

# Diagnóstico e Projeções para a Infraestrutura em Logística de Transportes no Brasil

## Cenário Otimizado

Prof. Dr. Paulo Resende  
Prof. Dr. Ramon Victor Cesar

**FDC** FUNDAÇÃO  
DOM CABRAL



Apoio

**arteris**  
Brookfield abertis

**CCR**

**ecoRODOVIAS**  
GRUPO

**queiroz galvão**  
INFRAESTRUTURA

**VL!**  
Valor da Logística Integrada



## O que é a Fundação Dom Cabral

A Fundação Dom Cabral foi eleita, em 2018, a 12ª melhor escola de negócios do mundo pelo Financial Times. Mantém-se, há 13 anos, entre as 20 melhores do mundo e em primeiro lugar no ranking da América Latina.

Sua missão é contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade, por meio da educação, capacitação e desenvolvimento de executivos, empresários e gestores públicos.

A FDC investe na geração e articulação do conhecimento aplicado de forma a aumentar a compreensão do seu negócio, antecipando tendências e rumos em diversas áreas da gestão.

O Núcleo FDC de Logística, Supply Chain e Infraestrutura é um locus de estudos técnicos e científicos com a missão de desenvolver e aprimorar o conhecimento nessas três áreas da gestão.

## Diagnóstico e Projeções para a Infraestrutura de Logística de Transportes no Brasil - Cenário Otimizado

Plataforma de Infraestrutura em Logística de Transportes – PILT

### FUNDAÇÃO DOM CABRAL

Co-Fundador e Presidente da Diretoria Executiva  
*Emerson de Almeida*

Presidente Executivo  
*Antônio Batista da Silva Junior*

Vice-Presidente Executivo  
*Aldemir Drummond Júnior*

Diretora de Desenvolvimento e Professores  
*Paula Matos Marques Simões*

Coordenador Técnico  
*Prof. Dr. Paulo Tarso Vilela de Resende*

Coordenador Administrativo  
*Arlete Maria Fonseca Vieira*

Autores

*Prof. Dr. Paulo Tarso Vilela de Resende*

*Prof. Dr. Ramon Victor César*

*José Irley Ferreira Júnior*

*Arthur Quintão de Andrade*

*Bernardo José Figueiredo Gonçalves de Oliveira*

*José Kléber Duarte Macambira Filho*

*Fernando Antônio Nogueira Filho*

*Prof. Dr. Ronny Marcelo Aliaga Medrano*

*Lucas Furtado Franceschini – Bolsista FAPEMIG/FDC*

Apoio:

Arteris, CCR, EcoRodovias, QG Infraestrutura e VLI

Projeto Gráfico, capa e Diagramação

*Elio Silva* - Célula de Edição de Documentos – FDC

Núcleo de Logística, Supply Chain e Infraestrutura

[www.fdc.org.br/](http://www.fdc.org.br/) [pilt@fdc.org.br](mailto:pilt@fdc.org.br)

As informações utilizadas para a composição dos dados e análises apresentadas são de total responsabilidade da PILT

A Fundação Dom Cabral e a equipe do Núcleo FDC de Logística, Supply Chain e Infraestrutura, agradecem às empresas parceiras, CCR, VLI, Arteris, EcoRodovias e Queiroz Galvão Infraestrutura, que apoiaram a criação da Plataforma de Infraestrutura em Logística de Transportes – PILT e continuam contribuindo de maneira diferenciada, não só com os recursos necessários para o desenvolvimento dos seus produtos, bem como, com suas experiências e insights.

# Sumário

O que é a PILT/FDC	7
Metodologia	9
Desenvolvimento	13
Resultados	20
Propostas	39



# O que é a PILT/FDC

## Concepção fundamental

- Centro de estudos avançados em infraestrutura de logística de transportes.
- Inserido em uma instituição de referência em gestão – a Fundação Dom Cabral.
- Apoiado em ferramentas dinâmicas de *big data analytics e geographic information system* para diagnóstico, análise e avaliação de projetos de transporte em abordagem multimodal.

## Razão de ser da PILT / FDC

Atuar como laboratório de análise e planejamento tecnicamente focado para:

- qualificar o debate entre investidores e o poder público;
- assim como a tomada de decisões na gestão da infraestrutura logística.

A qualificação da discussão reduzirá a assimetria de informação hoje predominante.

## Objetivo geral

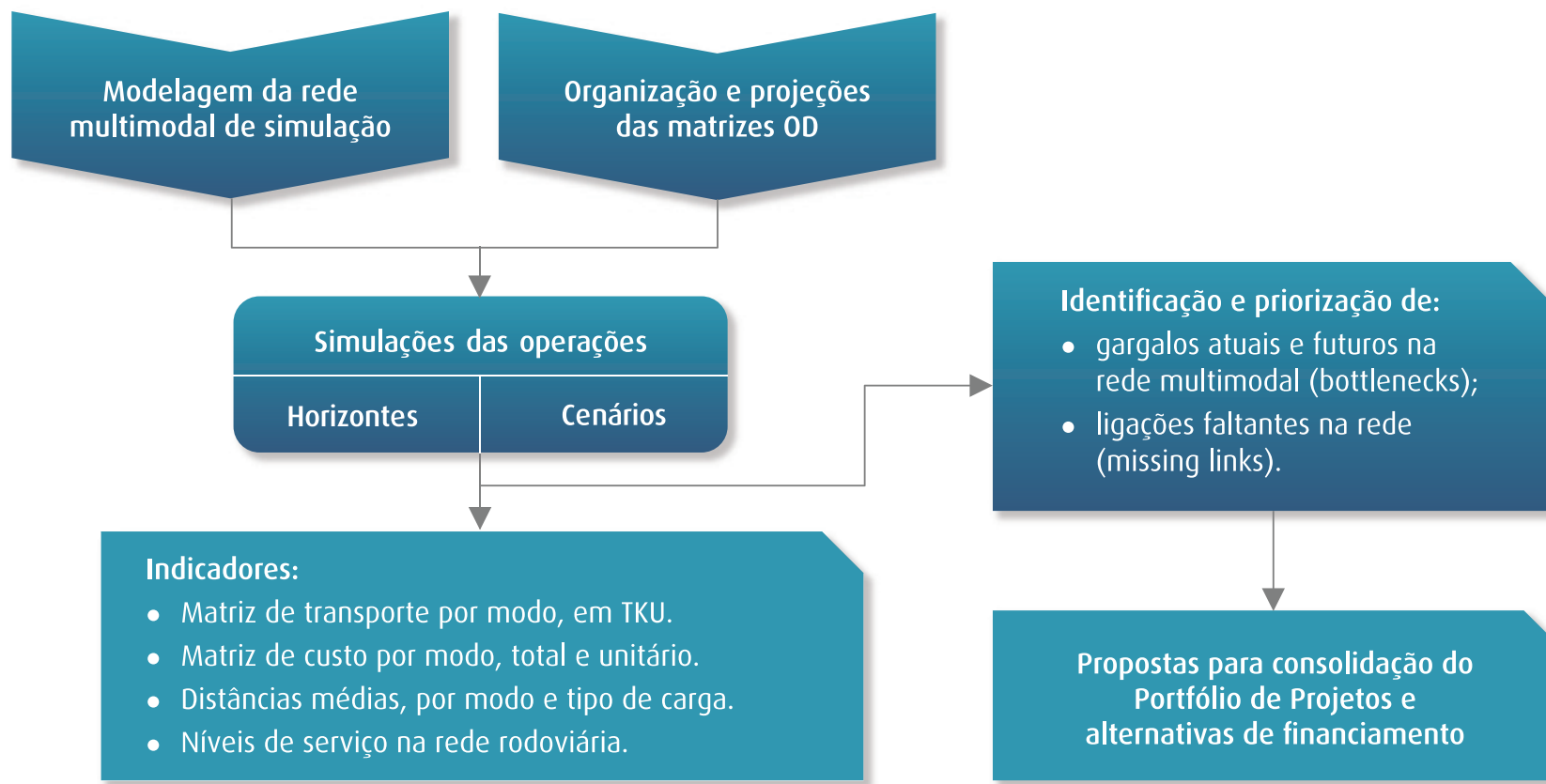
Apoiar governos, entidades de classe e empresas na identificação de projetos estruturadores da rede multimodal, contribuindo para a recuperação do *planejamento setorial de longo prazo* e estruturação de políticas de Estado voltadas ao desenvolvimento dos transportes no Brasil.



