemas estruturais precocemente. Relatórios do TCU (Tribunal de Contas da União), de 2013, apontam que, em alguns casos, os problemas começam a surgir apenas sete meses depois da entrega da obra.
- 99% da malha rodoviária pavimentada é de pavimento flexível - asfalto.
- O Brasil ocupa a 111ª posição (entre 138 países) no ranking do Relatório de Competitividade Global 2016-2017.
- Apenas 12,3% das rodovias brasileiras são pavimentadas (211.468 km de 1.720.756 km). A densidade é muito baixa na comparação com outros países.

Gráfico 02

Densidade da malha rodoviária pavimentada por país (em km/1.000 km²)



Fonte: Elaborado pela CNT com base em dados do SNV (2016), para o Brasil, e da Central Intelligence Agency (CIA), para os demais países.

Metodologia

- O estudo da CNT buscou identificar as principais causas do desgaste precoce dos pavimentos e as possíveis oportunidades de melhoria. Essas causas e oportunidades foram divididas em quatro categorias: método de dimensionamento; tecnologias e processo construtivo; manutenção e gerenciamento; e fiscalização.
- Foram comparados os métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis adotados no Brasil com as técnicas dos Estados Unidos, Japão e Portugal. Esses três países estão entre os 13 com melhor colocação no ranking de qualidade de rodovias, do Relatório de Competitividade Global 2016-2017, do Fórum Econômico Mundial.

Tabela 01

Posição no Ranking do Relatório de Competitividade Global 2016-2017

País	Posição no ranking (de 138 países)	Pontuação (1 a 7)
Japão	5	6,1
Portugal	9	5,9
Estados Unidos	13	5,6
Brasil	111	3,0

Nota: Os países com as melhores colocações no ranking de qualidade de rodovias do Relatório de Competitividade Global 2016-2017 são: 1º) Emirados Árabes Unidos, 2º) Singapura, 3º) Hong Kong, 4º) Holanda, 5º) Japão, 6º) França, 7º) Suíça, 8º) Áustria, 9º) Portugal, 10º) Dinamarca, 11º) Taiwan, 12º) Finlândia e 13º) Estados Unidos.

Fonte: Elaborado pela CNT com dados do World Economic Forum, 2016-2017.

- Para verificar as condições dos pavimentos rodoviários no Brasil, o estudo analisou a série histórica de 13 anos da Pesquisa CNT de Rodovias, entre 2004 e 2016.
- Também foram realizadas entrevistas com especialistas da área de pavimentação de diferentes instituições: Dnit (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), concessionárias e especialistas de universidades.



Dez razões que contribuem para a pouca durabilidade do pavimento das rodovias brasileiras:

1 Destinação insuficiente de recursos para obras de construção, fiscalização e manutenção de rodovias.

2 Problemas na manutenção preventiva dos pavimentos.

3 Ausência de uma política de gerenciamento dos pavimentos e de planejamento de manutenção. O Sistema de Gerência de Pavimentos carece de dados atualizados e confiáveis.

4 Gastos excessivos com correções decorrentes da má execução de obras (até 24% do valor da obra), além de falhas técnicas na execução e ausência de controle de qualidade de matérias-primas.

5 Deficiências na contratação de serviços de manutenção. Quase 30% das rodovias federais não estão cobertas por contratos de manutenção.

6 Uso de métodos e técnicas obsoletos na construção de rodovias. Adotado na década de 1960, o método de dimensionamento usado no Brasil apresenta uma defasagem de 40 anos, em média, em relação a outros países. Um dos fatores que mais impactam o comportamento dos materiais do pavimento é o clima, principalmente as variações de temperatura e umidade. O método usado no Brasil não considera diferenças climáticas.

7 Deficiências no controle e na fiscalização de obras de construção de rodovias. Até 2013, o Dnit não tinha parâmetros técnicos para recebimento das obras concluídas.

8 Falta de fiscalização e controle de pesagem nas rodovias. Número insuficiente de postos de pesagem; falta de investimento na conscientização dos usuários sobre os impactos do sobrepeso.

9 Ausência de políticas públicas consistentes e de longo prazo para o setor rodoviário. A falta de planejamento e a escassez de recursos impedem o desenvolvimento do setor, que é responsável por mais de 60% do transporte de cargas e por mais de 90% do transporte de passageiros no país.

10 Setor rodoviário sobrecarregado por falta de uma política multimodal e integrada, que garanta o equilíbrio da matriz de transporte no Brasil.

