

Apresentação da Disciplina e Conceitos Iniciais

Aula 1



Recife, 2020

Conteúdo

1. Elementos básicos do projeto geométrico
2. Elaboração do projeto geométrico de rodovia em planta
3. Elaboração do projeto geométrico de rodovia em perfil
4. Envolventes de ordem ecológica
5. Noções Básicas do Projeto geométrico de ferrovias

Rodovias

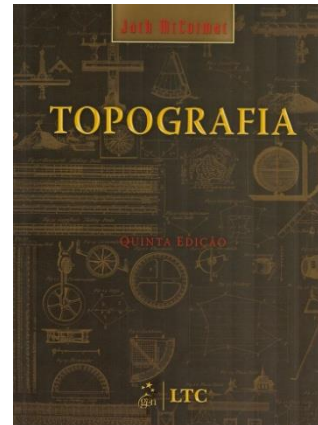
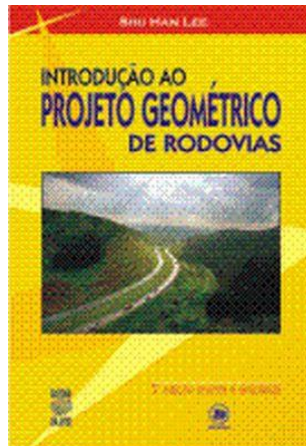
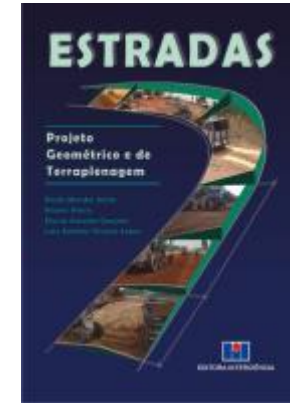
1. FRAENKEL, B. B. Engenharia rodoviária. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980.
2. PONTES FILHO, G. Estradas de rodagem: projeto geométrico. São Paulo: IPC-PIH, 1998.
3. SENÇO, W. de. Estradas de rodagem: projeto. São Paulo: USP/Escola Politécnica, 1980.
4. LEE, S.H. Introdução ao projeto geométrico de rodovias. Apostila. Florianópolis, 120p, 2000.
5. LEE, S.H. Introdução ao projeto geométrico de rodovias. Florianópolis: Editora UFSC 413p, 2005.
6. ANTAS, P.M.; VIEIRA, A.; GONÇALO, E.A.; LOPES, L.A.S. Estradas – projeto geométrico e de terraplenagem. 1ª ed. Editora Interciência, 282 p., 2010.
7. DNER. Manual de projeto geométrico de rodovias rurais. Rio de Janeiro, 195p., 1999. (IPR, Publicação 706)
8. DNIT. Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos/ instruções de serviço. 3ª ed. Rio de Janeiro, 484p., 2006. (IPR, Publicação 726)
9. DNIT. Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários: instruções para apresentação de relatórios. Rio de Janeiro, 313p., 2006. (IPR, Publicação 727)

Ferrovias

BRINA, HELVÉCIO LAPERTOSA. Estradas de ferro. Belo Horizonte, Editora UFMG. Vol.1 e2, 1983.

NABAIS, RUI JOSÉ DA SILVA. Manual Básico de Engenharia Ferroviária 1ª ed. Editora Oficina de Textos, 2014.

Bibliografia



Definição de Estradas

Rodovias

Estrada destinada a transferência de pessoas e/ou bens, entre dois locais geograficamente separados, efetuada por veículos automotores como carros, motos, ônibus e caminhões, também denominadas de estradas de rodagem.

Ferrovias

Estrada destinada a transferência de pessoas e/ou bens, entre dois locais geograficamente separados, efetuada por um comboio, automotora ou outro veículo semelhante, também denominadas de estradas de ferro.

Considerações Gerais

Aula 1



Recife, 2016

UNIVERSIDADE
CATÓLICA
DE PERNAMBUCO

Pesquisas arqueológicas mostram que as primeiras estradas foram construídas a partir de trilhas usadas por povos pré-históricos e se localizaram no sudoeste da Ásia, numa ampla área delimitada pelo mar Negro, Cáspio, Mediterrâneo e o golfo Pérsico.



História das Rodovias

Primeiros registros históricos no mundo do uso de estradas:

Primeiras estradas datam de 2500 AC., o faraó Keops e a grande Pirâmide (230m base x 146m altura), com 2,3 milhões de blocos de pedra, cada pesando 2,5 toneladas, 100.000 homens durante 20 anos, para isso construiu-se uma estrada pavimentada com grandes lajes de pedra com a face superior trabalhada (pista lisa), os blocos eram arrastados sobre uma espécie de trenó arrastado por inúmeras pares de escravos, para diminuir o atrito parte da pista era lubrificada com óleo e água.



História das Rodovias

O Império Romano

- Com a queda da Babilônia as civilizações que se sucederam (Persa e Grega não tiveram desempenho significativo nos transportes terrestres, mas no império romano com seu domínio sobre todo o mundo civilizado ocidental, deu-se um salto enorme. Os romanos construíram uma extensa rede de estradas que cobria todo o império.
- Para obter um traçado mais retilíneo possível (mais curto) eles não poupavam esforços, assim era necessárias grandes obras de arte especiais (pontes, túneis, etc);
- Disposta em camadas de pedras de tal forma que camadas imediatamente superiores, de menores dimensões enchessem os vazios das inferiores, finalmente eram cobertas com lajes de pedra de calçamento (pavimentum).



Estradas do Império Romano



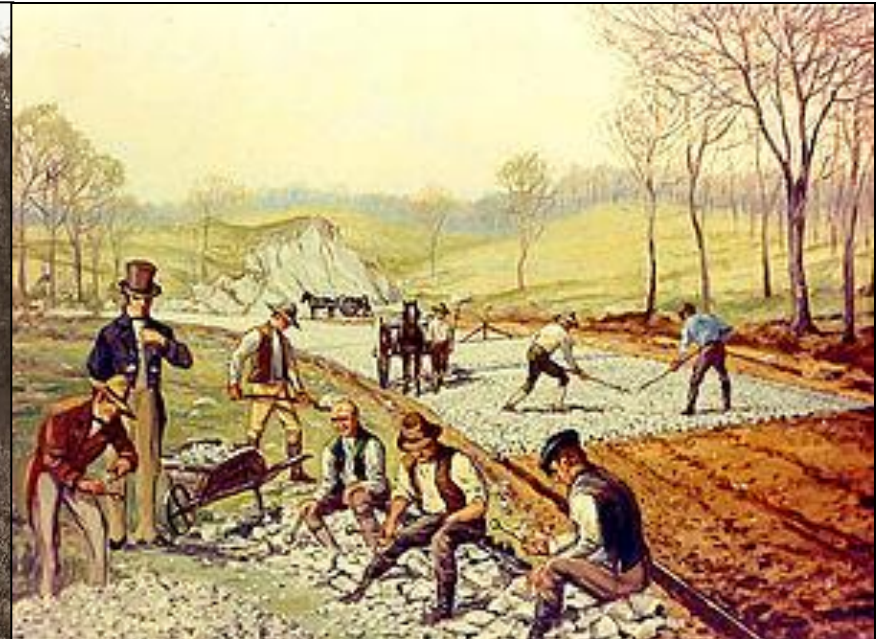
História das Rodovias

Estradas do Império Romano



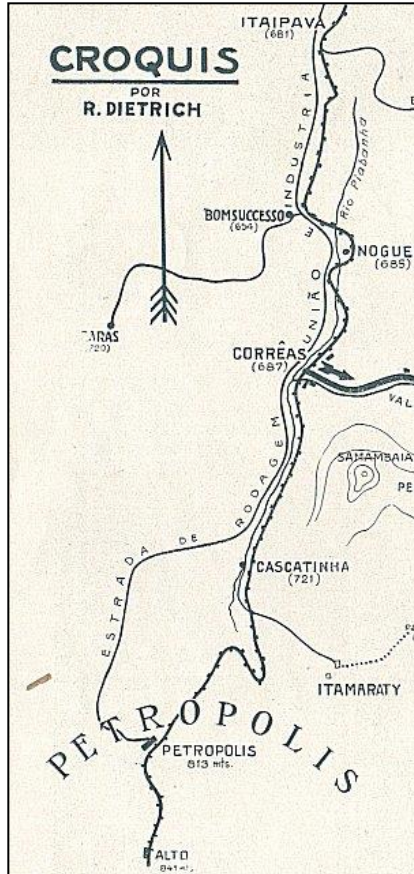
História das Rodovias

A primeira rodovia pavimentada no Brasil, foi a Estrada União e Indústria, que liga Petrópolis (RJ) a Juiz de Fora (MG), que comemorou 150 anos em 2011, foi inaugurada em 23 de junho de 1861 pelo imperador dom Pedro II e construída com a mão de obra de colonos alemães



História das Rodovias

Estrada União e Indústria, que liga Petrópolis (RJ) a Juiz de Fora (MG)



História das Rodovias

A estrada de rodagem, que teve a construção iniciada pelo comendador Mariano Procópio Ferreira Lage em 1856, foi considerada arrojada para a engenharia da época, de acordo com a assessoria. Inaugurada por Dom Pedro II em 1861 e com 144 Km de extensão, ela foi a primeira rodovia macadamizada da América Latina.



História das Rodovias

Estrada União e Indústria, que liga Petrópolis (RJ) a Juiz de Fora (MG)



Ponte de Entre-Rios, atual Três-Rios, da Estrada União e Indústria. Foto de R. H. Klumb, 1872



Na região de Areal, linha da Leopoldina e a locomotiva corriam ao lado da velha estrada União e Indústria

História das Rodovias

Estrada União e Indústria, que liga Petrópolis (RJ) a Juiz de Fora (MG)



História das Rodovias

Os revestimentos até o início do século 19 eram executados com pedras, madeiras ou solo selecionado (MS). A partir daquela época passou-se a usar o cimento e o asfalto nas pavimentações rodoviárias.

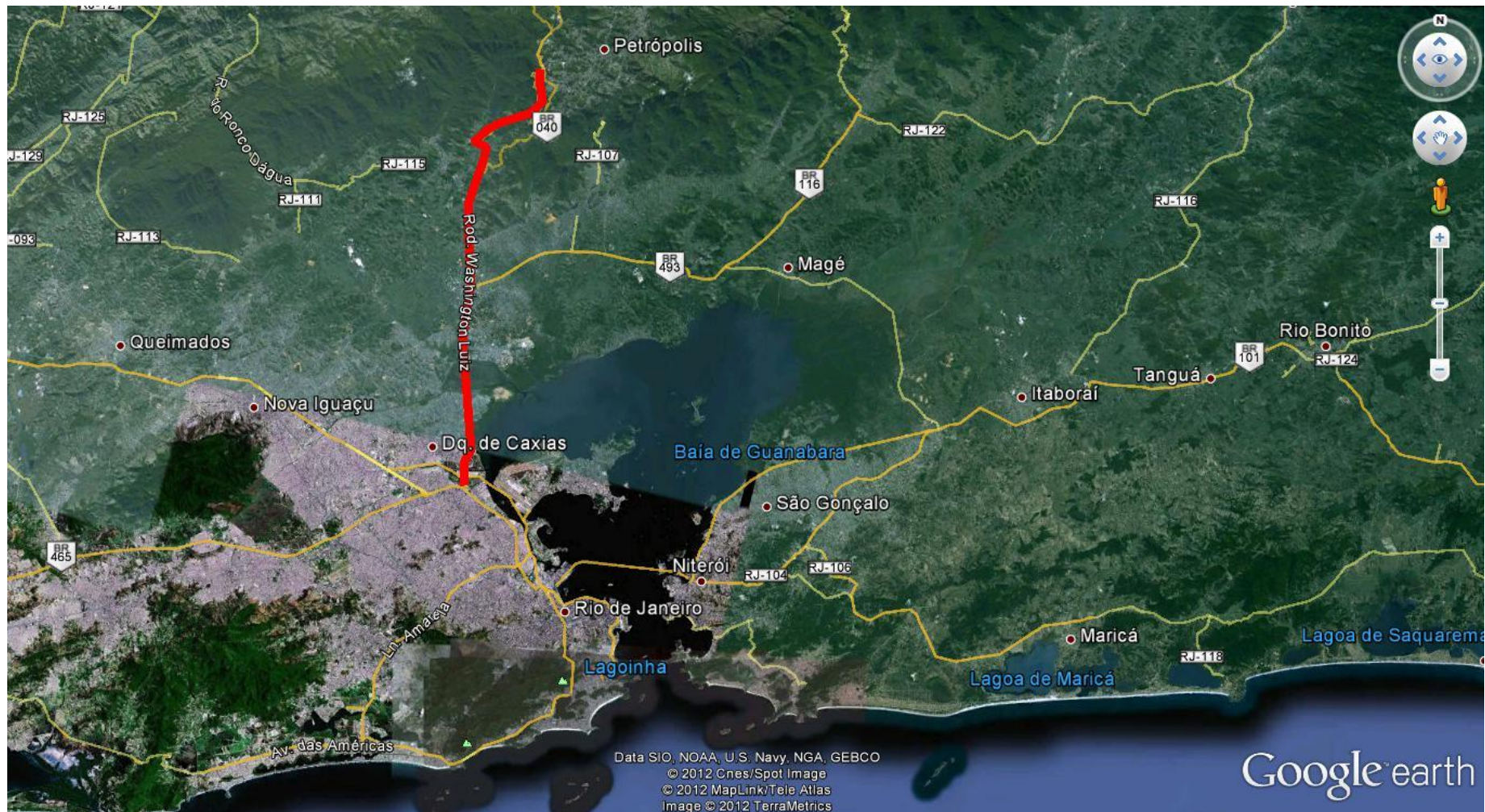
- Início - 1802 na França, 1838 – Estados Unidos e 1869 na Inglaterra (asfaltos naturais).
- Os asfaltos derivados de petróleo foram utilizados a partir de 1909. (mais puros e mais econômicos que os asfaltos naturais).





História das Rodovias

Rodovia pavimentada Rio-Petrópolis, a rodovia Washington Luís (BR040). [Vídeo](#)



História das Rodovias

Rodovia pavimentada Rio-Petrópolis, a rodovia Washington Luís (BR040)



Fonte: <http://acervo.oglobo.globo.com/rio-de-historias/washington-luis-inaugura-primeira-rodovia-asfaltada-do-brasil-8849272>

História das Rodovias

“Governar é abrir estradas”. A frase do então presidente Washington Luís, materializou-se em 25 de agosto de 1928, com a inauguração da Rio-Petrópolis, a primeira rodovia asfaltada do país. Até então, a ligação entre a capital federal e a cidade imperial era feita por caminhos de terra, que, não raras vezes, ficavam intransitáveis após temporais.