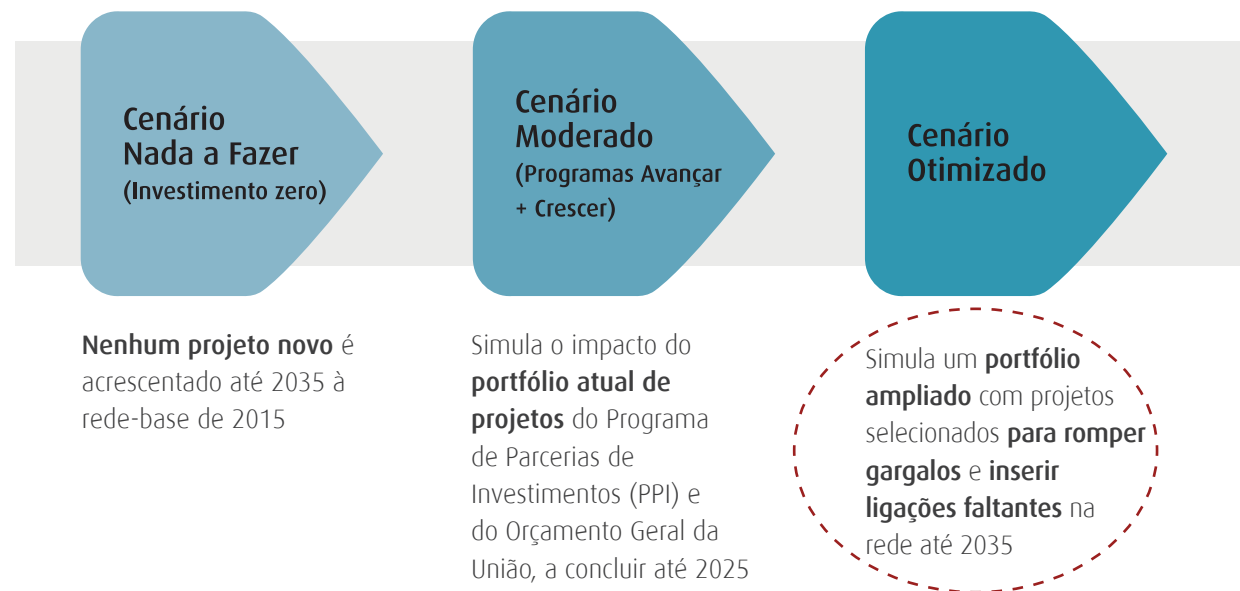


# Metodologia

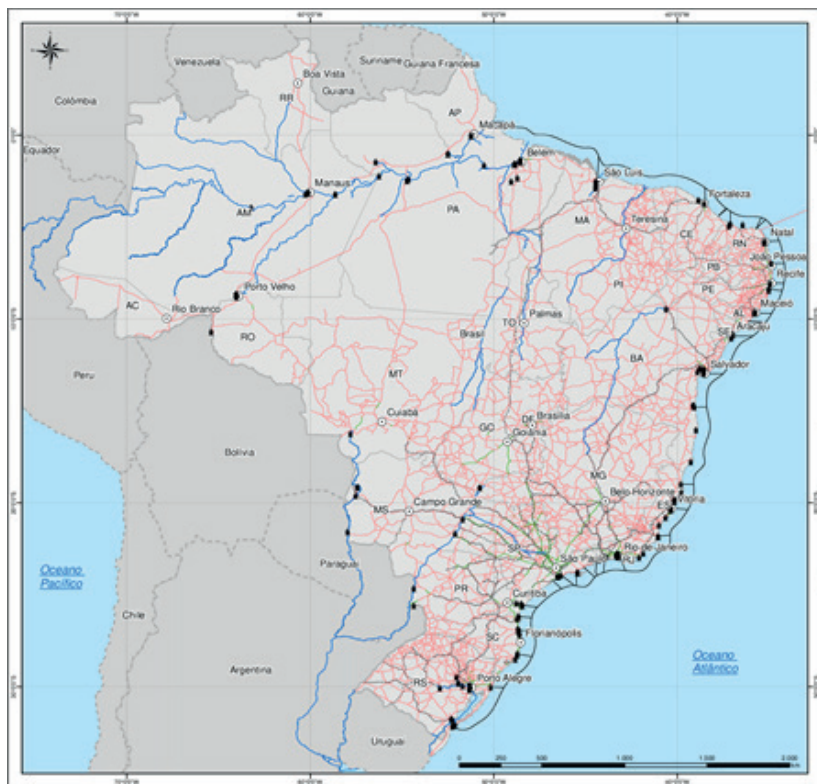
## Fluxograma básico



## Cenários simulados da oferta de transporte (rede multimodal)



## Rede-base multimodal de simulação: ano 2015



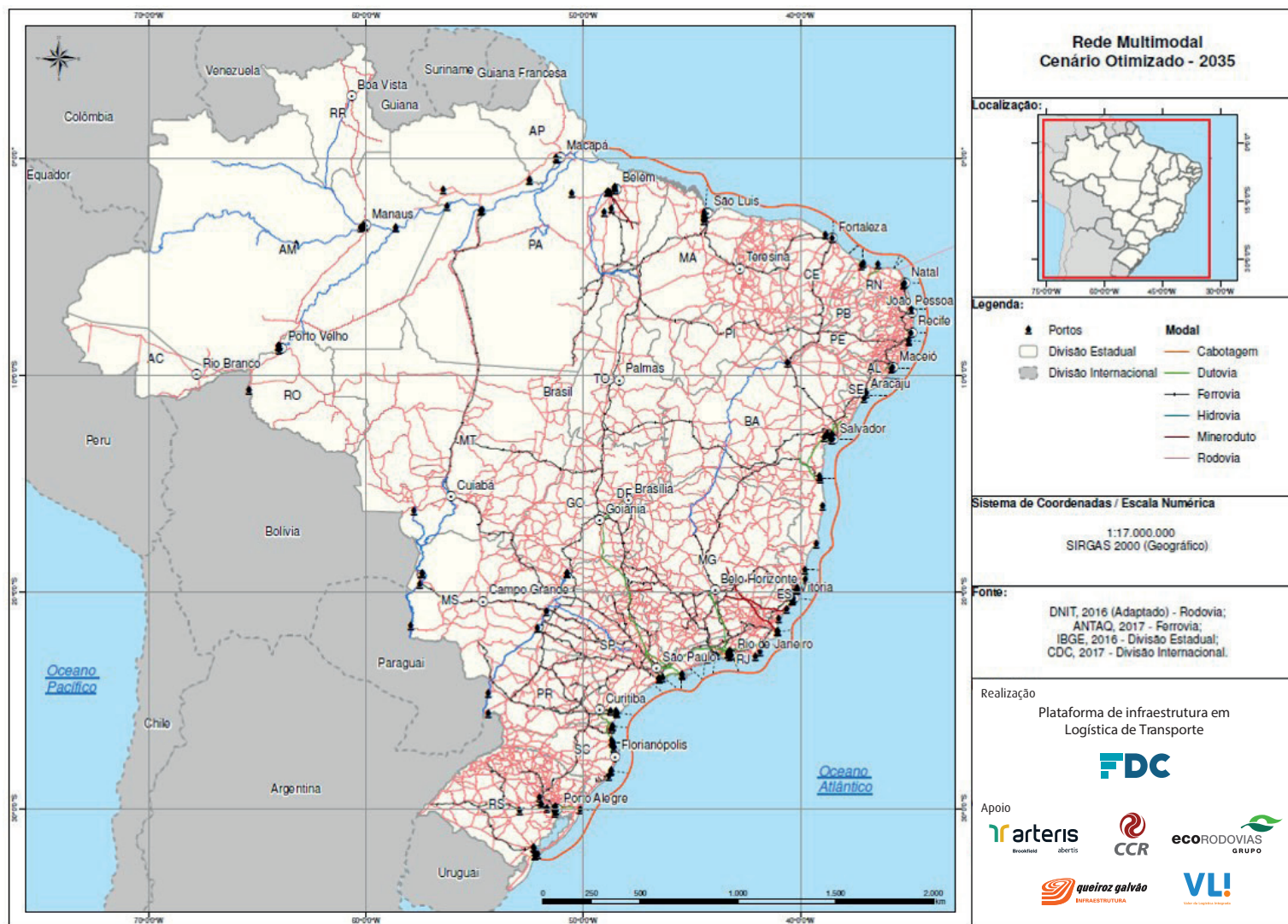
Modo	Extensão das redes
RODOV.	195,2 mil km
FERROV.	19,7 mil km
AQUAV.	Hidrovias: 9,3 mil km Cabotagem: 7,4 mil km Total: 16,7 mil km
PORTOS	30 portos
DUTOV.	Oleodutos: 3,9 mil km Minerodutos: 1,3 mil km Total: 5,2 mil km

A PILT / FDC é, hoje, no Brasil, a plataforma com a maior inserção de informações sobre infraestrutura em logística de transportes, cruzando distintas bases de dados no conceito de **big data analytics** para produzir simulações multivariadas e georreferenciadas.