Possíveis soluções e oportunidades de melhoria apontadas pela CNT

- Planejamento de manutenções preventivas com periodicidade adequada para manter as condições mínimas de qualidade e funcionalidade do pavimento.
- Adoção de critérios de contratação de obras de execução do pavimento, que considerem a qualidade técnica como fator preponderante sobre o preço.
- Atualização do método de dimensionamento utilizado pelo Brasil com adoção de novas técnicas e softwares capazes de dar maior confiabilidade e precisão aos projetos.
- Realização da análise do custo do ciclo de vida do pavimento e de ensaios de materiais para seleção dos melhores insumos e alternativas tecnológicas para se empregar nas obras.
- Uso de materiais alternativos mais eficientes para pavimentação e maior emprego de técnicas de reciclagem do pavimento.
- Maior conscientização sobre a importância do cumprimento das normas técnicas na avaliação dos materiais e na execução das obras.
- Implementação de um sistema efetivo de gerenciamento de pavimentos.
- Padronização dos critérios adotados para avaliação dos pavimentos e do tipo de manutenção a ser executada.
- Integração entre áreas responsáveis pela manutenção e gestão dos pavimentos para otimizar os recursos aplicados.
- Adequação da capacidade de fiscalização das obras contratadas pelo Dnit.
- Retomada e ampliação da fiscalização de pesagem nas rodovias brasileiras, com a conscientização dos usuários quanto aos impactos do excesso de peso e dos prejuízos decorrentes.



Métodos de dimensionamento

Quadro 16		Resumo das características dos métodos de dimensionamento apresentados			
País	Brasil	EUA	Japão	Portugal	
Método	Método DNER	MEPDG	Método T_A	MACOPAV e Método da Shell	
Ano da última revisão técnica	1960	2015	1992	1995	
Tipo de método	Empírico	Mecanístico-Empírico	Empírico	Mecanístico-Empírico	
Fatores considerados	<ul style="list-style-type: none"> · Tráfego · Clima (é considerado um fator único para o país inteiro, que tem características climáticas diferentes) · Capacidade de suporte CBR 	<ul style="list-style-type: none"> · Tráfego · Clima · Capacidade de suporte da fundação · Propriedades mecânicas dos materiais · Nível de confiabilidade do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> · Tráfego · Clima · Capacidade de suporte CBR da fundação · Nível de confiabilidade do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> · Tráfego · Clima · Capacidade de suporte CBR da fundação · Propriedades mecânicas dos materiais 	
Permite adaptação para o clima específico de cada localidade?	Não (FR=1 para todo o país)	Sim	Não (Curva CBR adaptada para todo o país)	Parcialmente (O país é dividido em macrorregiões)	
Utiliza apoio de software?	Não	Sim	Não	Sim	
Período de dimensionamento	10 anos	25 anos	10 anos	20 anos	
Eixo padrão considerado	8,2 t (aproximadamente 80,4 kN)	Não trabalha com eixo padrão, mas adota um espectro de carregamento por eixo para diferentes tipos de veículos	Roda padrão de aproximadamente 5 t (49 kN)	Aproximadamente 8,1 t (80 kN)	

Nota: Para o Japão, foram apresentadas as características do método T_A por este ainda ser o modelo predominantemente adotado. No entanto, cabe destacar que há liberdade total para adoção de qualquer método para dimensionamento de pavimentos no país, desde que atendidos os indicadores de performance.

Fonte: Elaborado pela CNT.

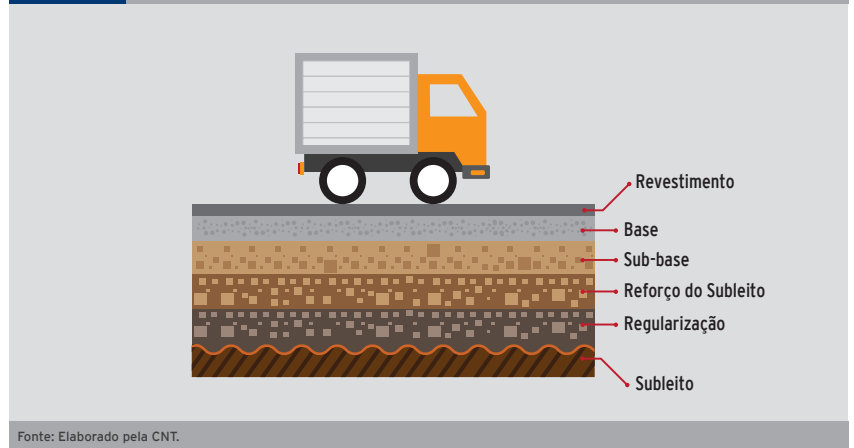
SAIBA MAIS

Pavimento

O pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas, de diferentes materiais, que atendem ao tráfego de veículos. A estrutura tem como função tornar a rodovia confortável, segura e durável.