Mas construir uma estrada na Serra do Mar não foi tarefa simples. Tanto que, até hoje, a obra provoca admiração com seus túneis escavados na pedra a mais de cem metros de altura. Ao ser aberta ao tráfego de veículos, a Rio-Petrópolis, então de mão dupla, tinha pistas de oito metros de largura (no trecho que atravessa a Baixada Fluminense) e de 6,5 metros (na serra propriamente dita). A velocidade máxima era de 60 quilômetros por hora. Na época, o Distrito Federal contava com pouco menos de 20 mil veículos, entre caminhões e automóveis de passeio. E, no dia após a inauguração, 1.783 carros passaram por ela, para orgulho do presidente Washington Luís, que tomara posse no Catete em 15 de novembro de 1926 e foi o último presidente da República Velha.

Hoje, a estrada faz parte da BR-040, que liga o Rio a Belo Horizonte e a Brasília. O trecho entre o Rio e Petrópolis leva o nome de Washington Luís. Nos anos 50, com a construção de uma estrada entre Itaipava e Xerém, a antiga Rio-Petrópolis passou a ser de mão única. Privatizada em 1996, a rodovia recebe hoje cerca de sete mil veículos por dia, segundo a concessionária Concer.

História das Rodovias

A partir das décadas de 1940 e 1950, a construção de rodovias ganhou poderoso impulso devido a três fatores principais:

- Criação do Fundo Rodoviário Nacional (lei Joppert), em 1946, que estabeleceu um imposto sobre combustíveis líquidos, usado para financiar a construção de estradas pelos estados e a União;
- Criação dos Departamentos Estaduais de Estradas de Rodagem os DER's, como também o departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER.
- Fundação da Petrobrás, em 1954, que passou a produzir asfalto em grande quantidade;
- Implantação da indústria automobilística nacional, em 1957.



História das Rodovias



Palestra de Juscelino Kubitschek no Clube Militar. Rio de Janeiro, 21 jul. 1959 (Arquivo Nacional/Agência Nacional)

História das Rodovias

A mudança da capital do Rio de Janeiro para Brasília levou à criação de um novo e ambicioso plano rodoviário para ligar a nova capital a todas as regiões do país. Entre as rodovias construídas a partir desse plano destacam-se a Brasília-Acre e a Belém-Brasília, que se estende por 2.070km, um terço dos quais através da selva amazônica.



RODOVIAS

Malha total
cresce

0,5% em

10 anos

enquanto frota
de veículos

aumenta

74,1%

Malha

1.720.700,3 km em 2019, sendo 12,4% pavimentados (213.452,8 km)

Fonte: CNT, 2019

RODOVIAS

Pesquisa CNT de Rodovias mostrou piora na qualidade dos trechos avaliados

Em 2019, 59% das rodovias brasileiras foram avaliadas como regulares, ruins ou péssimas. Os dados são da Pesquisa CNT de Rodovias, divulgada em outubro. Em 2018, o percentual foi de 57%.

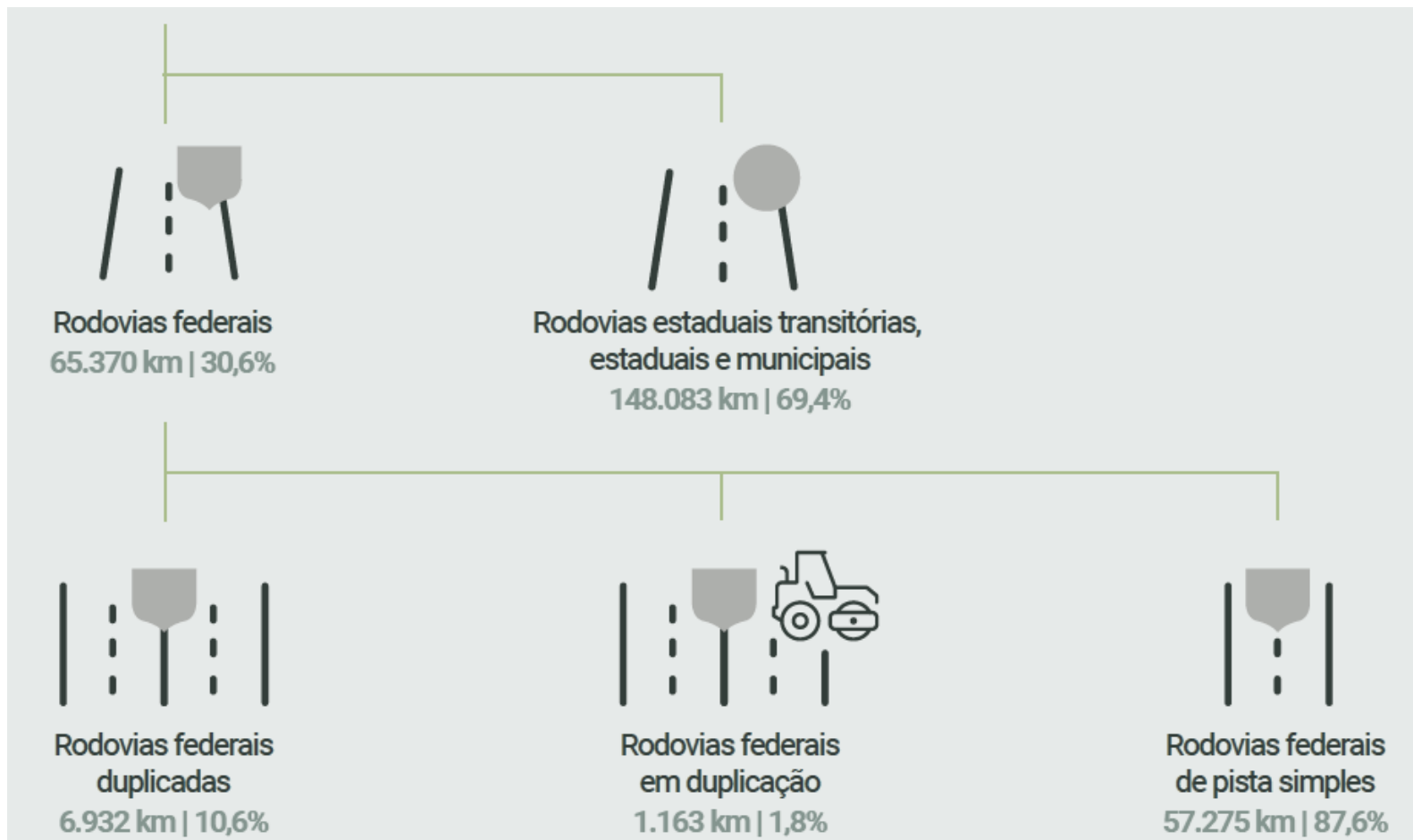
Também está pior a situação do pavimento (52,4% com problema), da sinalização (48,1%) e da geometria da via (76,3%). No ano passado, a avaliação foi 50,9%, 44,7% e 75,7% com problemas respectivamente.

A Pesquisa CNT de Rodovias avalia toda a malha pavimentada federal e os principais trechos estaduais.

Extensão das Rodovias Brasileiras



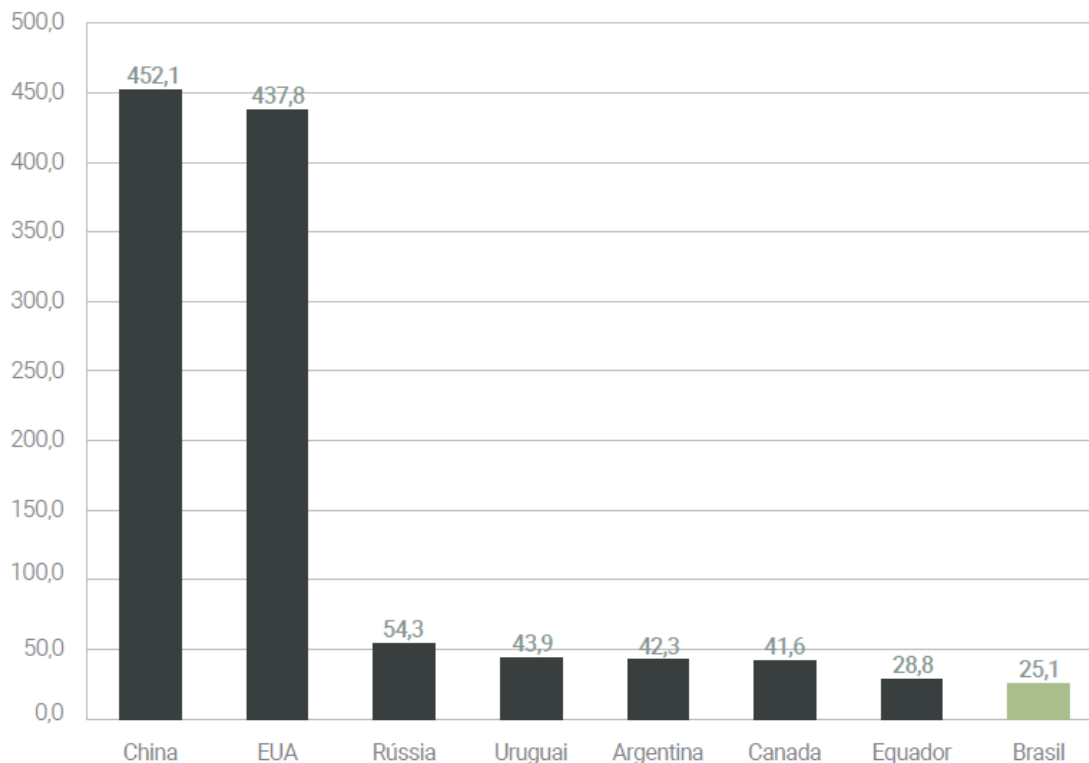
Extensão das Rodovias Brasileiras



Extensão das Rodovias Brasileiras

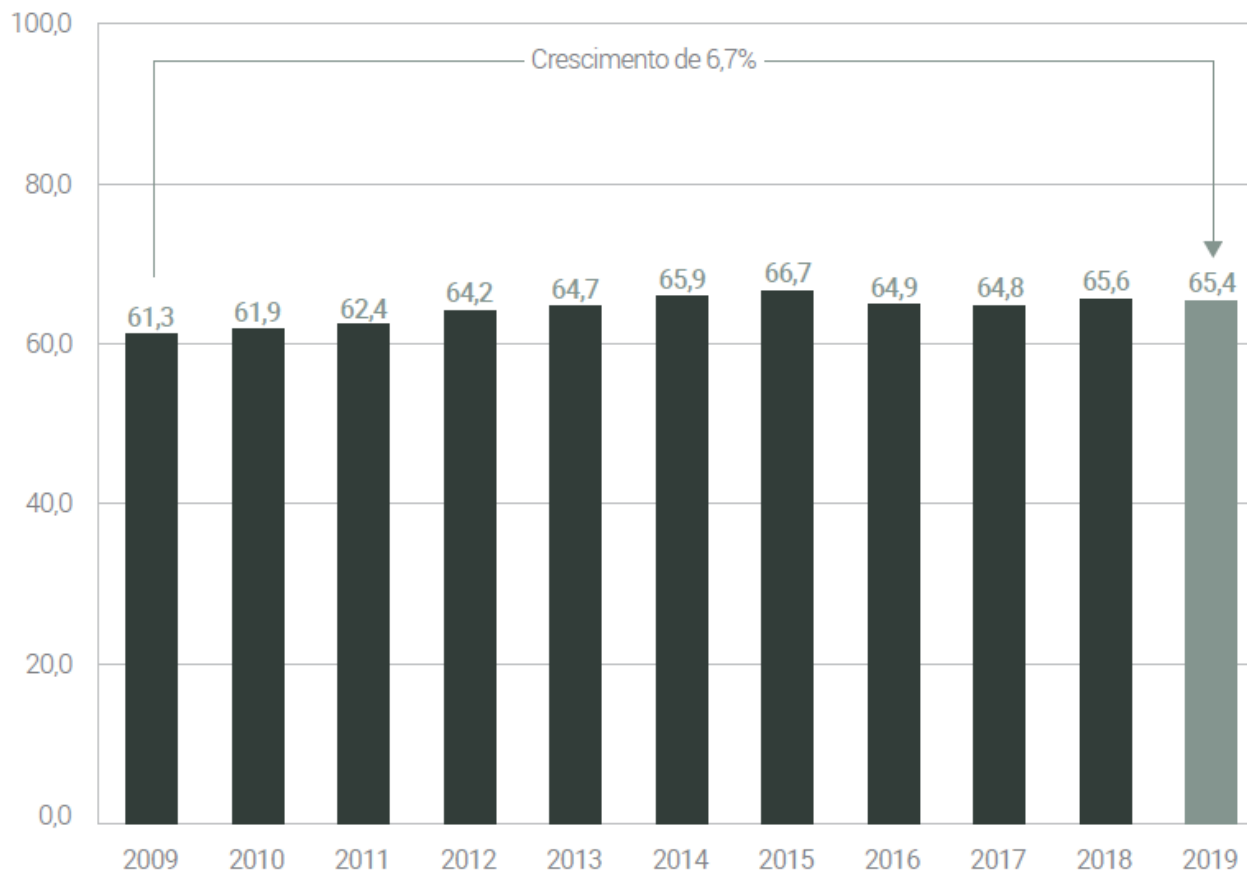
Por outro lado, a malha não pavimentada representa 78,5% do total da malha rodoviária nacional. A baixa disponibilidade de rodovias pavimentadas no Brasil fica evidenciada quando comparada com a de outros países de extensão territorial semelhante ou, mesmo, com a de outros países da América Latina, conforme é apresentado no Gráfico 1.