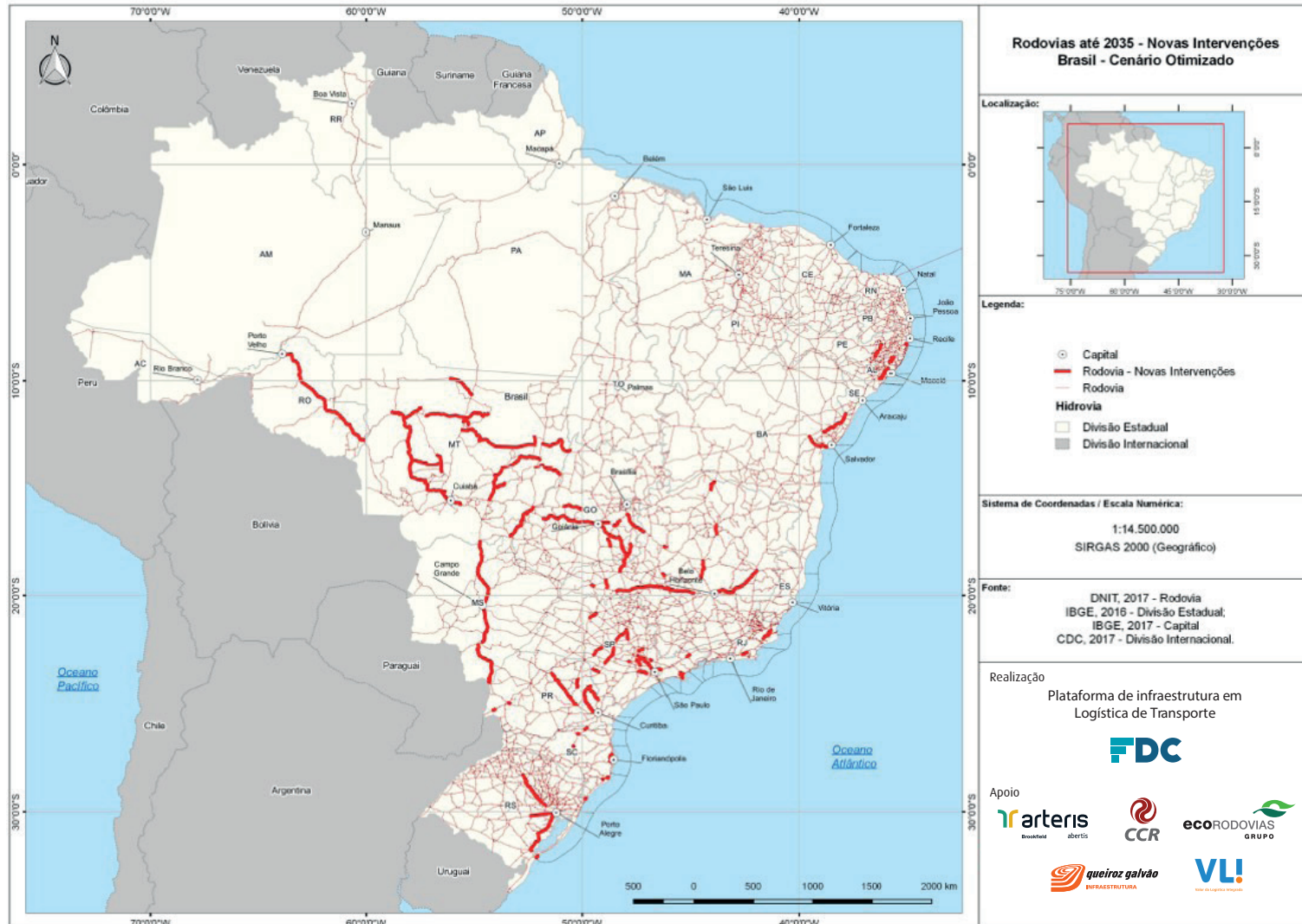
# Desenvolvimento

## Rede futura multimodal de simulação: ano 2035 - Cenário Otimizado



# Rodovias incluídas na rede no Cenário Otimizado – 2035

## Investimentos em pavimentação e em aumento de capacidade





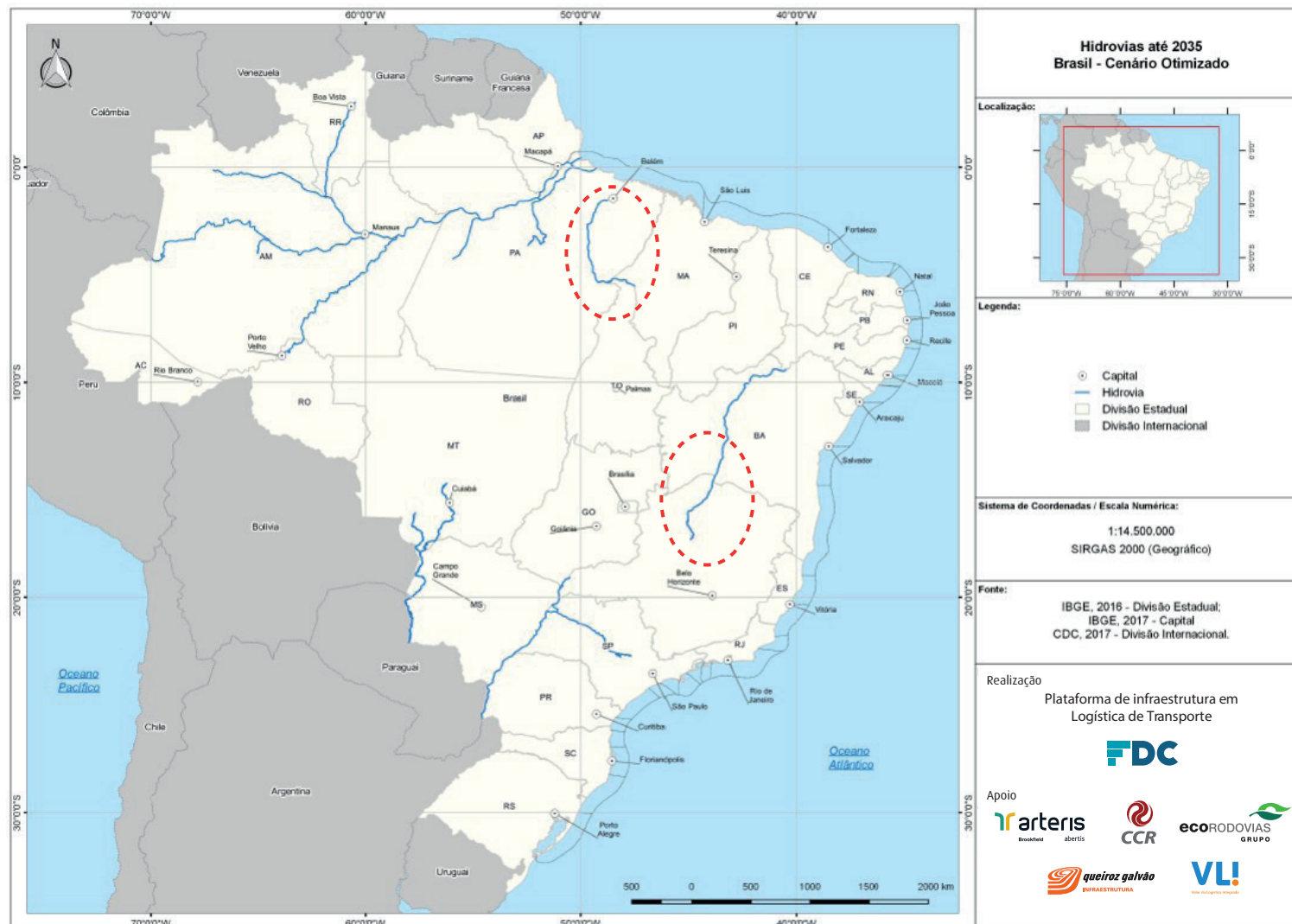
# Ferrovias incluídas na rede no Cenário Otimizado – 2035

## Construção de novas ferrovias e modernização de existentes



# Hidroviás incluídas na rede no Cenário Otimizado – 2035

## Existentes e propostas para (re)ativação + Cabotagem



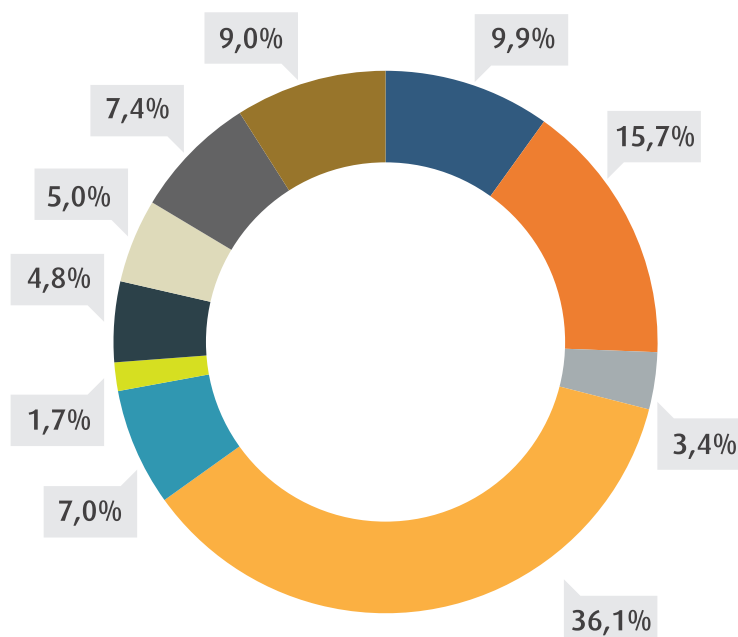


## Demanda atual de transporte: divisão por tipo de carga

**2015**

**1,84 bilhão**

de toneladas úteis (TU)