Figura 02

Esquema de seção transversal do pavimento



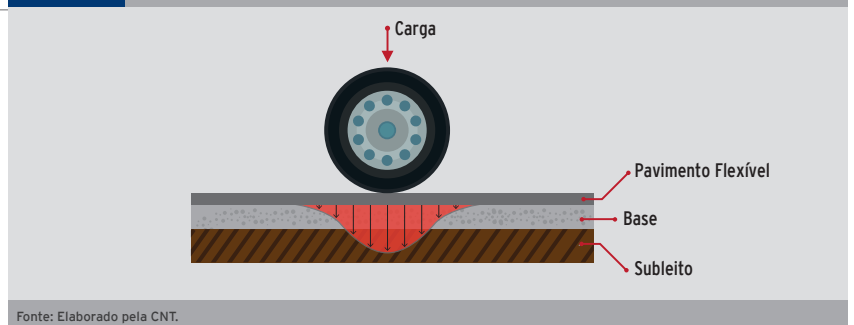
Fonte: Elaborado pela CNT.

Tipos de pavimento

Flexível: é utilizado material asfáltico

Figura 03

Deformação elástica pela carga no pavimento flexível

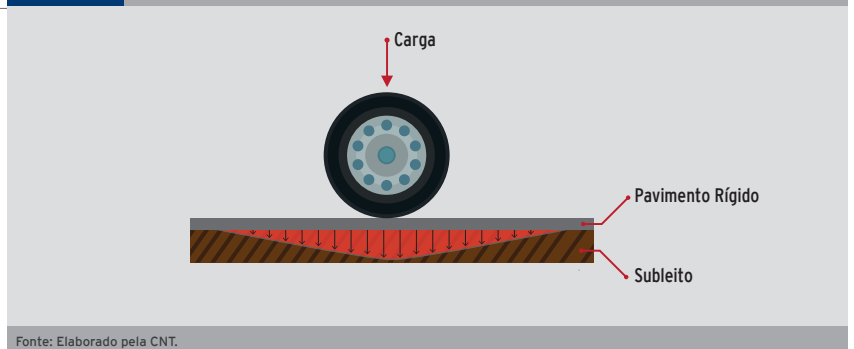


Fonte: Elaborado pela CNT.

Rígido: é utilizado concreto

Figura 06

Deformação pela carga no pavimento rígido



Fonte: Elaborado pela CNT.

- No Brasil, mais de 99% da malha rodoviária pavimentada é de pavimento flexível. O tempo de vida útil desse tipo de pavimento pode variar entre 10 e 20 anos, dependendo do projeto e da realização de manutenção adequada.

Categorias de condição do pavimento

(conforme metodologia considerada pela Pesquisa CNT de Rodovias)

Quadro 21 Categorias de condição da superfície do pavimento da Pesquisa CNT de Rodovias	
Classificação do Pavimento	Definição
Perfeito	Apresenta ótima condição e perfeita regularidade na camada de revestimento
Desgastado	Apresenta sinais de desgaste, com aspereza superficial no revestimento, porém não há buracos. Também pode haver, isoladamente, fissuras e trincas transversais ou longitudinais
Trinca em malha/remendos	Presença de trincas em malha e/ou remendos mal executados
Afundamento, ondulação ou buraco	Pode apresentar defeitos, como afundamentos, ondulações e buracos em conjunto ou isoladamente. Os buracos são classificados nesta categoria quando encontrados em pequenas quantidades, mas de maneira contínua e predominante
Destruído	Elevada quantidade de buracos ou ruína total da superfície, o que obriga os veículos a reduzirem a velocidade. Estão também incluídos os pavimentos em fase de restauração, que apresentam todo o revestimento removido, mas que estão abertos ao tráfego de veículos

Fonte: Elaborado pela CNT com dados da Pesquisa CNT de Rodovias.

Problemas encontrados no pavimento das rodovias brasileiras

TRINCAS EM MALHA – “COURO DE JACARÉ”

Conjunto de trincas interligadas sem direções definidas, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré.



Principais causas:

- Colapso do revestimento devido ao impacto do tráfego
- Subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento
- Baixa capacidade de suporte do solo
- Envelhecimento do pavimento
- Asfalto duro ou quebradiço

TRINCAS TRANSVERSAIS E/OU LONGITUDINAIS

Trinca isolada em direção perpendicular ao eixo da via. Se a extensão for de até 1 m, é denominada curta. Quando a extensão for superior a 1 m, denomina-se longa.