GRÁFICO 1 | Densidade da malha rodoviária pavimentada por país (valores em km/1.000 km²)



Extensão das Rodovias Brasileiras

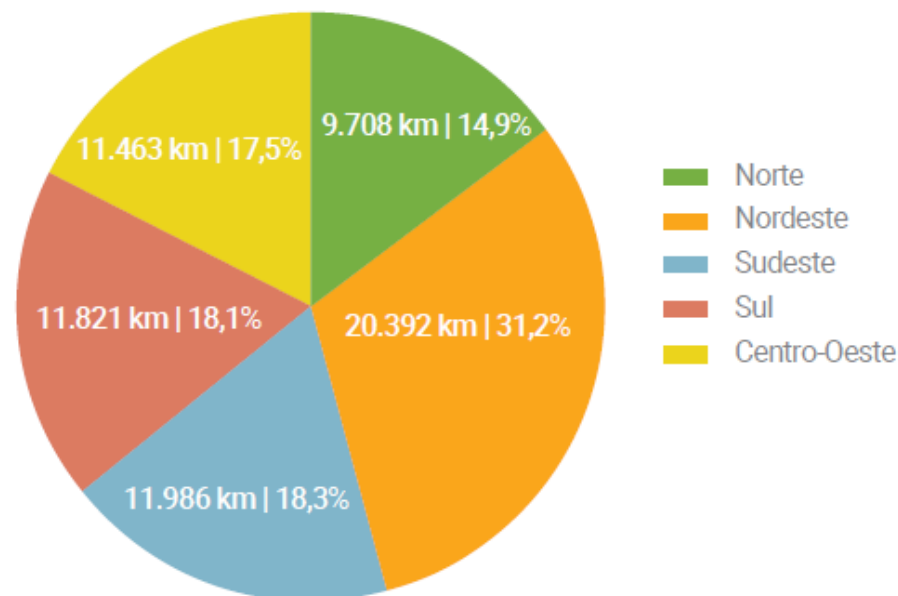
Evolução da extensão das rodovias federais pavimentadas - Brasil - 2009-2019 (Valores em mil km)



Extensão das Rodovias Brasileiras

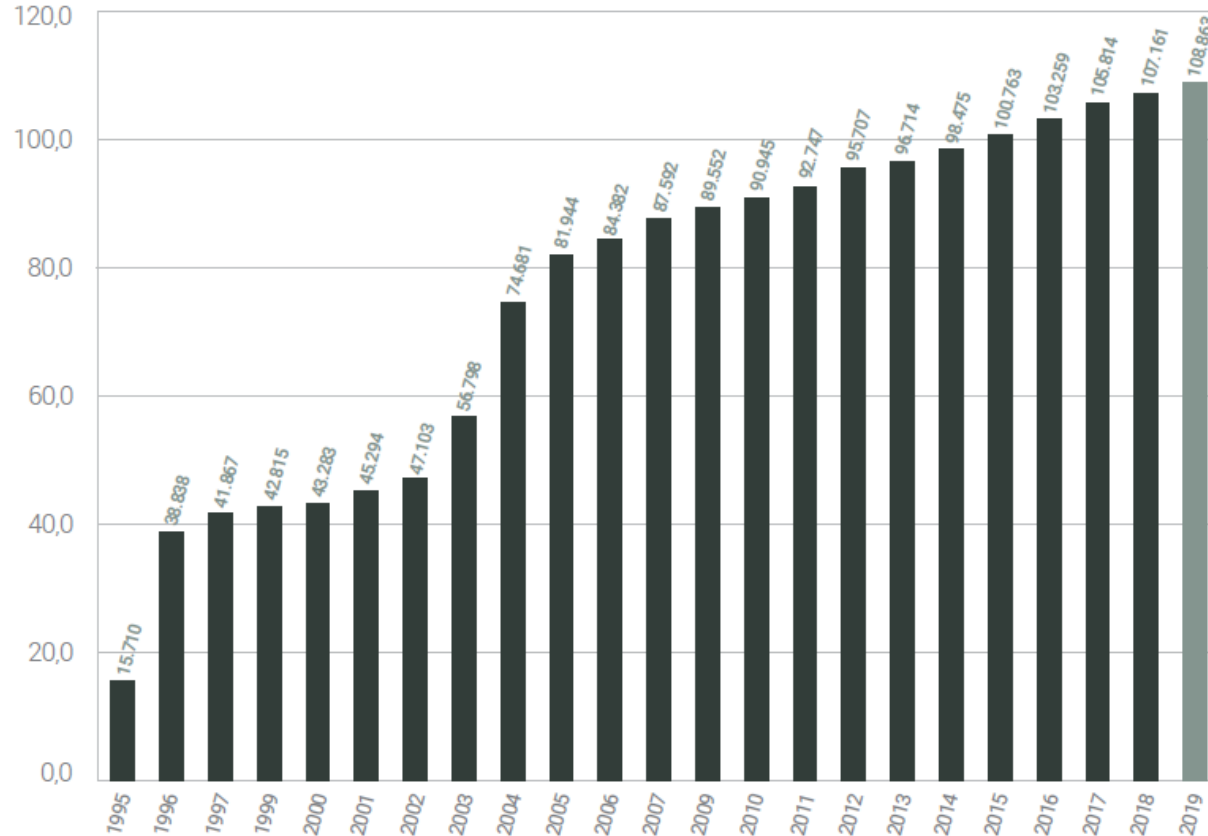
Nota: A extensão federal pavimentada atualmente está distribuída entre as regiões do país conforme o Gráfico 3. Verifica-se que 31,2% da malha rodoviária federal pavimentada está concentrada na região Nordeste, seguida pelas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. A região Norte figura em último, com apenas 9.708 km, o que representa 14,9% da extensão total.

GRÁFICO 3 | Percentual da extensão de rodovias federais pavimentadas por região



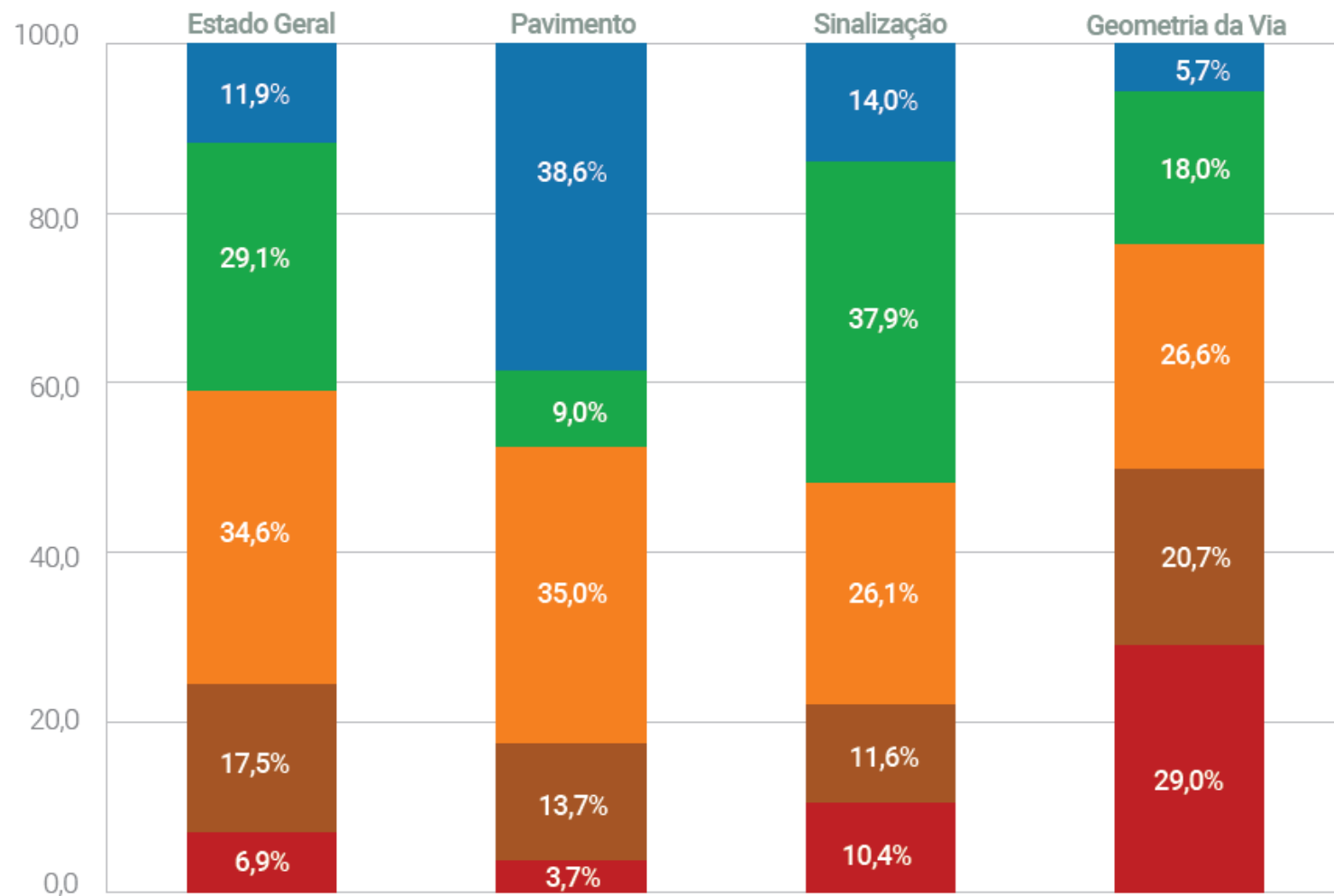
Extensão das Rodovias Brasileiras

Evolução da Pesquisa CNT de Rodovias (km pesquisados)



Fonte: A Pesquisa CNT de Rodovias não foi realizada nos anos de 1998 e de 2008.

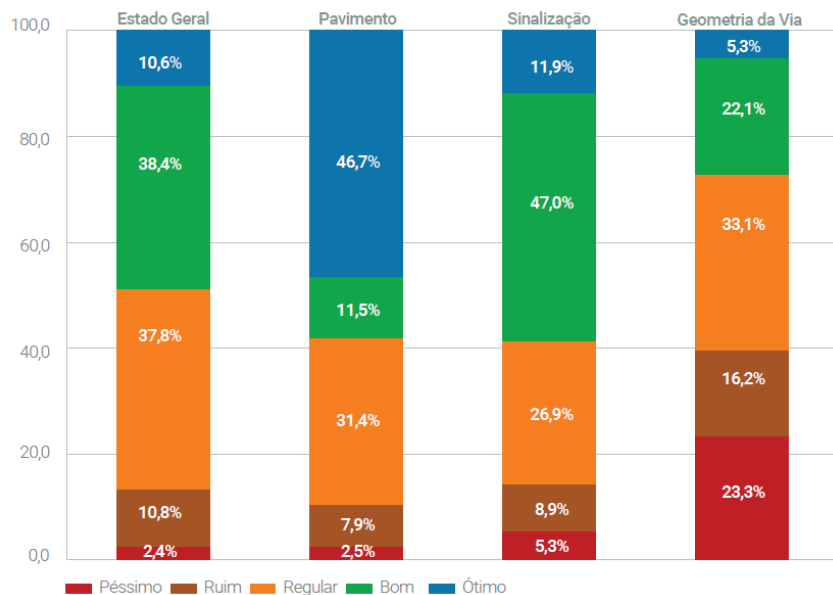
Resumo das Características - Extensão Total



Estado Geral Rodovias no Brasil – 108.863,00km pesquisados (CNT, 2019)