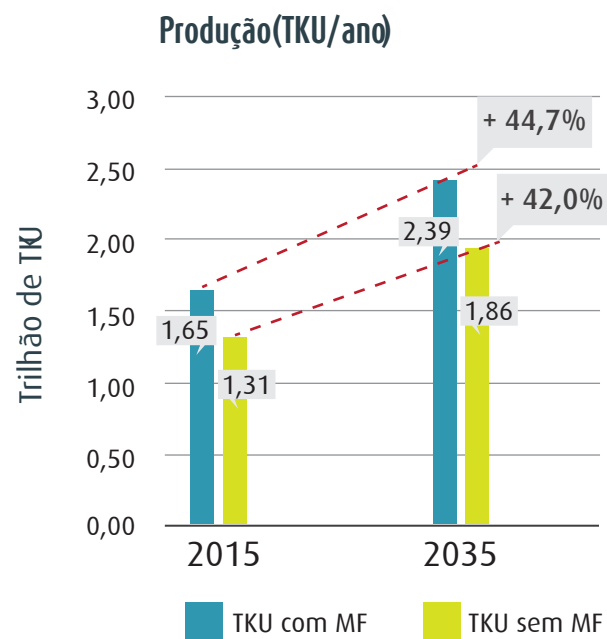
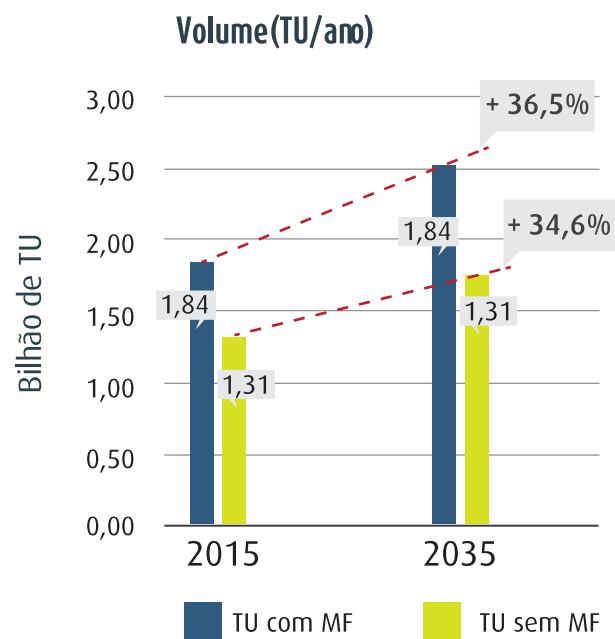
- Alimentos e bebidas processadas
- Manufaturados e outros da Carga Geral
- Cimento
- Minério de ferro
- Outros minerais
- Farelo de soja
- Milho em grãos
- Soja em grãos
- Combustíveis líquidos
- Petroquímica e químicos

### Variáveis e taxas utilizadas para projeção das matrizes OD até 2035

Cenário	Produtividade da mão de obra	PIB	PIB per capita	População
Pessimista	1,00% a.a.	1,72% a.a.	1,15% a.a.	0,528% a.a.
<b>Médio</b>	<b>2,00% a.a.</b>	<b>2,67% a.a.</b>	<b>2,14% a.a.</b>	<b>0,528% a.a.</b>
Otimista	3,00% a.a.	3,62% a.a.	3,14% a.a.	0,528% a.a.

Fonte: IPEA

## Evolução da demanda de transporte de cargas 2015 e 2035 (cenário Otimizado): com e sem minério de ferro



## Divisão modal e alocação dos fluxos de cargas



A divisão modal das cargas segue o método da "alocação concorrencial" orientada pelo menor custo logístico.

A alocação dos fluxos na rede segue o método da "alocação por equilíbrio" orientada pelo menor tempo de viagem (e não pelo menor custo!).



# Resultados

## Divisão modal do transporte de cargas: em % da TKU

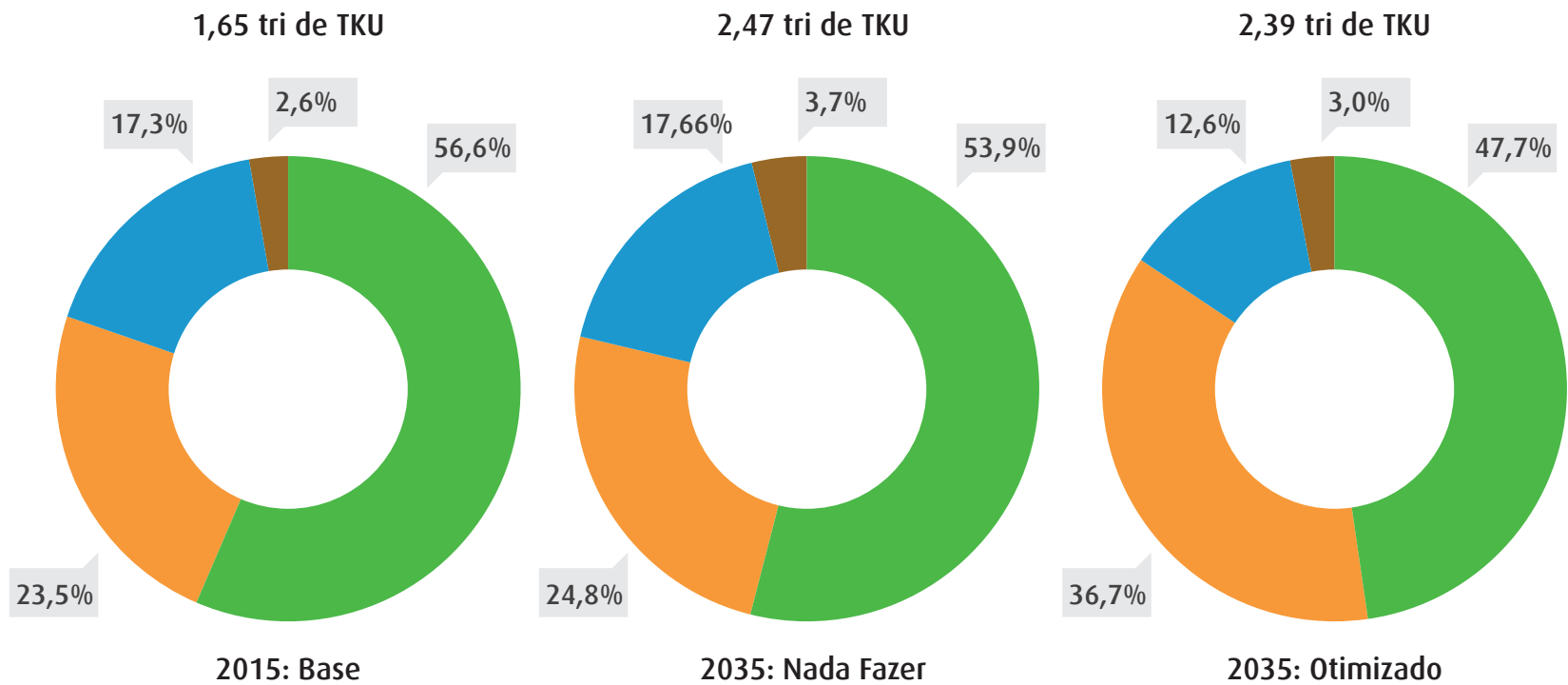
Cenário Otimizado, com minério de ferro (2035), comparado com ano-base (2015)

Modo	2015	2035 Otimizado	Var.% do "share" 2035/15
RODOV.	56,6	47,7	-15,7%
FERROV.	23,5	36,7	+56,2%
AQUAV.(*)	17,3	12,6	-27,2%
DUTOV.	2,6	3,0	+15,4%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>0,0%</b>

(\*) inclui cabotagem e interior

## Divisão modal do transporte de cargas: em % da TKU

Cenários Otimizado e Nada a Fazer, com minério de ferro



■ Dutoviário   
 ■ Rodoviário   
 ■ Ferroviário   
 ■ Aquaviário  
 (\*) inclui cabotagem e interior