Principais causas:

- Contração da capa asfáltica causada devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto
- Propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento
- Má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego e desnivelamento para as trincas longitudinais

AFUNDAMENTO PLÁSTICO

Depressão da superfície acompanhada de pequena elevação lateral. Quando a extensão é de até 6 m, é denominado afundamento local. Para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo de onde passam as rodas dos veículos, denomina-se afundamento de trilha de roda.



Principais causas:

- Deformação de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito
- Falha na dosagem de mistura asfáltica - excesso de ligante asfáltico
- Falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante

AFUNDAMENTO DE CONSOLIDAÇÃO

Depressão da superfície sem elevação lateral. Quando a extensão é de até 6 m, é denominado afundamento local. Para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo de onde passam as rodas dos veículos, denomina-se afundamento de trilha de roda.



Principais causas:

- Deformação de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito
- Enfraquecimento dos materiais utilizados abaixo do revestimento
- Compactação inadequada
- Problemas de drenagem

ONDULAÇÃO OU CORRUGAÇÃO

Movimento do revestimento, caracterizado por ondulações transversais na superfície.



Principais causas:

- Falta de estabilidade da mistura asfáltica
- Excessiva umidade do solo subleito
- Contaminação da mistura asfáltica
- Falta de aeração das misturas líquidas de asfalto

ESCORREGAMENTO

Deslocamento do revestimento com aparecimento de fendas em meia-lua.



Principais causas:

- Falhas construtivas e de pintura de ligação

EXSUDAÇÃO

Filme de material betuminoso que aparece na superfície do pavimento, criando um brilho vítreo, causado pela migração do ligante por meio do revestimento.



Principais causas:

- Excessiva quantidade de ligante
- Baixo conteúdo de vazios

DESGASTE

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, causando aspereza superficial do revestimento.



Principais causas:

- Falhas de adesividade ligante-agregado
- Presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante
- Deficiência no teor de ligante
- Problemas executivos ou de projeto de misturas

PANELA OU BURACO

Cavidades de tamanhos variados no revestimento.



Principais causas:

- Trincas por excesso de uso
- Desintegração localizada na superfície do pavimento
- Deficiência na compactação
- Umidade excessiva em camadas de solo
- Falha na imprimação

TRINCAS EM MALHA – TIPO “BLOCO”

- Conjunto de trincas formando blocos retangulares com lados bem definidos.

Principais causas:

- Contração da capa asfáltica, devido à alternância entre altas e baixas temperaturas
- Baixa resistência à tração da mistura asfáltica



REMENDO

Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimentação. Apesar de ser uma atividade de conservação, é

considerado um defeito por apontar um local de fragilidade e por provocar impacto ao conforto no rolamento.

Principais causas:

- Excesso de tráfego
- Emprego de material de má qualidade
- Ação do meio ambiente
- Má construção

FISSURAS

Fendas posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente, perceptíveis a uma distância inferior a 1,5 m e cuja extensão seja inferior a 30 cm.



Principais causas:

- Má dosagem do asfalto, excesso de finos no revestimento
- Compactação em momento inadequado ou excessiva



Situação do Pavimento das Rodovias Brasileiras

- O estudo “Transporte Rodoviário - Por que os Pavimentos das Rodovias não Duram?” também traz uma avaliação da condição de superfície do pavimento das rodovias, considerando os resultados dos últimos 13 anos de realização da Pesquisa CNT de Rodovias, no período entre 2004 e 2016*.
- O desgaste é a principal deficiência constatada no período. O percentual de trechos com pavimento desgastado passou de 13%, em 2004, para 49%, em 2016. Enquanto isso, o índice de pavimento perfeito no país caiu de 48% para 32%, no mesmo período, também na gestão pública.
- Nas rodovias sob gestão privada, também foi constatado aumento da extensão do pavimento classificado como desgastado e com trinca em malha/remendo, coincidente com os aumentos da extensão total. Na avaliação da CNT, isso pode ser reflexo da situação prévia das rodovias transferidas para a gestão privada nas concessões realizadas no período analisado.

* A primeira Pesquisa CNT de Rodovias foi realizada em 1995, mas foi a partir de 2004 que toda a malha federal pavimentada passou a ser avaliada. Em 2008, não foi realizada a Pesquisa CNT de Rodovias. A edição de 2017 está sendo desenvolvida e será divulgada até o final do ano.