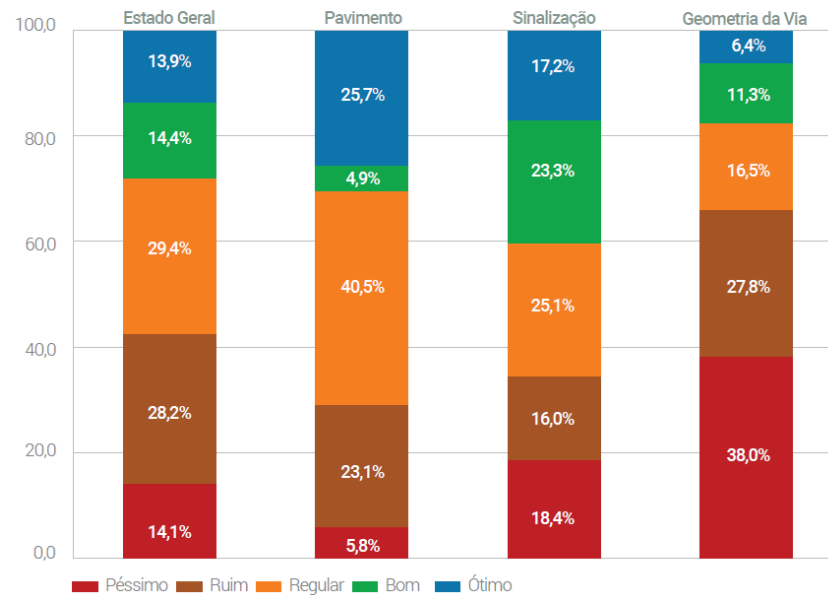
FEDERAL

Resumo das Características - Extensão Federal

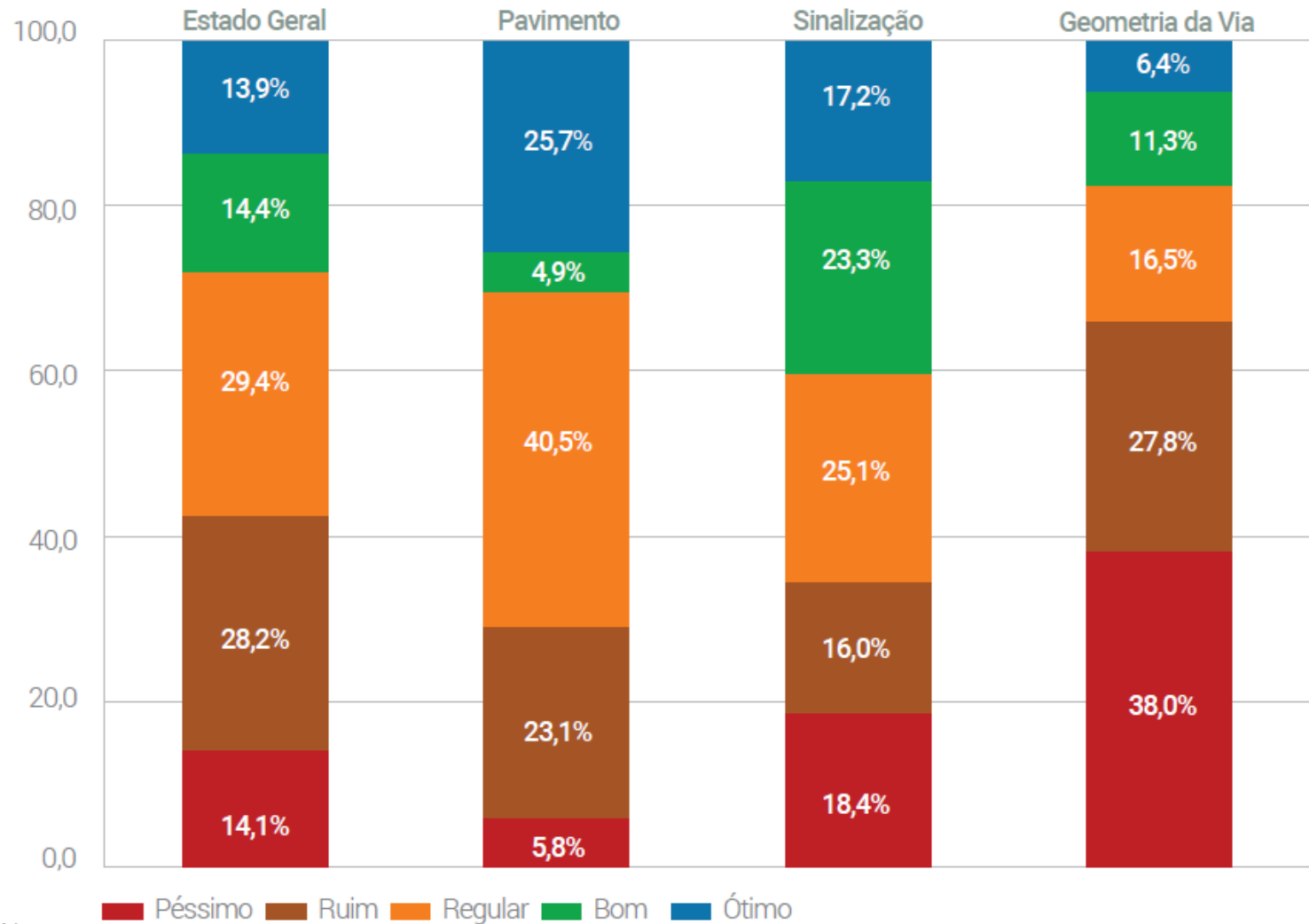


ESTADUAL

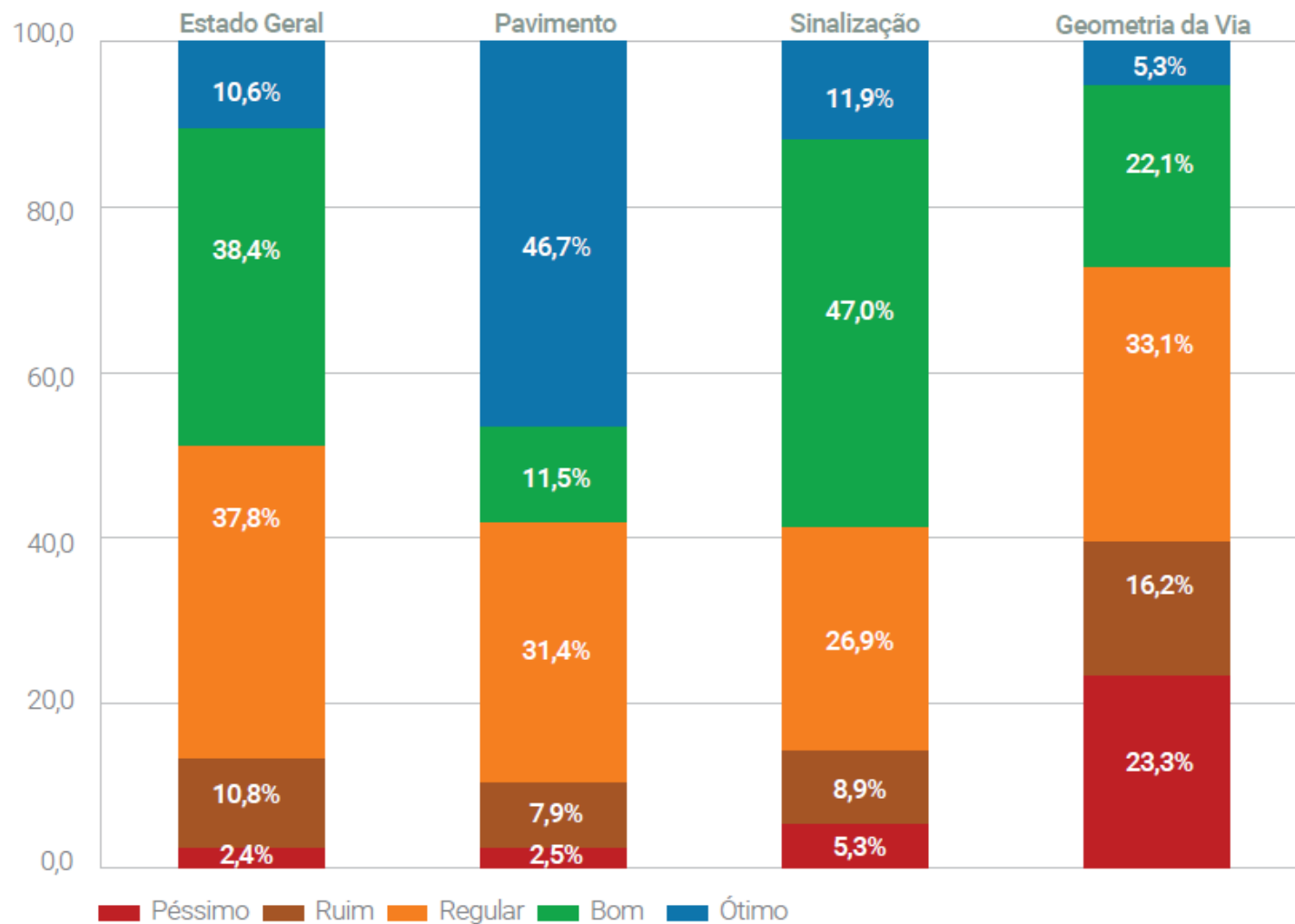
Resumo das Características - Extensão Estadual



Resumo das Características - Extensão Estadual



Resumo das Características - Extensão Federal

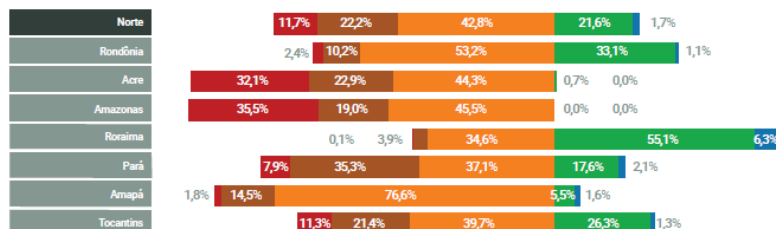


RODOVIAS

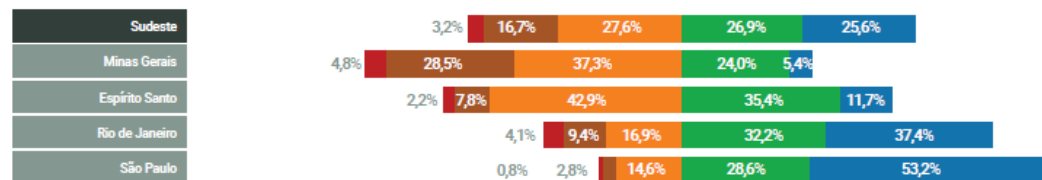
Estado Geral Brasil - **108.863,00km** pesquisados (CNT, 2019)