## Divisão modal do transporte de cargas: em % da TKU

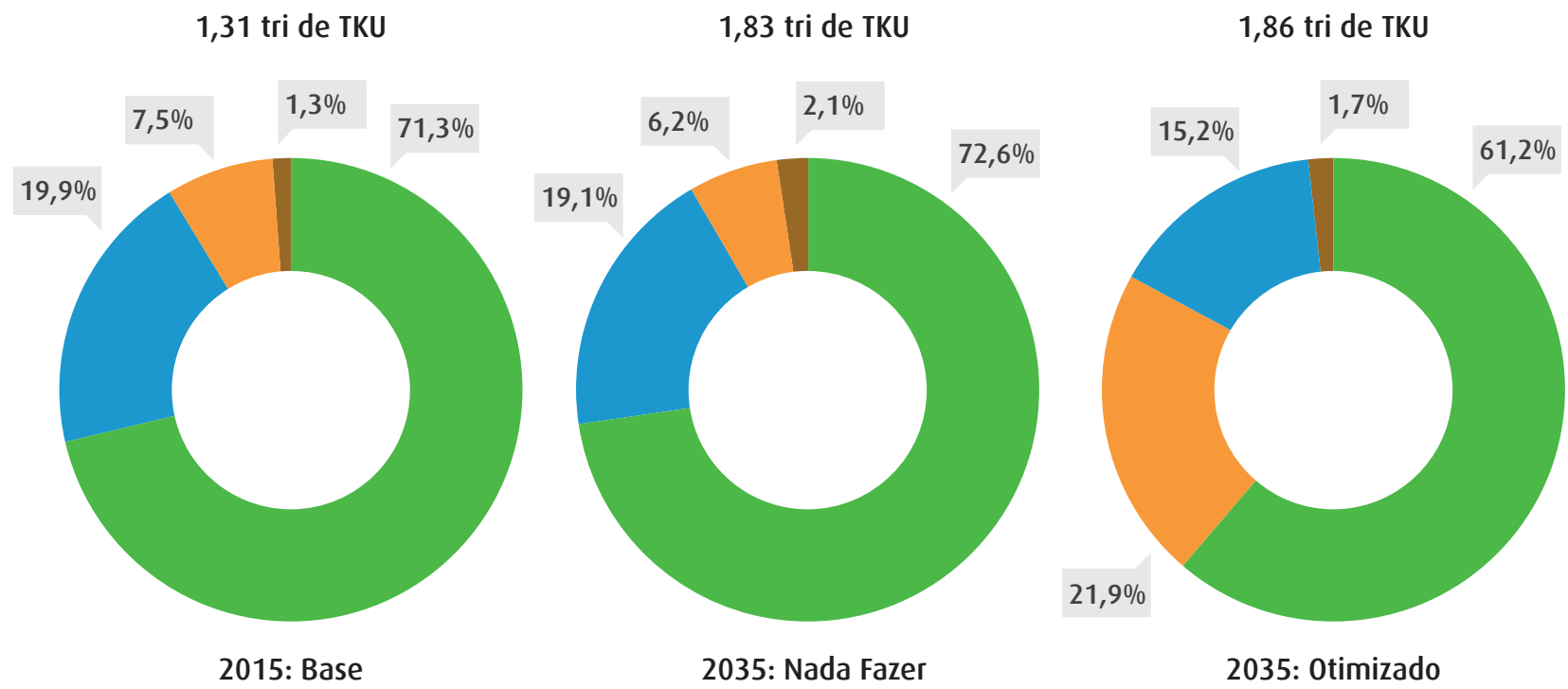
Cenário Otimizado, sem minério de ferro (2035), comparado com ano-base (2015)

Modo	2015	2035 Otimizado	Var.% do "share" 2035/15
RODOV.	71,3	61,2	-14,2%
FERROV.	7,5	21,9	+192,0%
AQUAV.(*)	19,9	15,2	-23,6%
DUTOV.	1,3	1,7	+30,8%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>0,0%</b>

(\*) inclui cabotagem e interior

## Divisão modal do transporte de cargas: em % da TKU

Cenários Otimizado e Nada a Fazer, sem minério de ferro



■ Dutoviário   
 ■ Rodoviário   
 ■ Aquaviário   
 ■ Ferroviário  
 (\*) inclui cabotagem e interior



## Divisão modal do transporte de cargas: em % da TKU

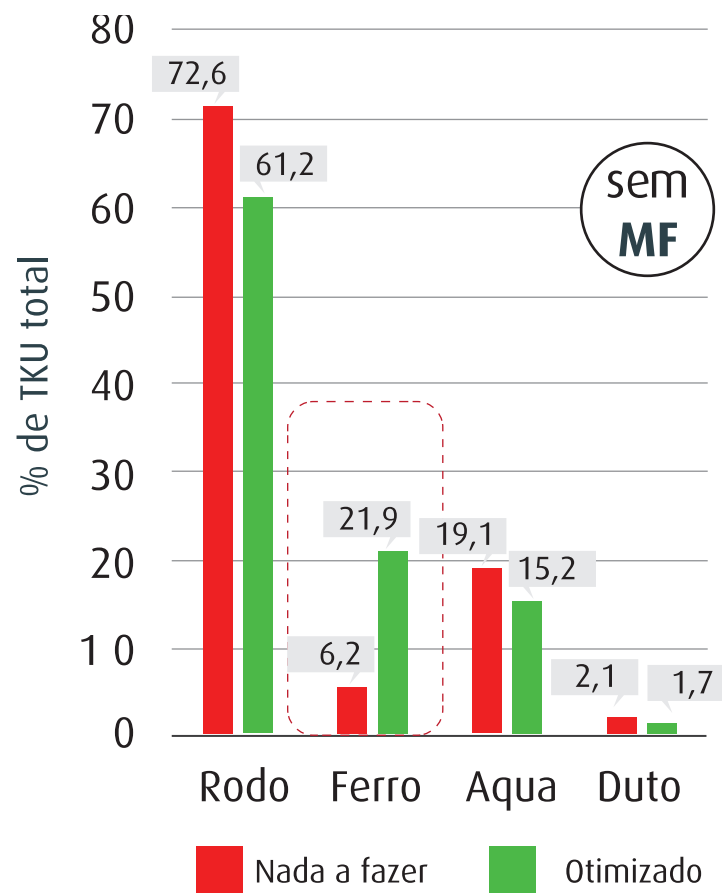
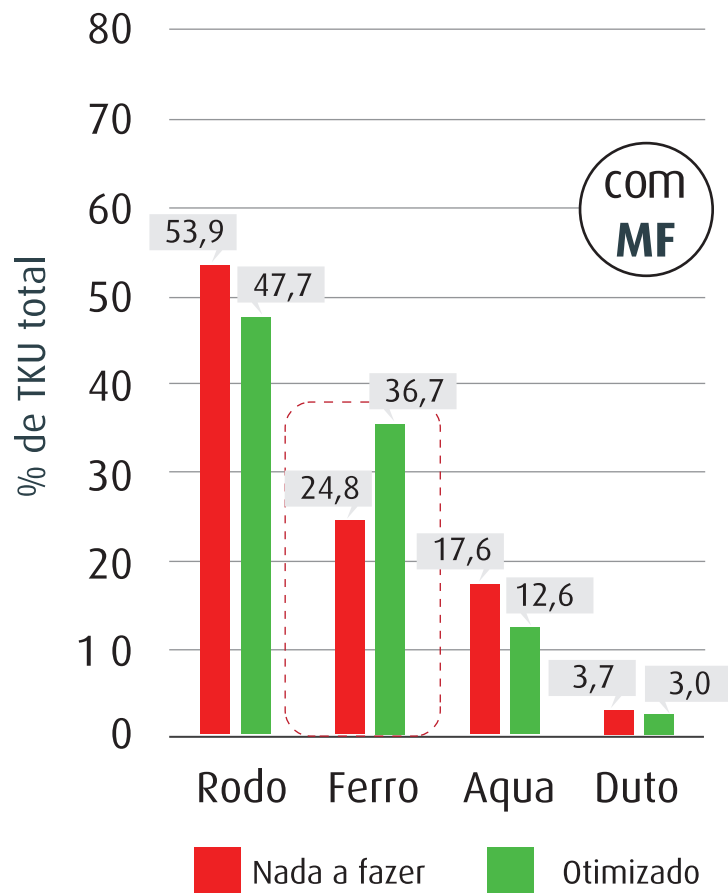
### Comparação entre cenários Otimizado e Nada a Fazer em 2035

Modo	Com minério de ferro		Sem minério de ferro		Variação do share	
	Nada a Fazer	Otimizado	Nada a Fazer	Otimizado	C/mf	S/mf
RODOV.	53,9	47,7	72,6	61,2	-11,5%	-15,7%
FERROV.	24,8	36,7	6,2	21,9	48,0%	253,2%
AQUAV.(*)	17,6	12,6	19,1	15,2	-28,4%	-20,4%
DUTOV.	3,7	3,0	2,1	1,7	-18,9%	-19,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>