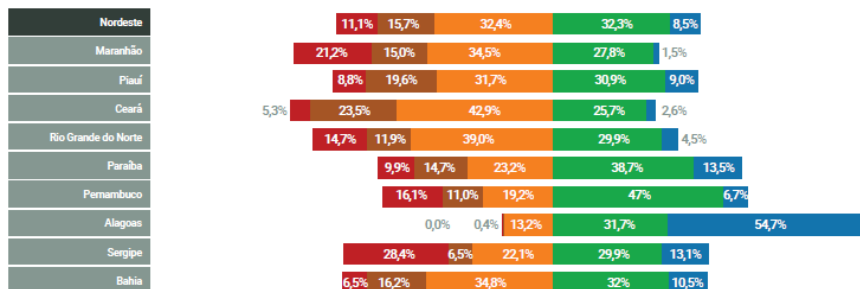
Norte



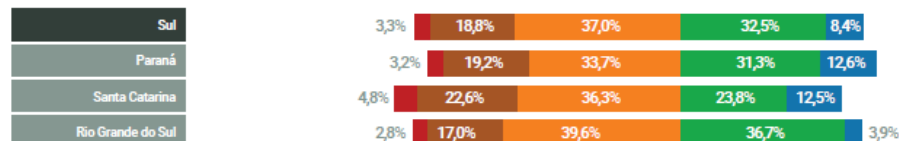
Sudeste



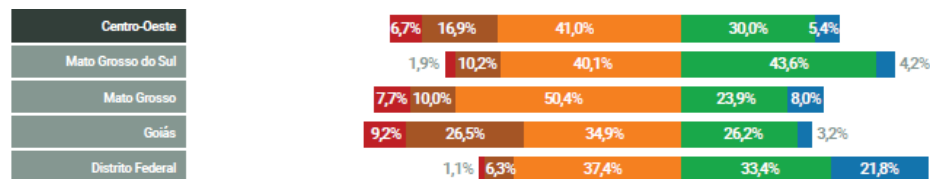
Nordeste



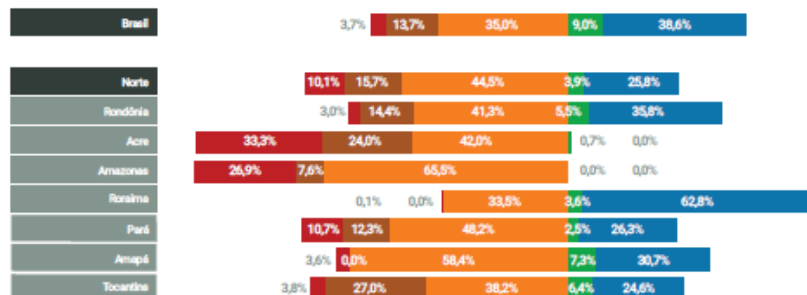
Sul



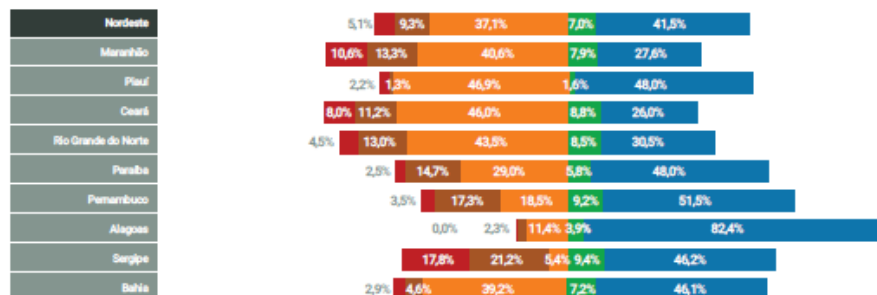
Centro Oeste



Norte

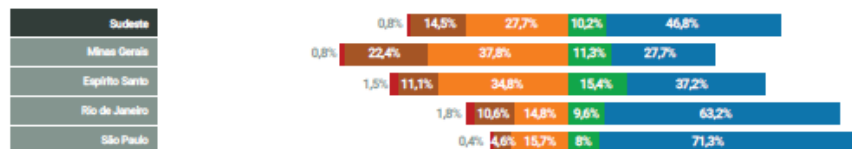


Nordeste

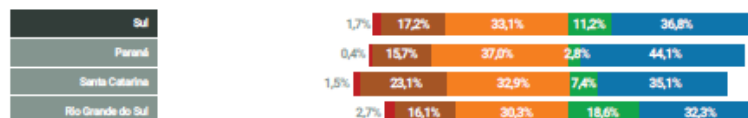


PAVIMENTO

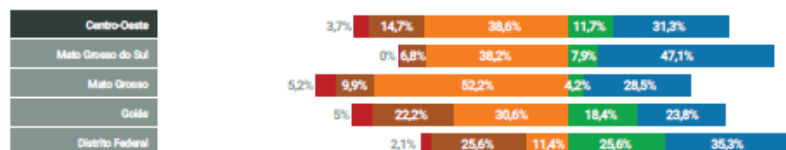
Sudeste



Sul

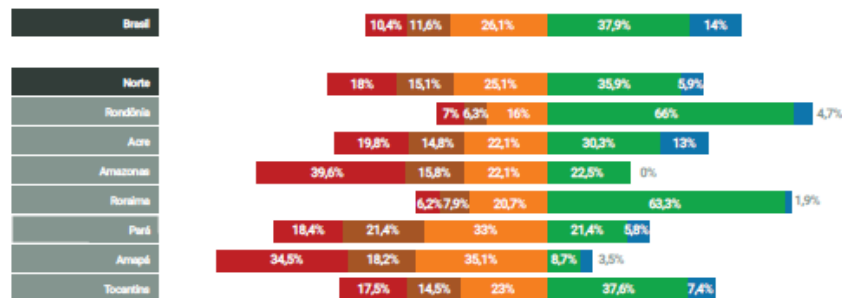


Centro-Oeste

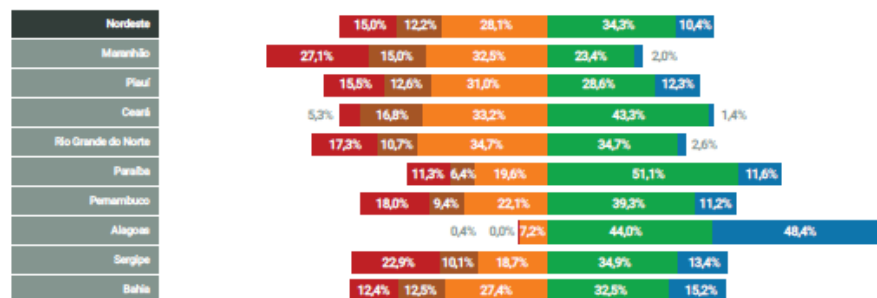


Péssimo Ruim Regular Bom Ótimo

Norte

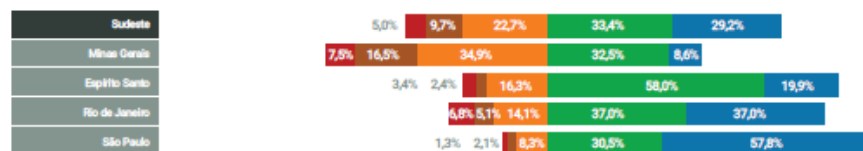


Nordeste

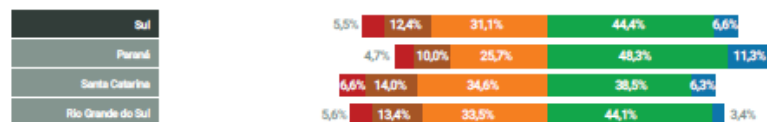


Sinalização

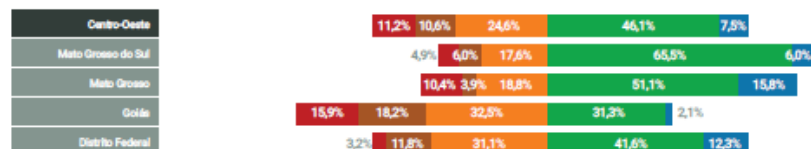
Sudeste



Sul



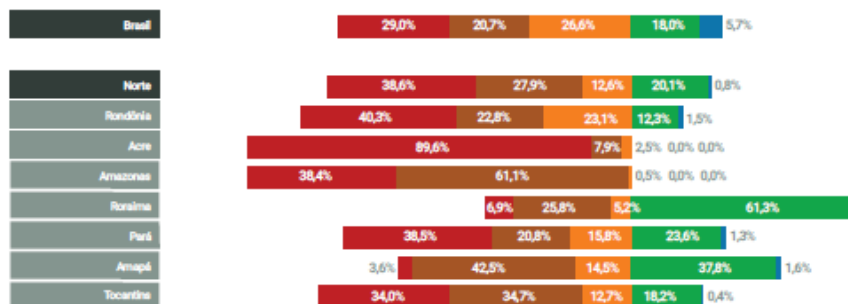
Centro-Oeste



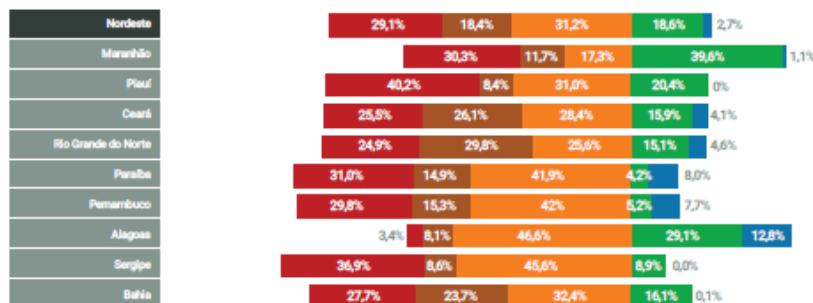
Péssimo Ruim Regular Bom Ótimo

Fonte: CNT, 2019

Norte

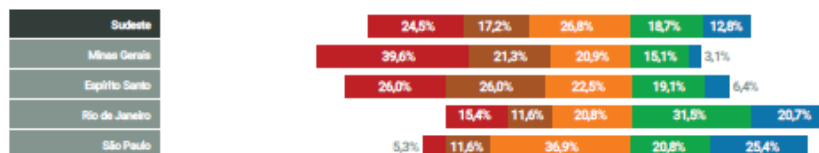


Nordeste

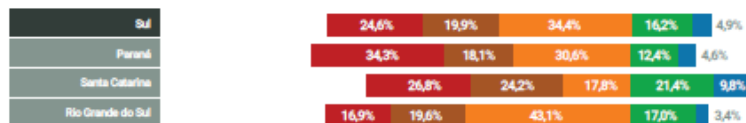


Geometria

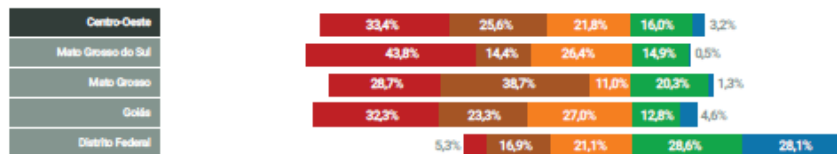
Sudeste



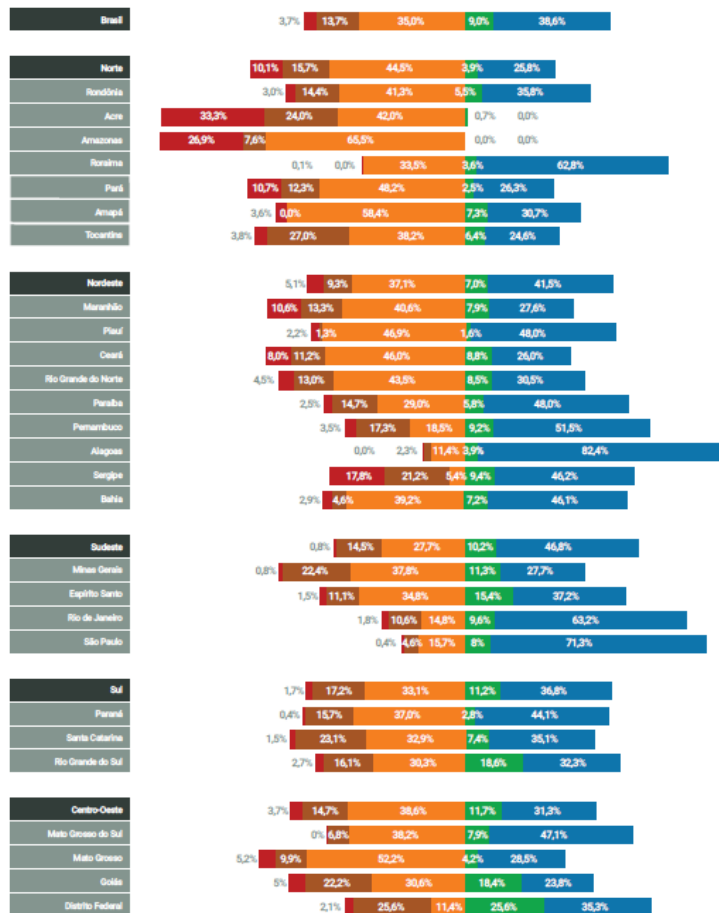
Sul



Centro-Oeste

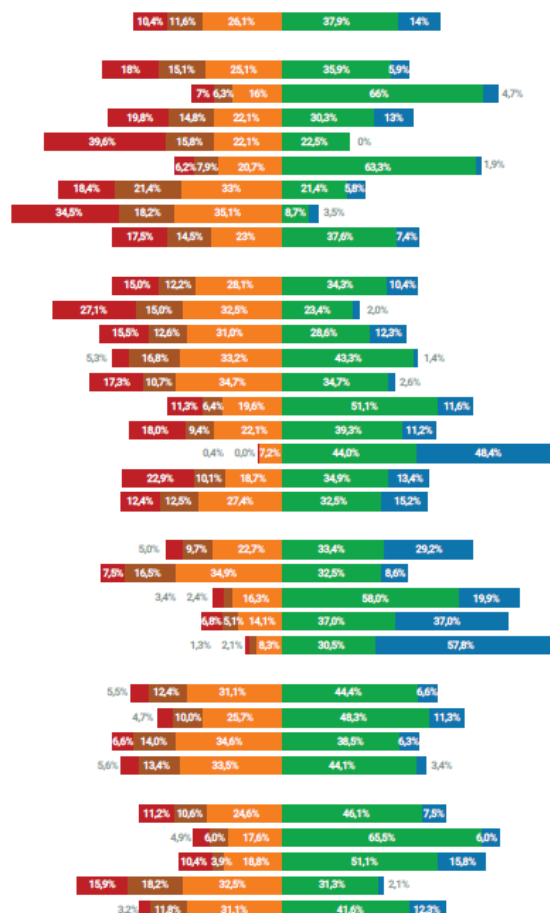


PAVIMENTO



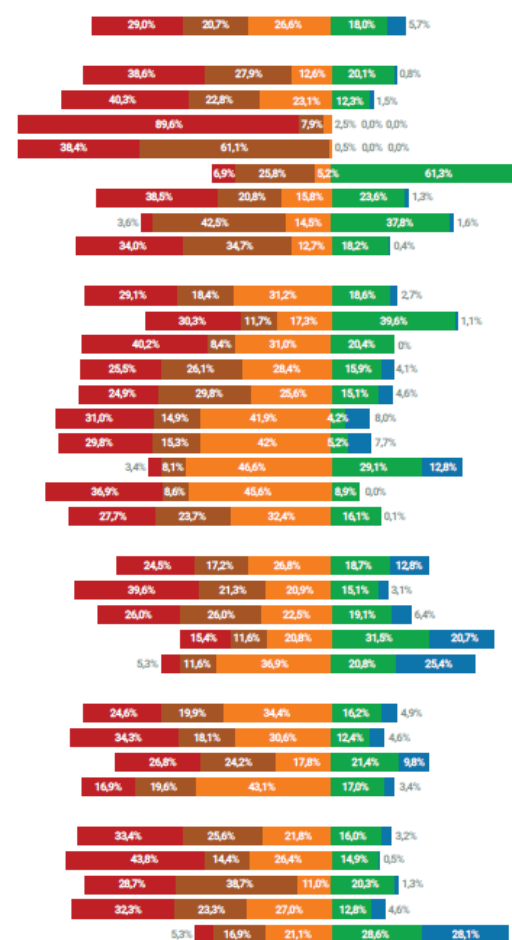
■ Péssimo ■ Ruim ■ Regular ■ Bom ■ Ótimo

Sinalização



■ Péssimo ■ Ruim ■ Regular ■ Bom ■ Ótimo

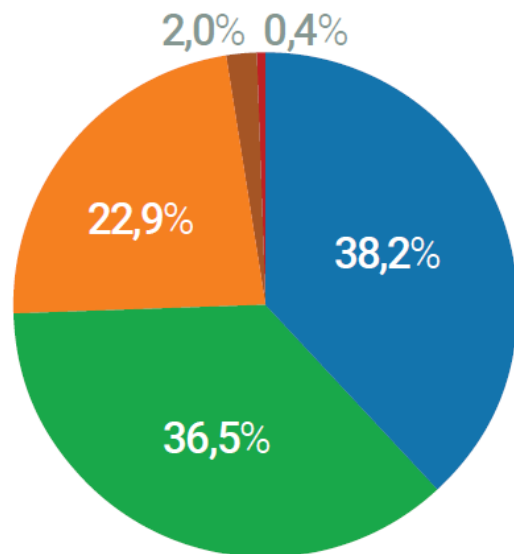
Geometria



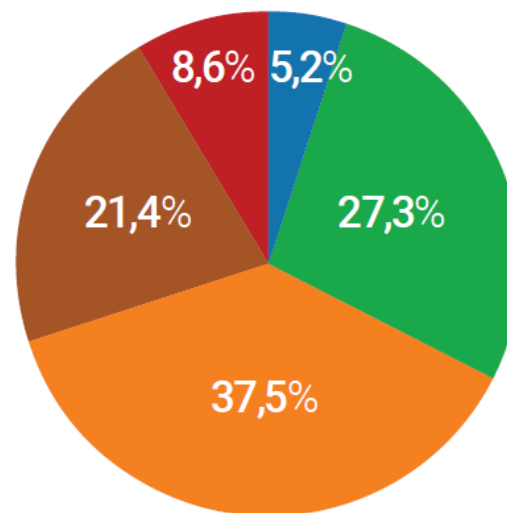
■ Péssimo ■ Ruim ■ Regular ■ Bom ■ Ótimo

RODOVIAS

Classificação do Estado Geral – Gestões Pública e Concedida



Gestão Concedida



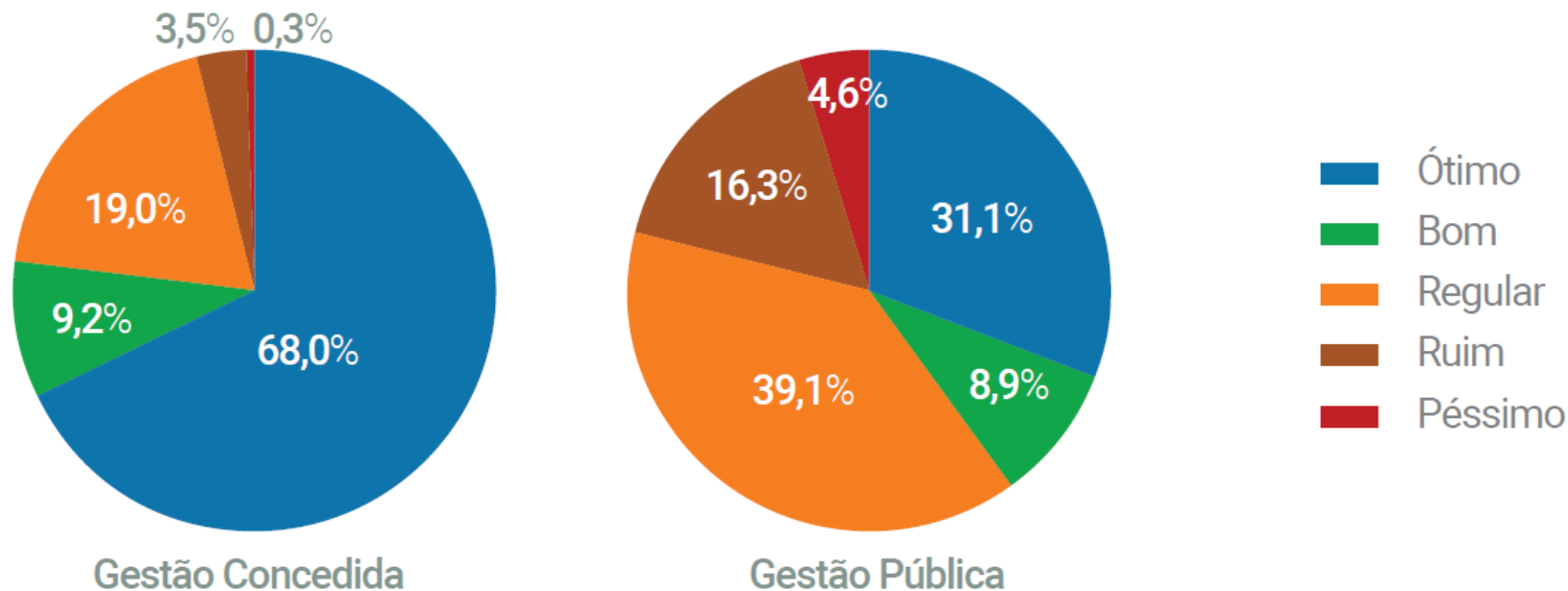
Gestão Pública



RODOVIAS

PAVIMENTO

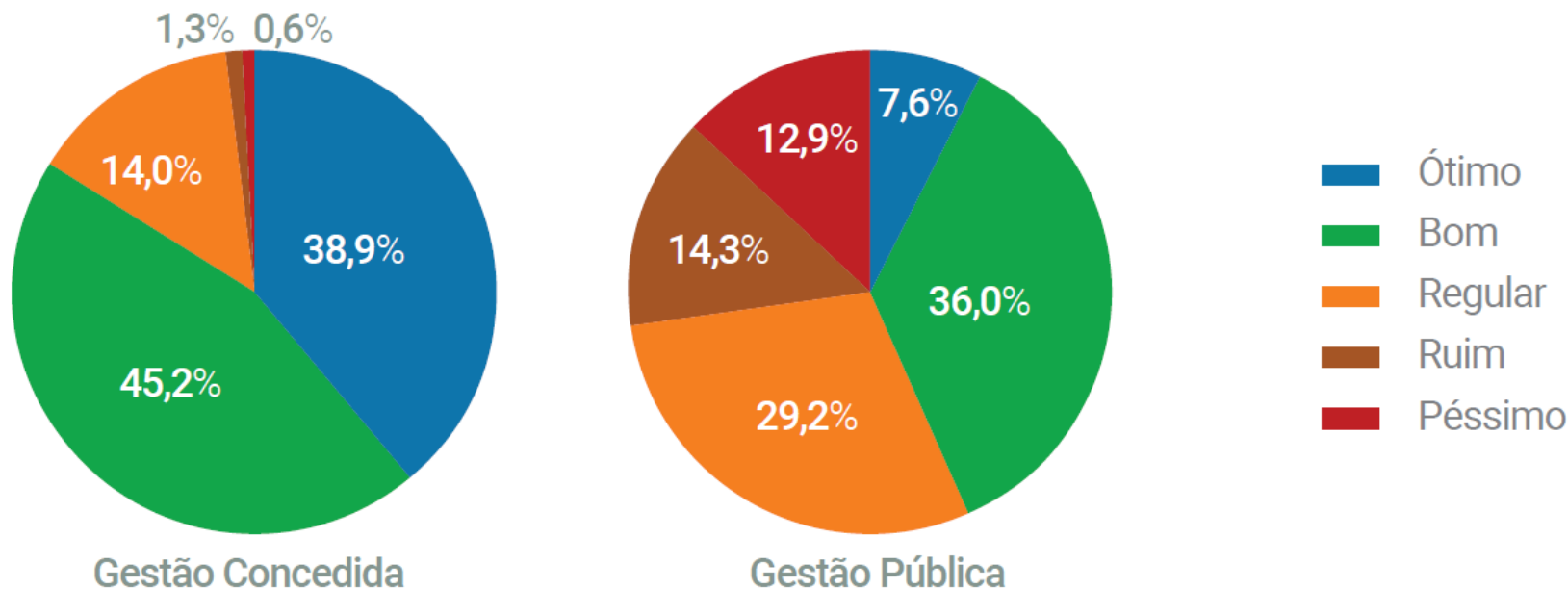
GRÁFICO 33 | Classificação do Pavimento – Gestões Concedida e Pública



RODOVIAS

SINALIZAÇÃO

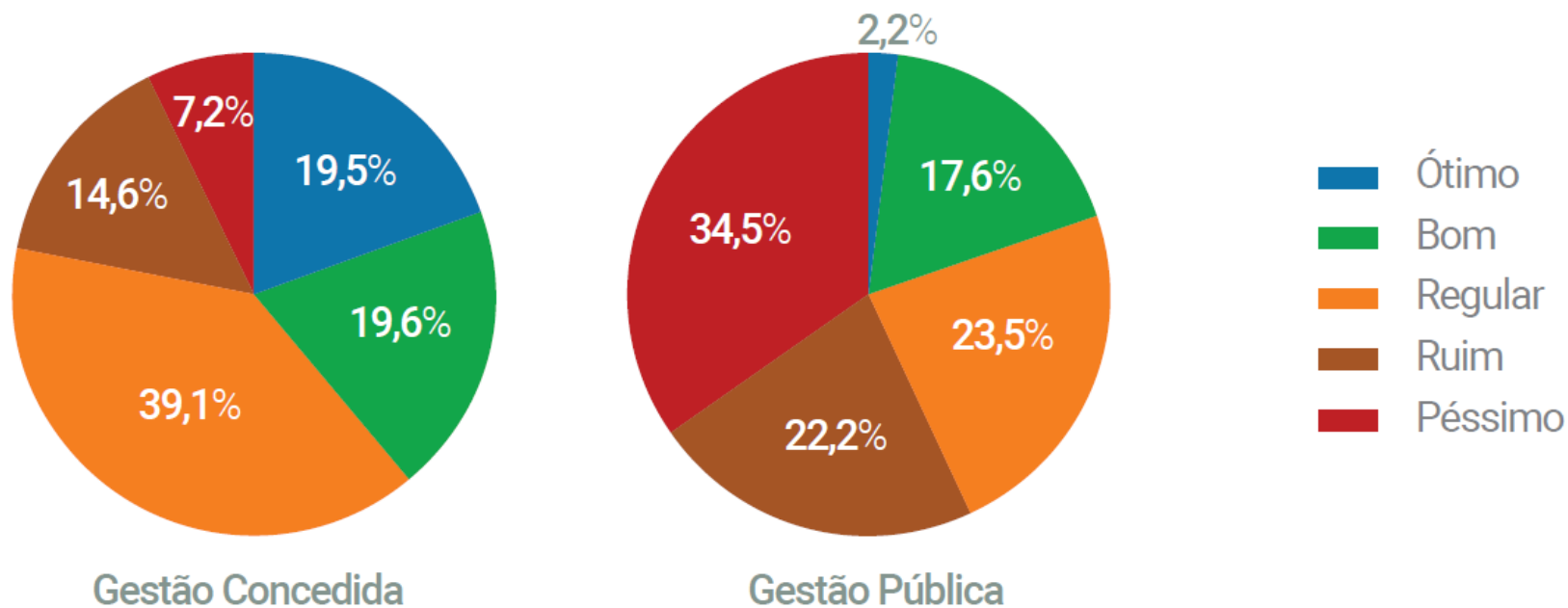
GRÁFICO 34 | Classificação da Sinalização – Gestões Concedida e Pública



RODOVIAS

GEOMETRIA DA VIA

GRÁFICO 35 | Classificação da Geometria da Via – Gestões Concedida e Pública



REGIÃO E UF	ESTADO GERAL					
	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	TOTAL
Brasil	12.951	31.714	37.628	19.039	7.531	108.863
Norte	227	2.904	5.754	2.974	1.567	13.426
Rondônia	20	627	1.012	193	45	1.897
Acre	-	10	593	307	431	1.341
Amazonas	-	-	476	199	371	1.046
Roraima	70	617	388	44	1	1.120
Pará	82	698	1.473	1.399	314	3.966
Amapá	9	30	421	80	10	550
Tocantins	46	922	1.391	752	395	3.506
Nordeste	2.454	9.306	9.354	4.542	3.199	28.855
Maranhão	68	1.286	1.601	694	984	4.633
Piauí	308	1.056	1.085	672	302	3.423
Ceará	95	927	1.545	848	193	3.608
Rio Grande do Norte	84	561	732	224	275	1.876
Paraíba	230	664	396	251	169	1.710
Pernambuco	212	1.492	609	348	510	3.171
Alagoas	431	250	104	3	-	788
Sergipe	85	195	144	42	185	651
Bahia	941	2.875	3.138	1.460	581	8.995
Sudeste	7.753	8.131	8.351	5.034	964	30.233
Minas Gerais	832	3.684	5.730	4.373	744	15.363
Espírito Santo	164	496	600	109	31	1.400
Rio de Janeiro	971	835	437	243	107	2.593
São Paulo	5.786	3.116	1.584	309	82	10.877
Sul	1.556	6.013	6.835	3.466	605	18.475
Paraná	798	1.979	2.140	1.214	200	6.331
Santa Catarina	409	778	1.187	739	157	3.270
Rio Grande do Sul	349	3.256	3.508	1.513	248	8.874
Centro-Oeste	961	5.360	7.334	3.023	1.196	17.874
Mato Grosso do Sul	184	1.929	1.773	453	82	4.421
Mato Grosso	437	1.308	2.759	548	422	5.474
Goiás	237	1.965	2.625	1.992	687	7.506
Distrito Federal	103	158	177	30	5	473

RODOVIAS

Quase R\$ 10 bilhões de prejuízos com os acidentes

No ano de 2018, foram registrados nas rodovias federais brasileiras 69.206 acidentes. O prejuízo gerado é da ordem de R\$ 9,73 bilhões para o país, com a perda de 5.269 vidas e, ainda, com 76.525 pessoas feridas. O cálculo considera os prejuízos com veículos, cargas, despesas médico-hospitalares. Também considera a perda de produção das pessoas que morrem nas rodovias, parte delas ainda muito jovem.

RODOVIAS

Custo total e médio por gravidade de acidente - rodovias federais policiadas - Brasil – 2018

69.206 acidentes rodoviários em 2018			Custo dos acidentes rodoviários em 2018: R\$ 9,73 bilhões		
4.503 acidentes com fatalidade	49.460 acidentes com vítimas	15.243 acidentes sem vítimas	Custo com acidentes com fatalidade R\$ 3,67 bilhões	Custo dos acidentes com vítimas R\$ 5,62 bilhões	Custo dos acidentes sem vítimas R\$ 0,44 bilhão

Fonte: Elaboração CNT com dados do Ipea, do Denatran e da ANTP (2015), com atualização da base de acidentes da PRF (2018); valores atualizados pelo IPCA de 2018.

32.104 acidentes rodoviários no primeiro semestre de 2019			Custo dos acidentes rodoviários no primeiro semestre de 2019: R\$ 4,78 bilhões		
2.180 acidentes com fatalidade	24.395 acidentes com vítimas	5.529 acidentes sem vítimas	Custo com acidentes com fatalidade R\$ 1,80 bilhão	Custo dos acidentes com vítimas R\$ 2,82 bilhões	Custo dos acidentes sem vítimas R\$ 0,16 bilhão

Fonte: Elaboração CNT com dados do Ipea, do Denatran e da ANTP (2015), com atualização da base de acidentes da PRF (2019); valores atualizados pelo IPCA de junho de 2019.

RODOVIAS

Governo investe pouco mais da metade dos recursos autorizados

Em 2018, foram investidos R\$ 7,48 bilhões pelo governo federal em rodovias, dos quais R\$ 2,75 bilhões (36,8%) foram de restos a pagar pagos.

Neste ano, até setembro de 2019, o governo executou R\$ 4,78 bilhões dos R\$ 6,20 bilhões autorizados. Mantido esse ritmo, o valor investido tende a ser inferior ao percebido no ano anterior, com consequências indesejadas para a qualidade das rodovias.

Rodovias precisam de R\$ 38,60 bilhões

A CNT estima a necessidade de R\$ 38,60 bilhões para reconstrução e restauração das rodovias brasileiras.

RODOVIAS

Classificação das Rodovias Quanto Jurisdição

FEDERAIS – são em geral vias arteriais e interessam diretamente à Nação, quase sempre percorrendo mais de um Estado. Mantidas pelo Governo Federal;

ESTADUAIS – ligam entre si cidades e a capital de um Estado. Atende às necessidades de um Estado, ficando contida em seu território. Têm usualmente a função de arterial ou coletora;

MUNICIPAIS – são construídas e mantidas pelos governos municipais. São de interesse de um município ou dos municípios vizinhos.

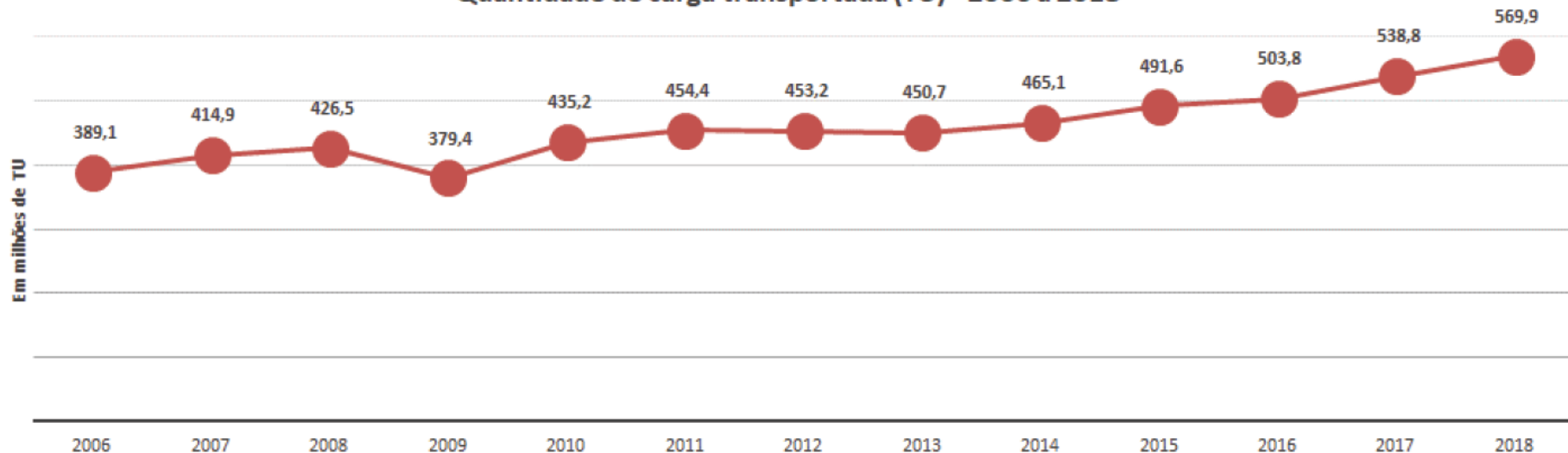
VICINAIS – são em geral estradas municipais, pavimentadas ou não, de uma só pista, locais e de padrão técnico modesto. Promovem a integração demográfica e a territorial da região na qual se situam e possibilitam a elevação do nível de renda do setor primário. (Escoamento das safras).



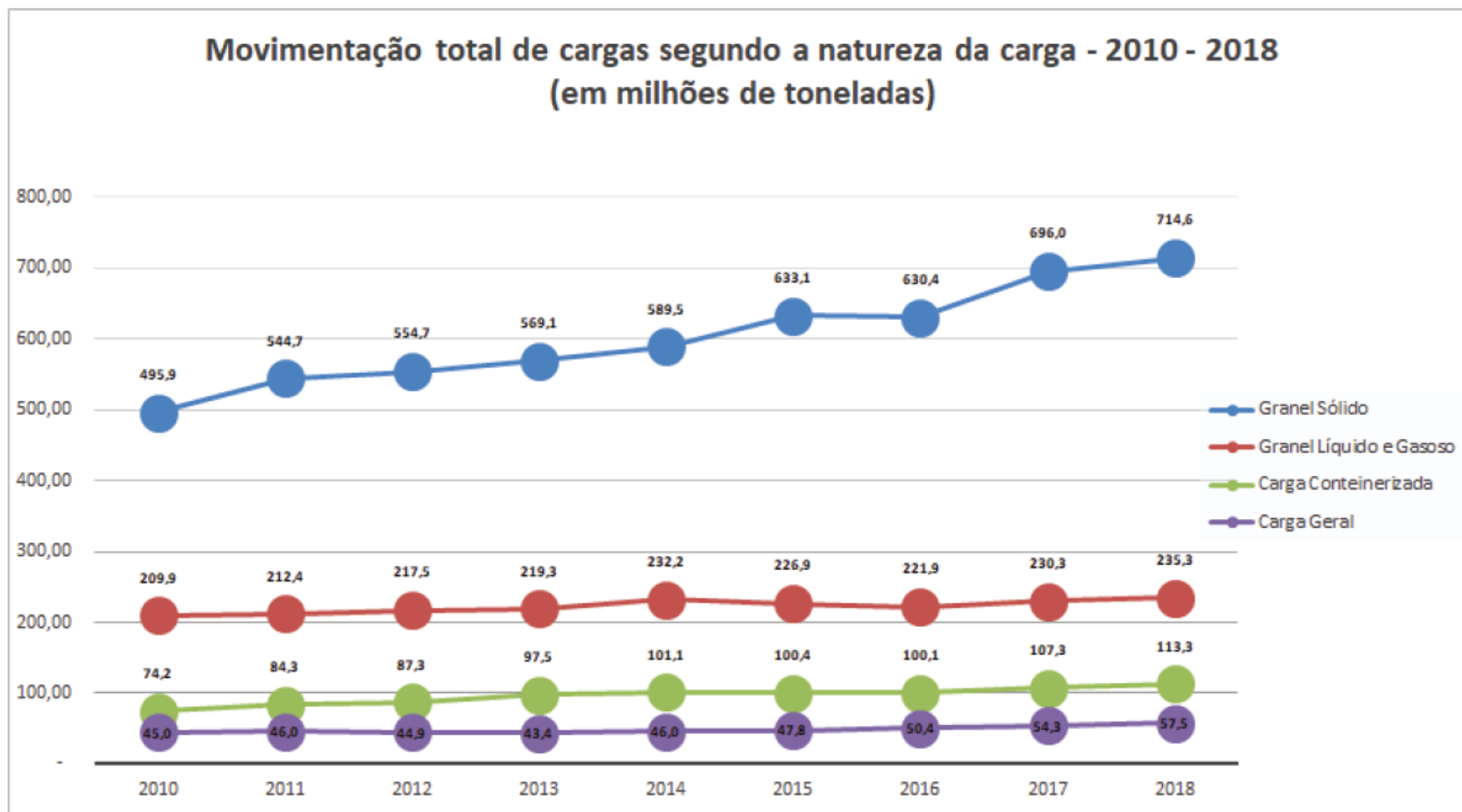
Ferrovias

Em TU (toneladas úteis), foram 569,9 milhões transportados em 2018, 5,8% a mais do que em 2017.