(\*) inclui cabotagem e interior

## Divisão modal do transporte de cargas: em % da TKU

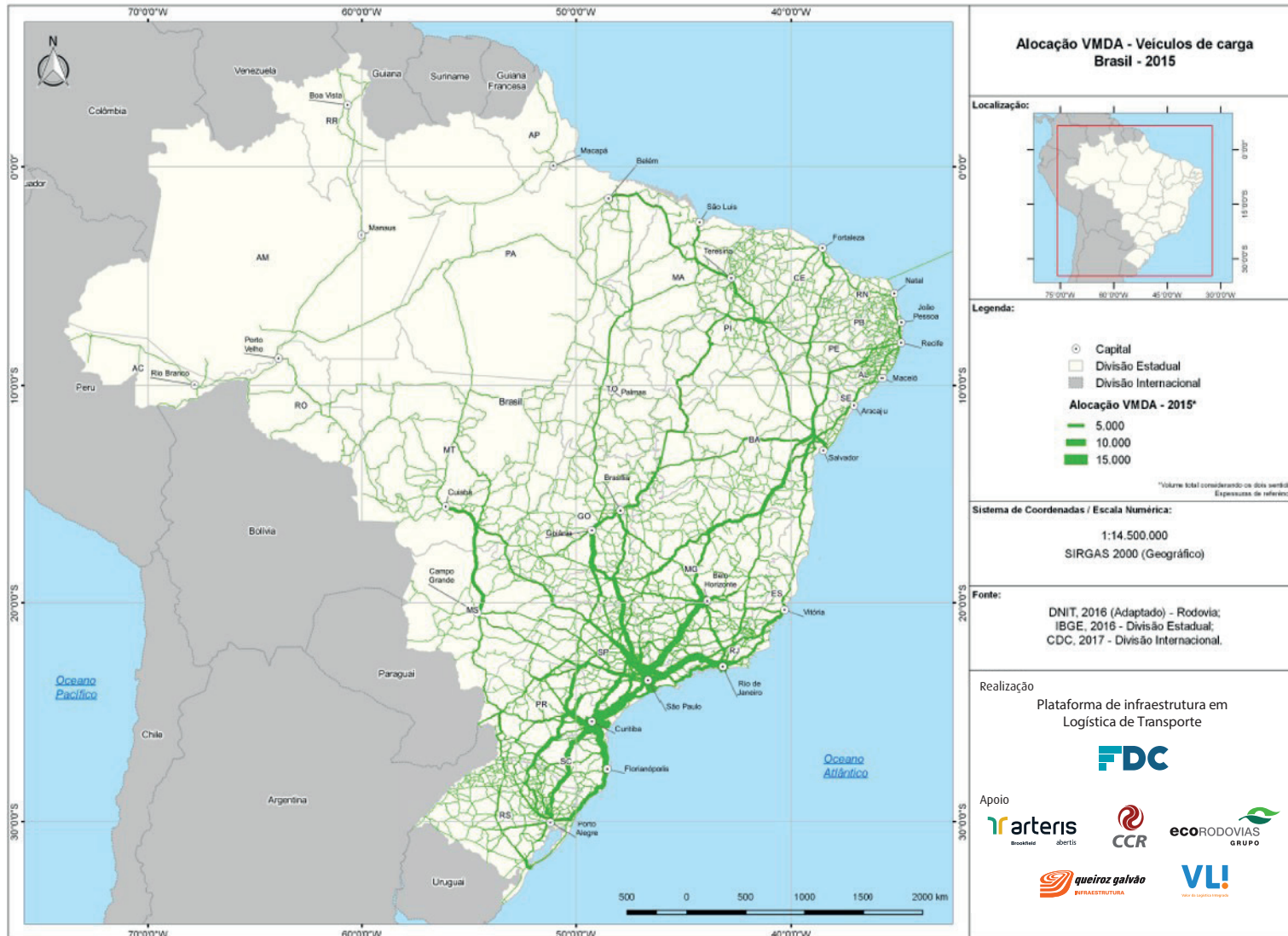
Comparação entre cenários Otimizado e Nada a Fazer em 2035



MF = Minério de Ferro

(\*) inclui cabotagem e interior

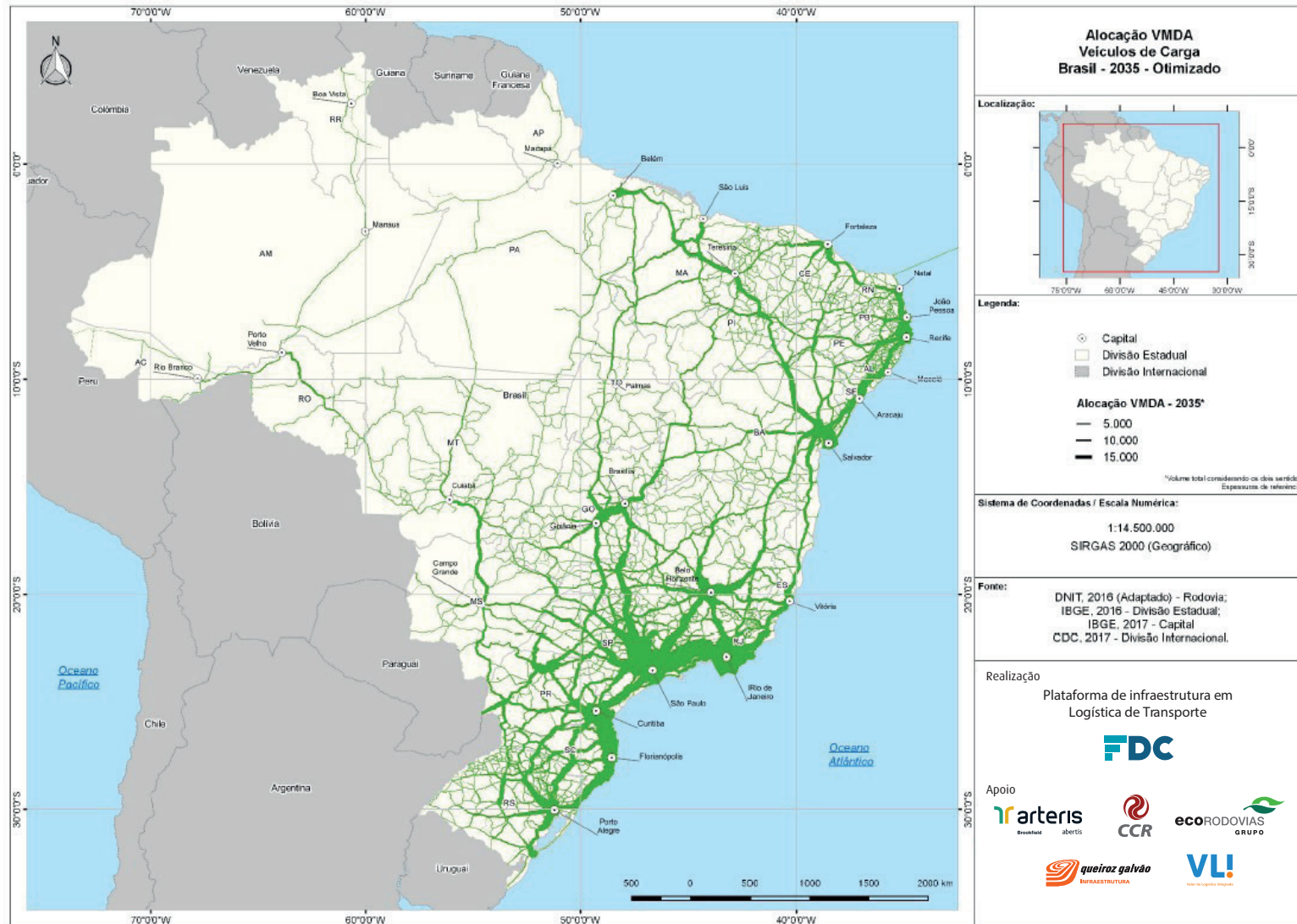
# VMDA de caminhões na rede de rodovias – em 2015