Quantidade de carga transportada (TU) - 2006 a 2018

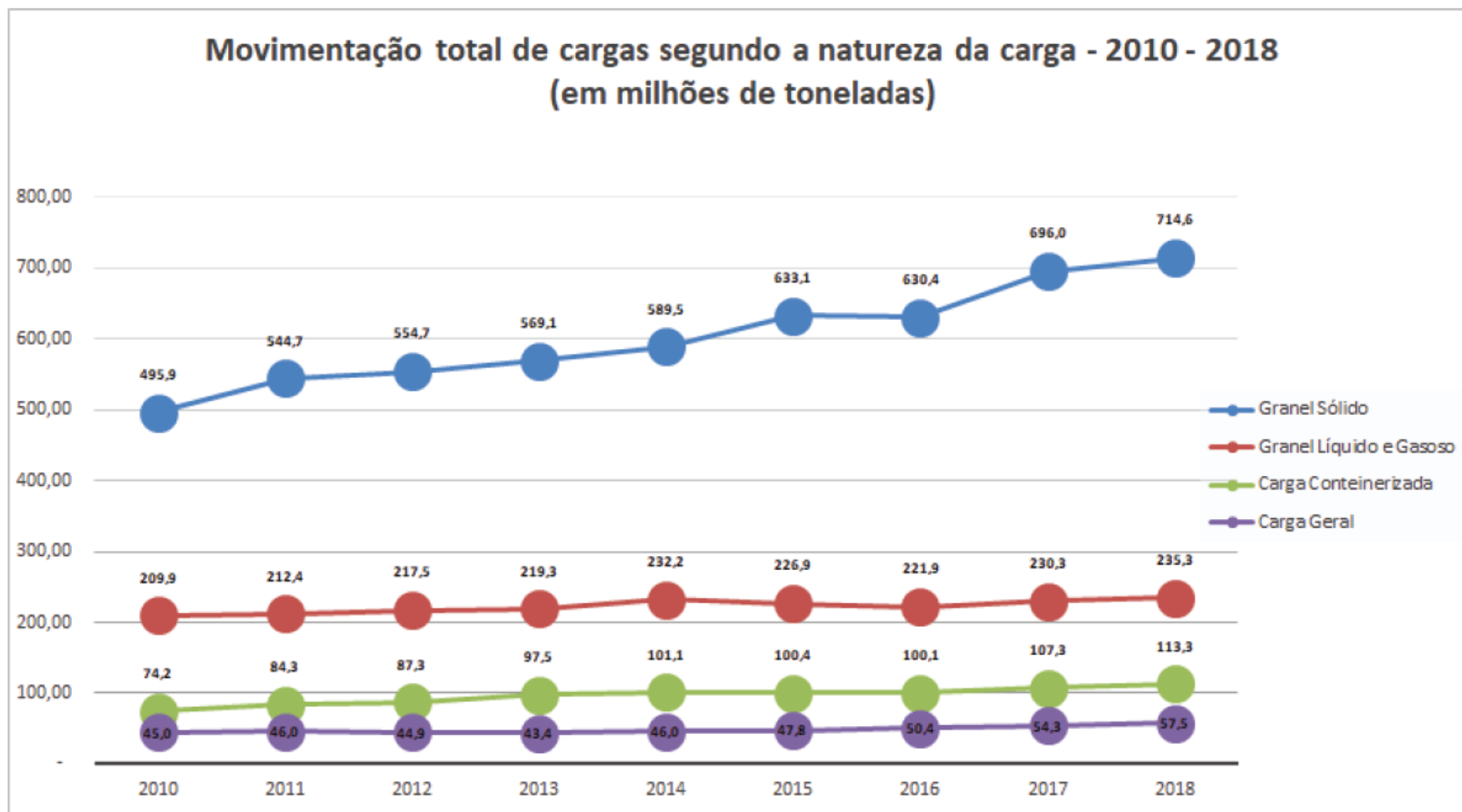


Transporte Aquaviário



Fonte: CNT, 2019

Transporte Aquaviário



Fonte: CNT, 2019

Transporte Aquaviário

Cabotagem: **3,9%** de aumento de 2017 para 2018
(231,1 milhões de toneladas movimentadas)

Longo curso: **2,5%** de aumento de 2017 para 2018
(824,6 milhões de toneladas em 2018)

Transporte Aquaviário

aumentam a movimentação de cargas para

Terminais de Uso Privado: **745,5 milhões**

de toneladas em 2018 (aumento de 3,1% em relação a 2017)

Portos organizados: **375,2 milhões**

em 2018 (aumento de 2,8% em relação a 2017)

Transporte Aéreo

A demanda (passageiros-quilômetros pagos transportados (RPK) em 2018 aumentou 7,3%.

No mercado doméstico, o crescimento foi de **4,4%** em 2018

A demanda internacional de passageiros para voos com origem ou destino no Brasil cresceu 9,4% em 2018.

Transporte aéreo de cargas cresce 10,5% de 2017 para 2018

Estradas no Mundo

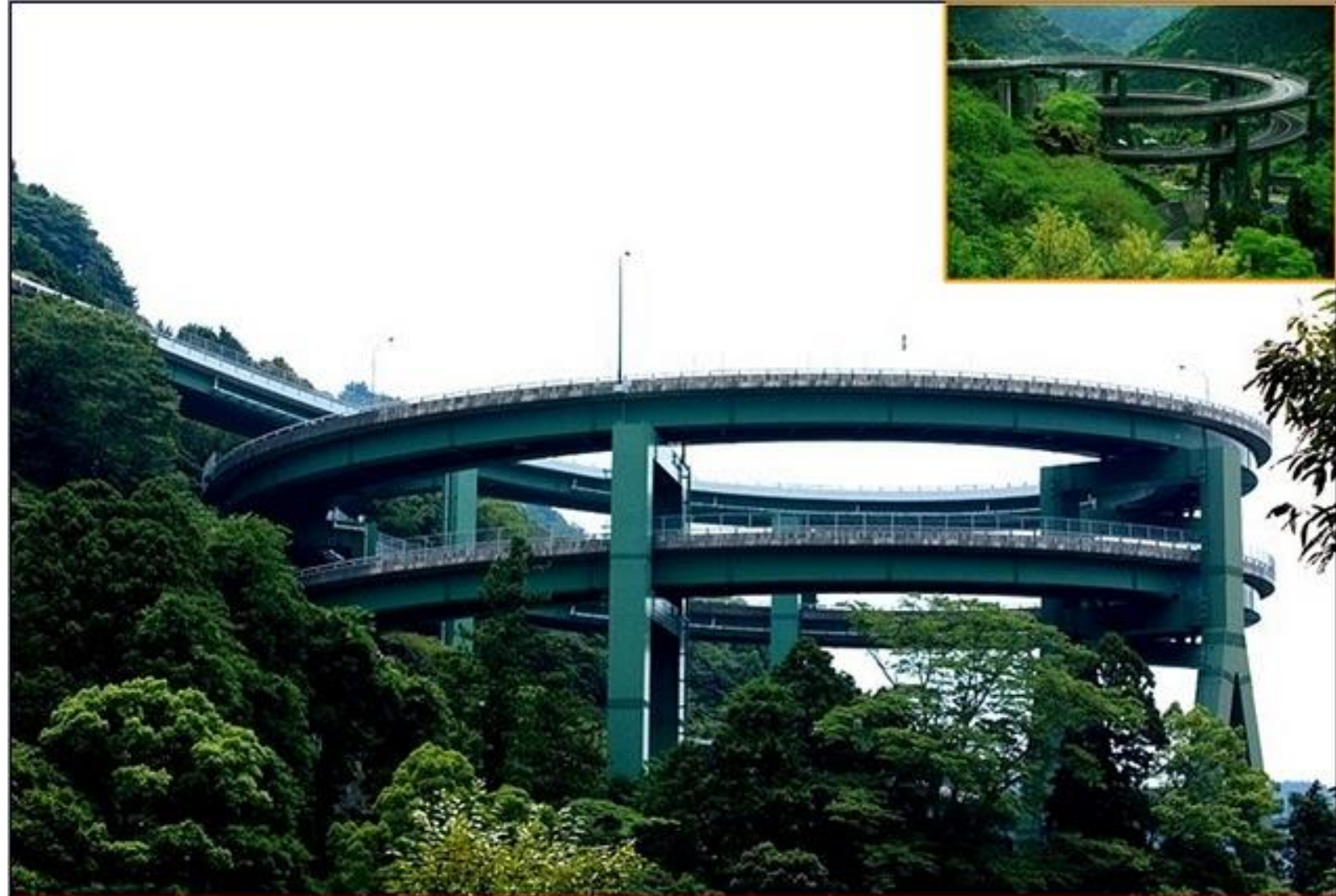


Autobahn – Alemanha





Passagem de Stelvio (Stelvio Pass), nos Alpes italianos.



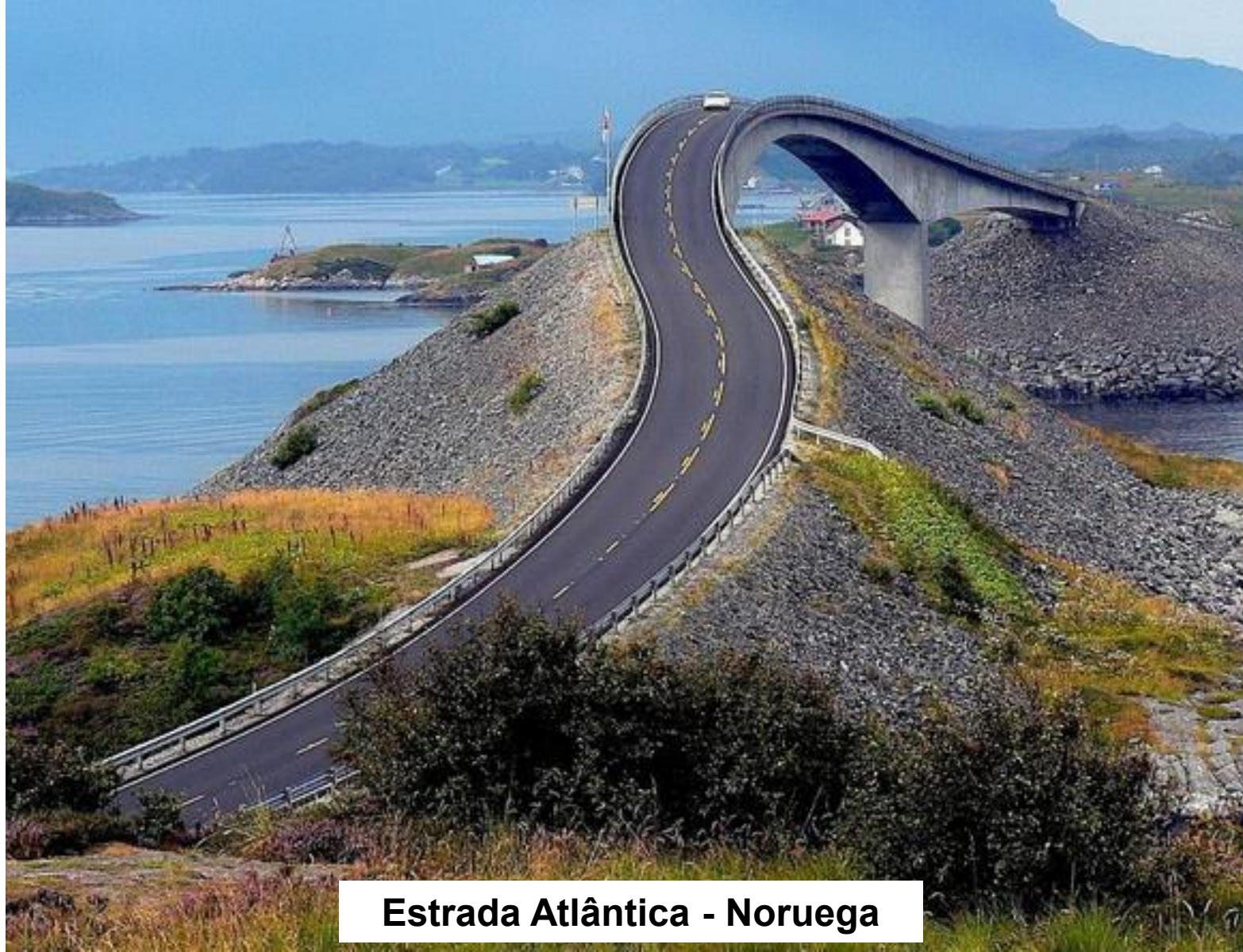
Ponte em espiral: a solução para descer uma montanha muito íngreme até a cidade de Kamazu, no Japão.



Pontes-túneis na baía de Chesapeake, que permitem a passagem dos navios de guerra da base de Norfolk.