VMDA = Volume Médio Diário Anual

# VMDA de caminhões na rede de rodovias – em 2035

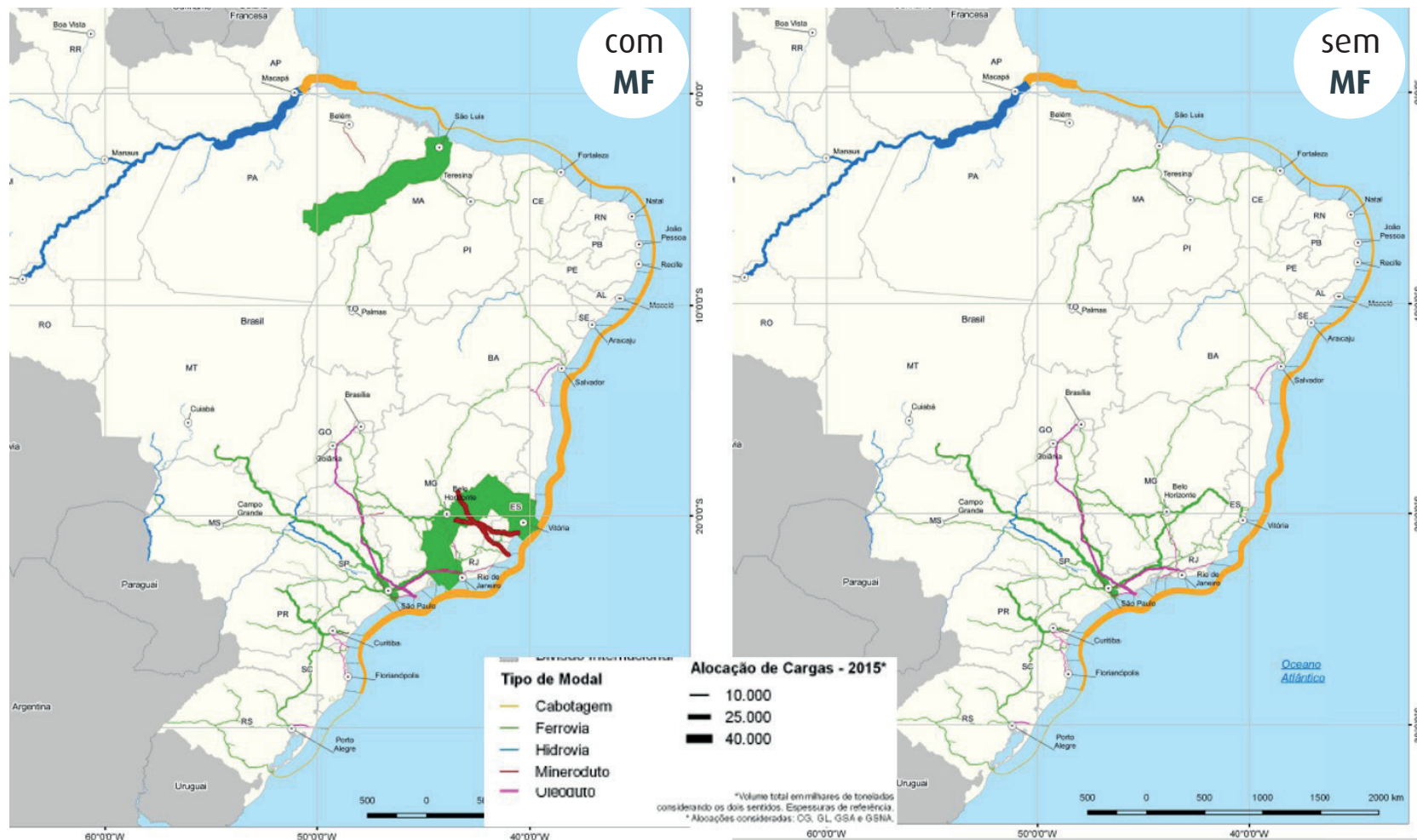
## Cenários Otimizado



VMDA = Volume Médio Diário Anual

# Alocação das cargas transportadas – em 2015

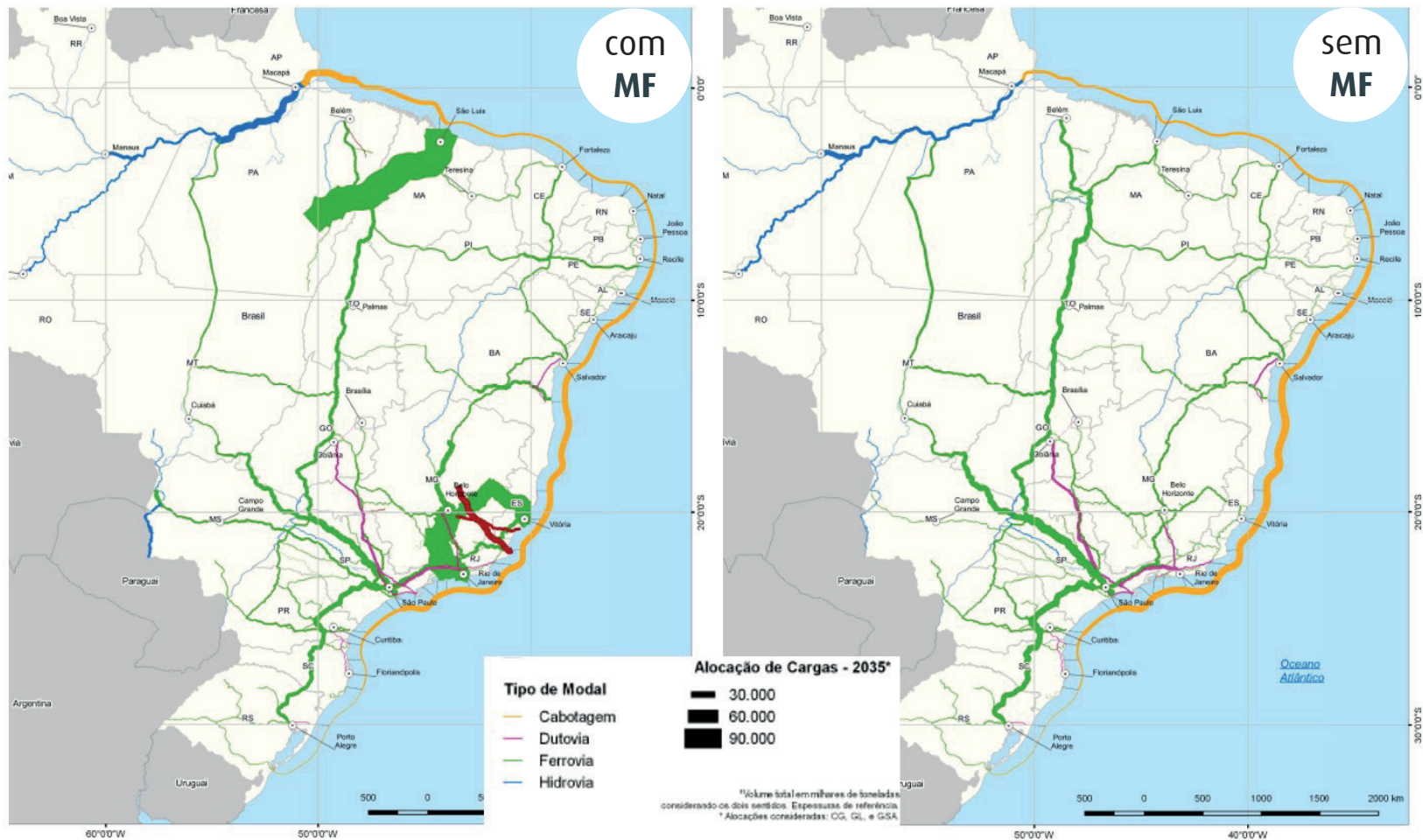
## Modos ferroviário, aquaviário e dutoviário





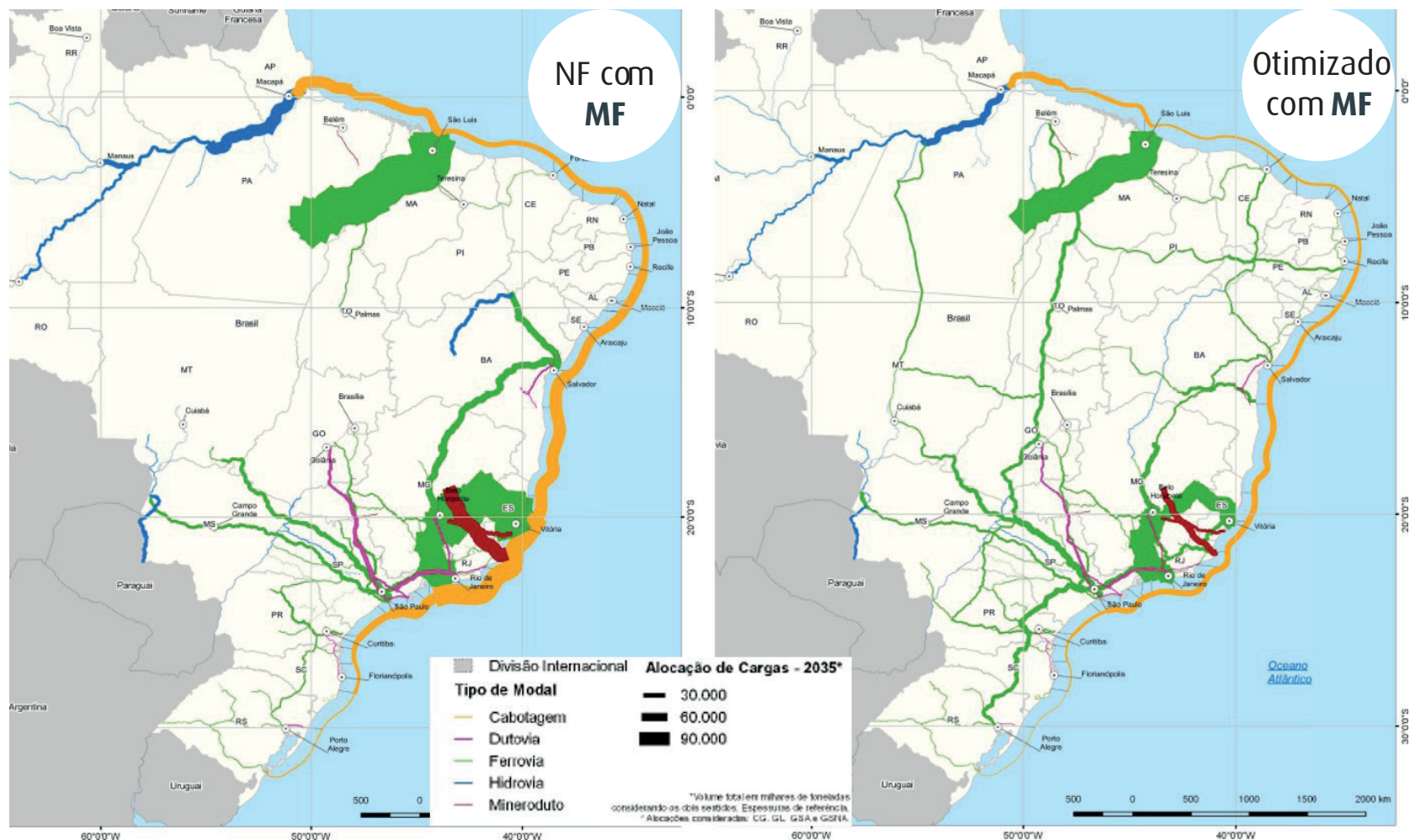
# Alocação das cargas transportadas – em 2035