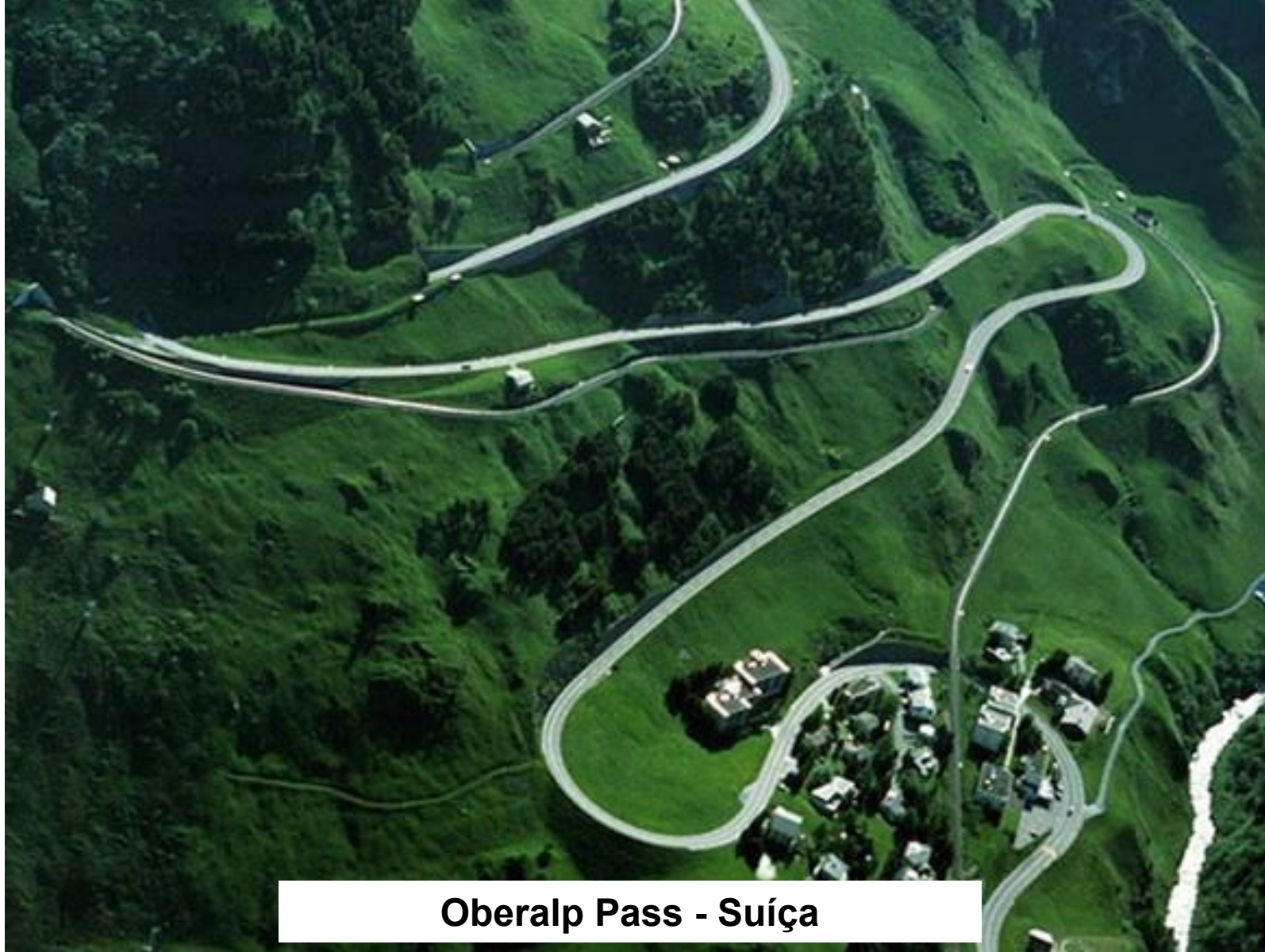
Ponte de Storseisundet na Estrada do Atlântico (Atlanterhavsveien), Noruega.



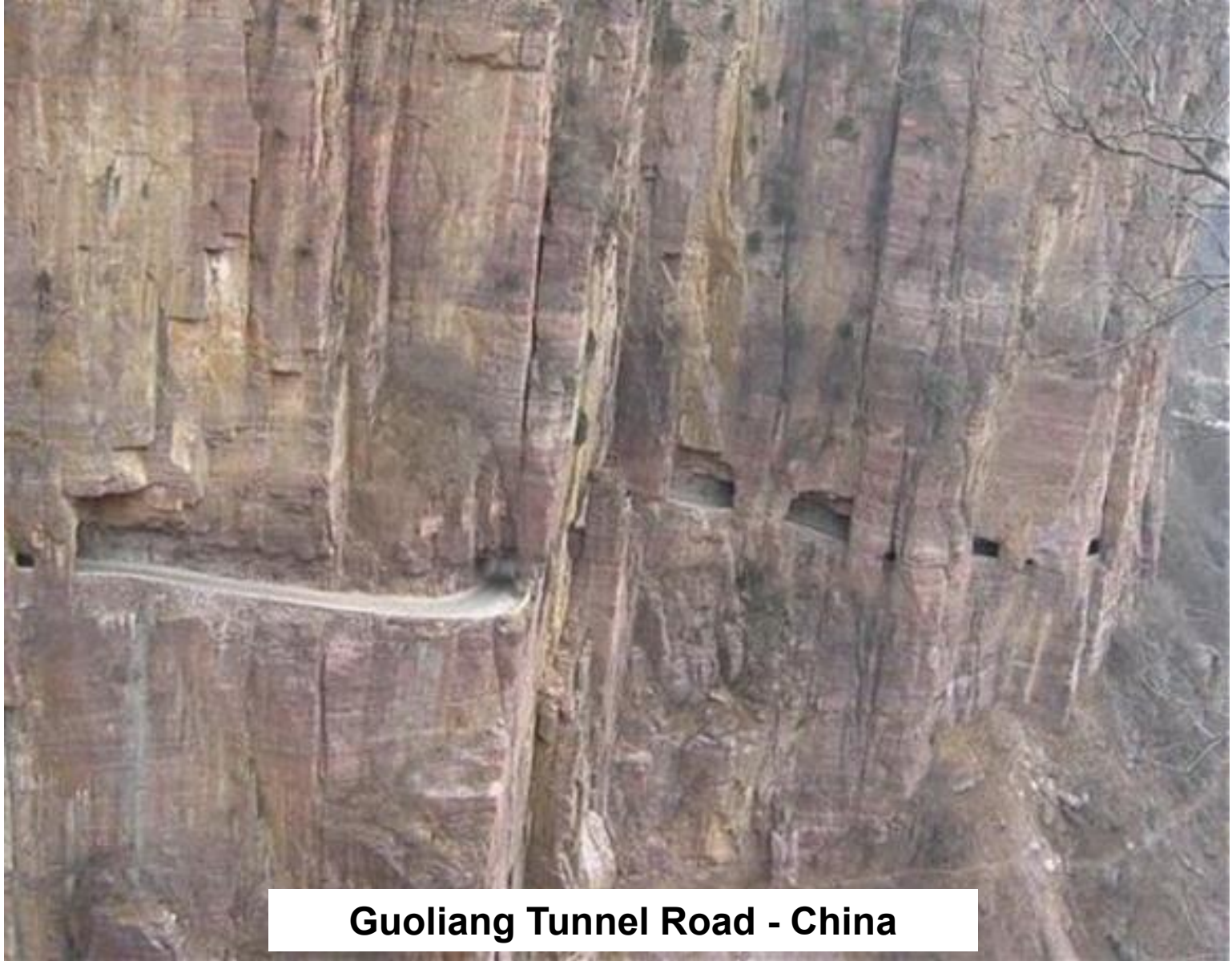
Estrada Atlântica - Noruega



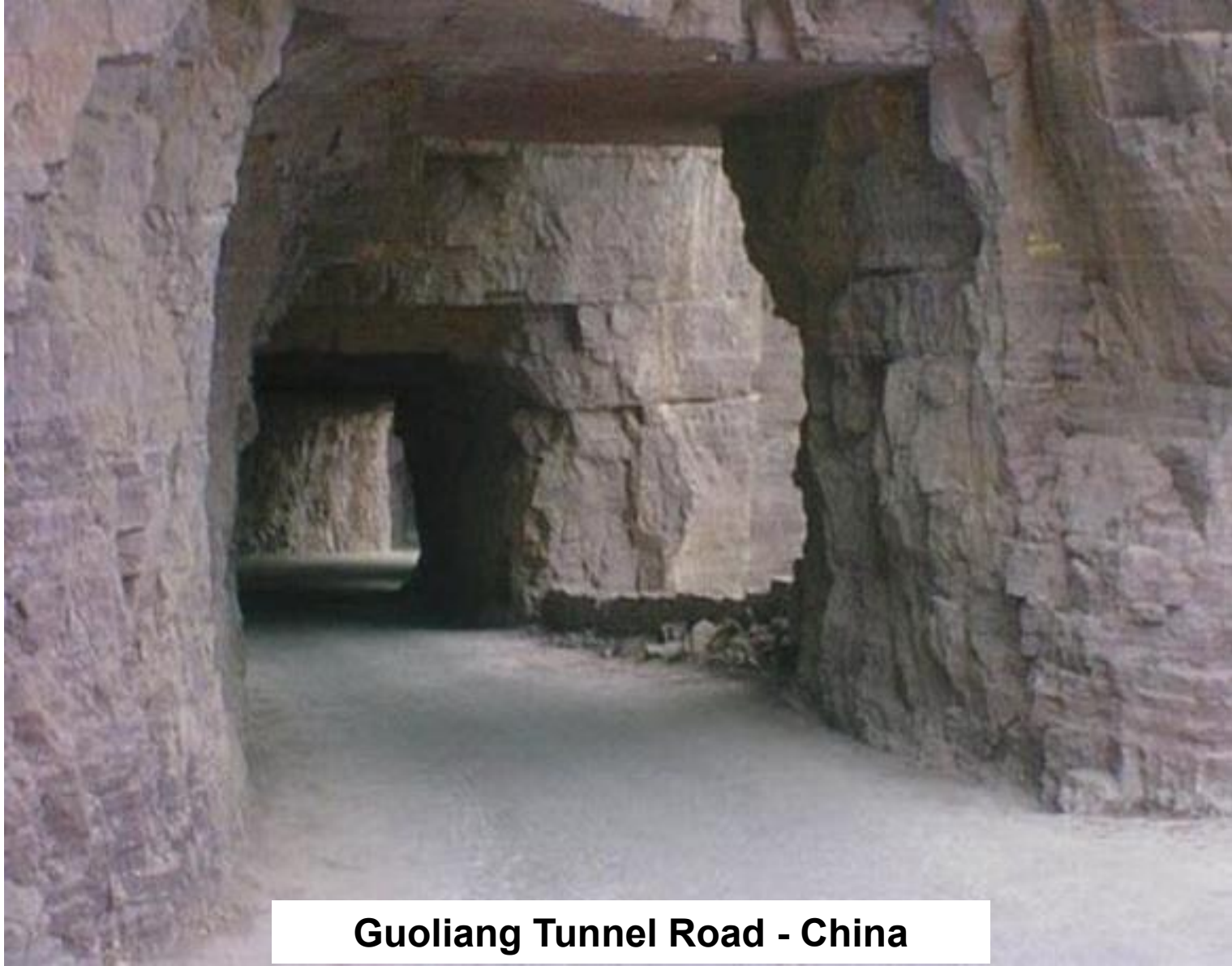
Interseção Juiz Harry Pregerson, entre as Interstates I-105 e I-110, em Los Angeles.



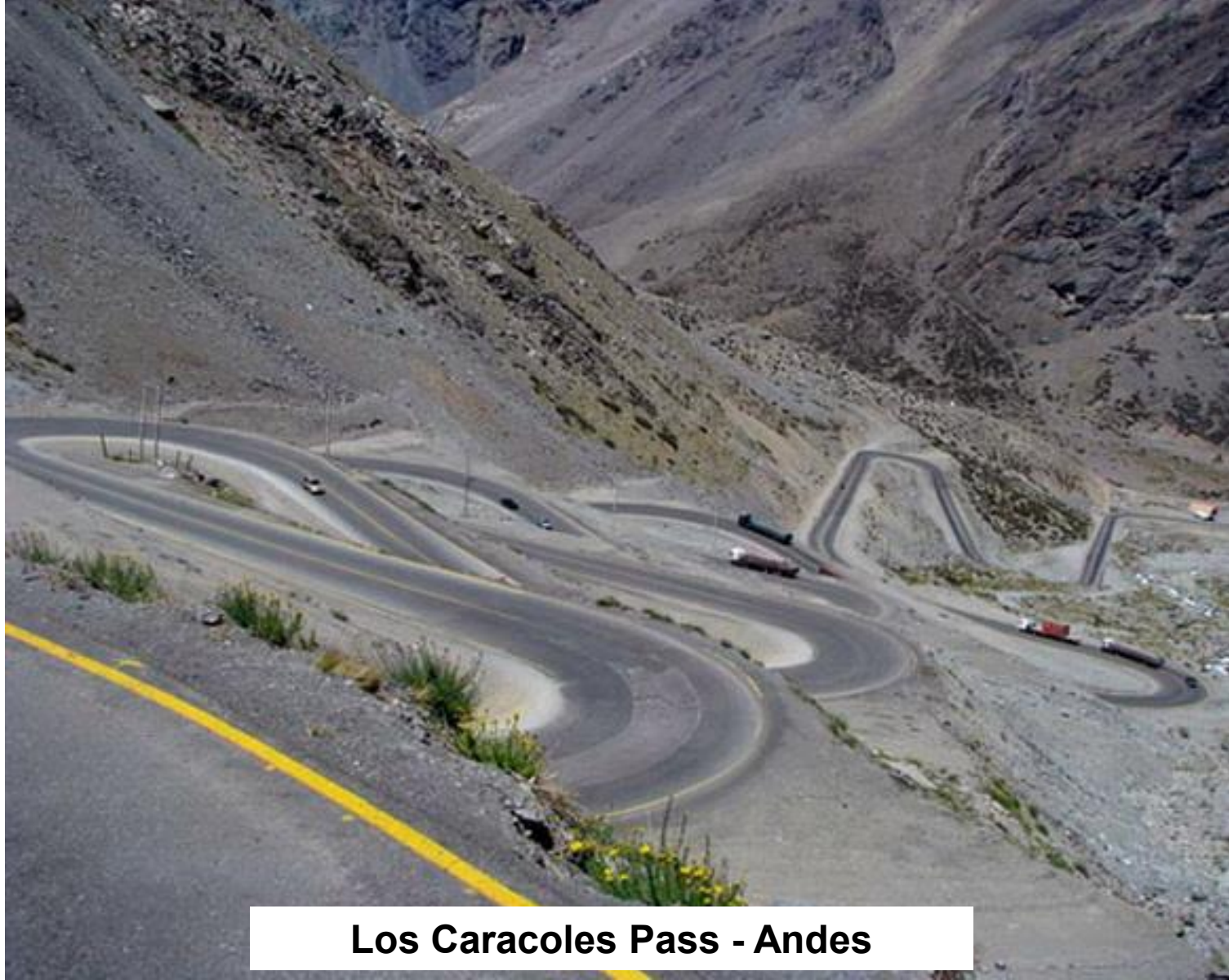
Oberalp Pass - Suíça



Guoliang Tunnel Road - China



Guoliang Tunnel Road - China



Los Caracoles Pass - Andes

Lat. 28°23'57.31"S
Long. 49°32'51.26"O

SERRA do Rio do RASTRO
BOM JARDIM da SERRA - SC



Estrada da Serra do Rio do Rastro em Lauro Müller, Santa Catarina, Brasil.