## Cenários Otimizado: modos ferroviário, aquaviário e dutoviário



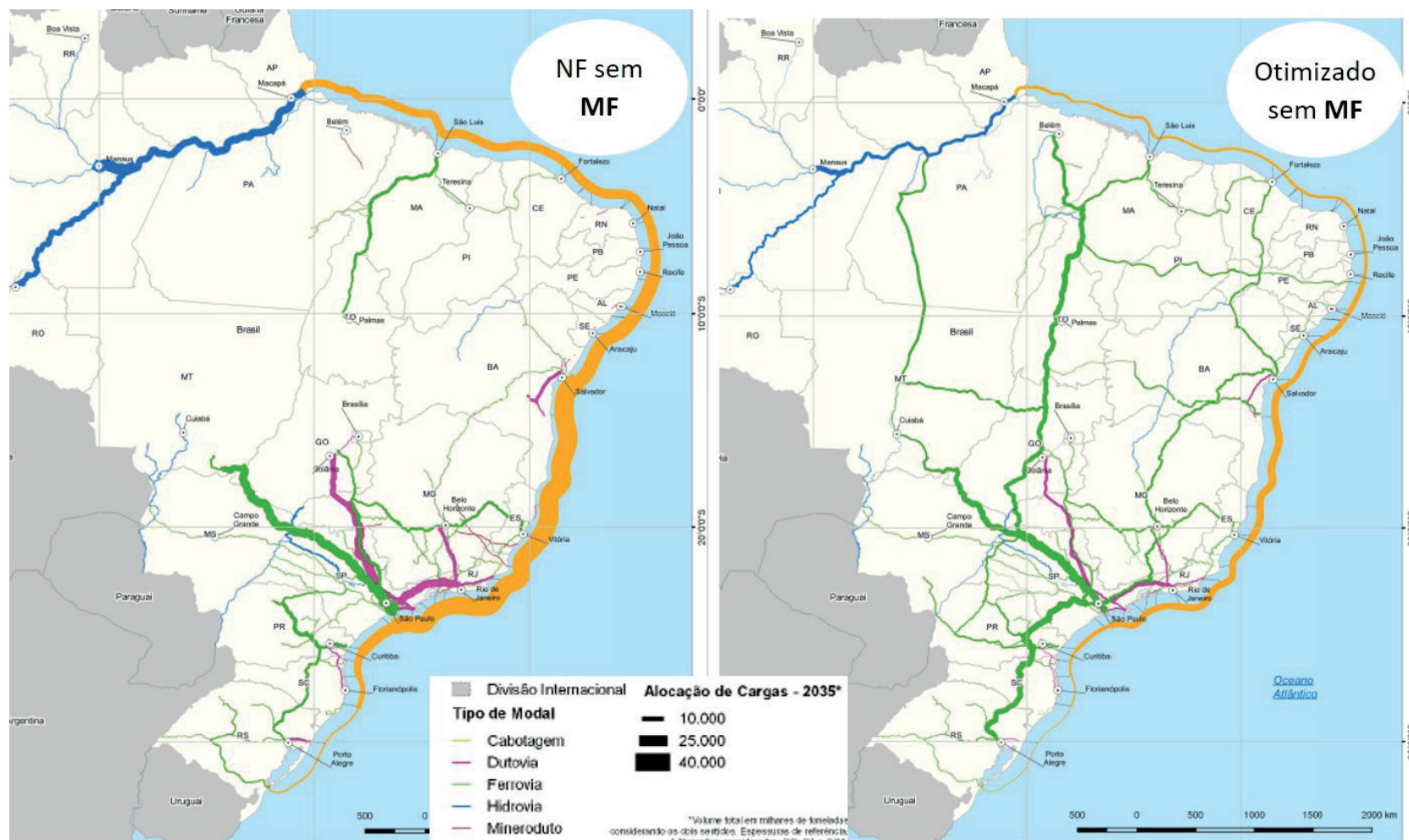
# Alocação das cargas transportadas – em 2035

Cenários Nada a Fazer e Otimizado: modos ferroviário, aquaviário e dutoviário



# Alocação das cargas transportadas – em 2035

Cenários Nada a Fazer e Otimizado: modos ferroviário, aquaviário e dutoviário

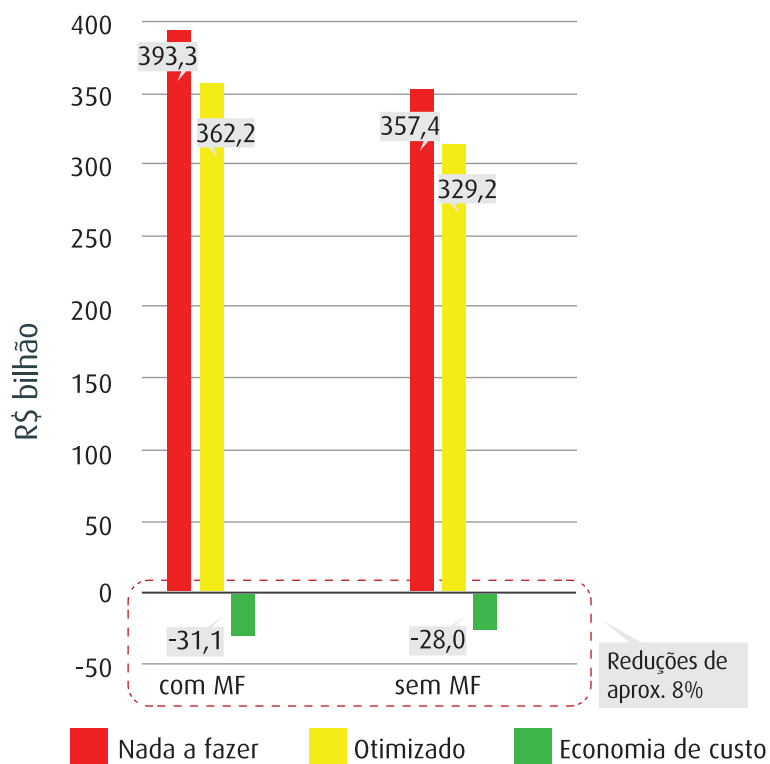




## Custo total de transporte em 2035 Cenário Otimizado x Nada a Fazer

- A viabilização do cenário Otimizado irá gerar uma economia de custo de transporte de R\$ 31 bilhões ao ano, na comparação com o cenário Nada a Fazer, no horizonte de 2035 (incluído o minério de ferro).
- Excluído o transporte de minério de ferro, a economia de custo de transporte será de R\$ 28 bilhões ao ano.

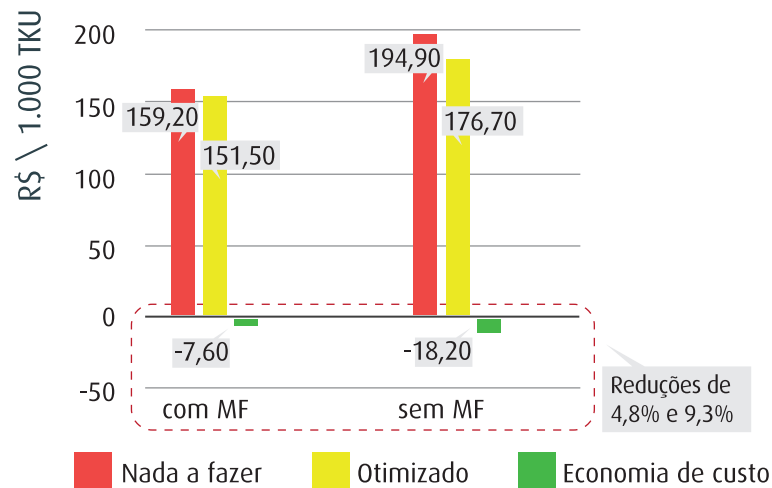
Obs.: valores a preços de hoje



## Custo unitário médio de transporte em 2035 Cenário Otimizado x Nada a Fazer

- A viabilização do cenário Otimizado produzirá uma redução no custo unitário médio de transporte de R\$ 7,60 por mil TKU, tornando-o, assim, cerca de 5% mais barato, na comparação com o cenário Nada a Fazer.
- Se excluído o transporte de minério de ferro, o custo unitário médio de transporte ficará 9% mais barato, no cenário Otimizado.

Obs.: valores a preços de hoje



## Nível de Serviço em rodovias segundo o HCM 2010

O Nível de Serviço corresponde à relação entre o volume de tráfego e a capacidade viária instalada (em cada trecho da rede)

- **Métodos utilizados:** **Two-lane** (pista simples) e **Multi-lane** (rodovias de múltiplas faixas).
- **Velocidade de fluxo livre:** segundo a condição do pavimento, tipo de relevo e classe da via.
- **Classe de rodovia:** por geoprocessamento, discriminados os trechos rurais e urbanos.
- **Fator K:** da 50ª hora (K50), regionalizado, para trechos rurais e  $K = 9,1\%$  para urbanos, conforme Manual do DNIT.
- **Fator de Hora Pico:** adotado  $FHP = 0,9$ .
- **Crítérios de ultrapassagem:** adotados os percentuais seguintes, por tipo de relevo: Plano: 50%; Ondulado: 40%; e Montanhoso: 30%.

Nível de Serviço	Caracterização
Nível A	<b>Fluxo livre.</b> Concentração bastante reduzida. Conforto e conveniência: ótimo.
Nível B	<b>Fluxo estável.</b> Concentração reduzida. Conforto e conveniência: <b>bom</b> .
Nível C	<b>Fluxo estável.</b> Concentração média. Conforto e conveniência: <b>regular</b> .
Nível D	<b>Próximo do fluxo instável.</b> Concentração alta. Conforto e conveniência: ruim.
Nível E	<b>Fluxo instável.</b> Concentração extremamente alta. Conforto e conveniência: péssimo.
Nível F	<b>Fluxo forçado.</b> Concentração altíssima. Conforto e conveniência: <b>inaceitável</b> .

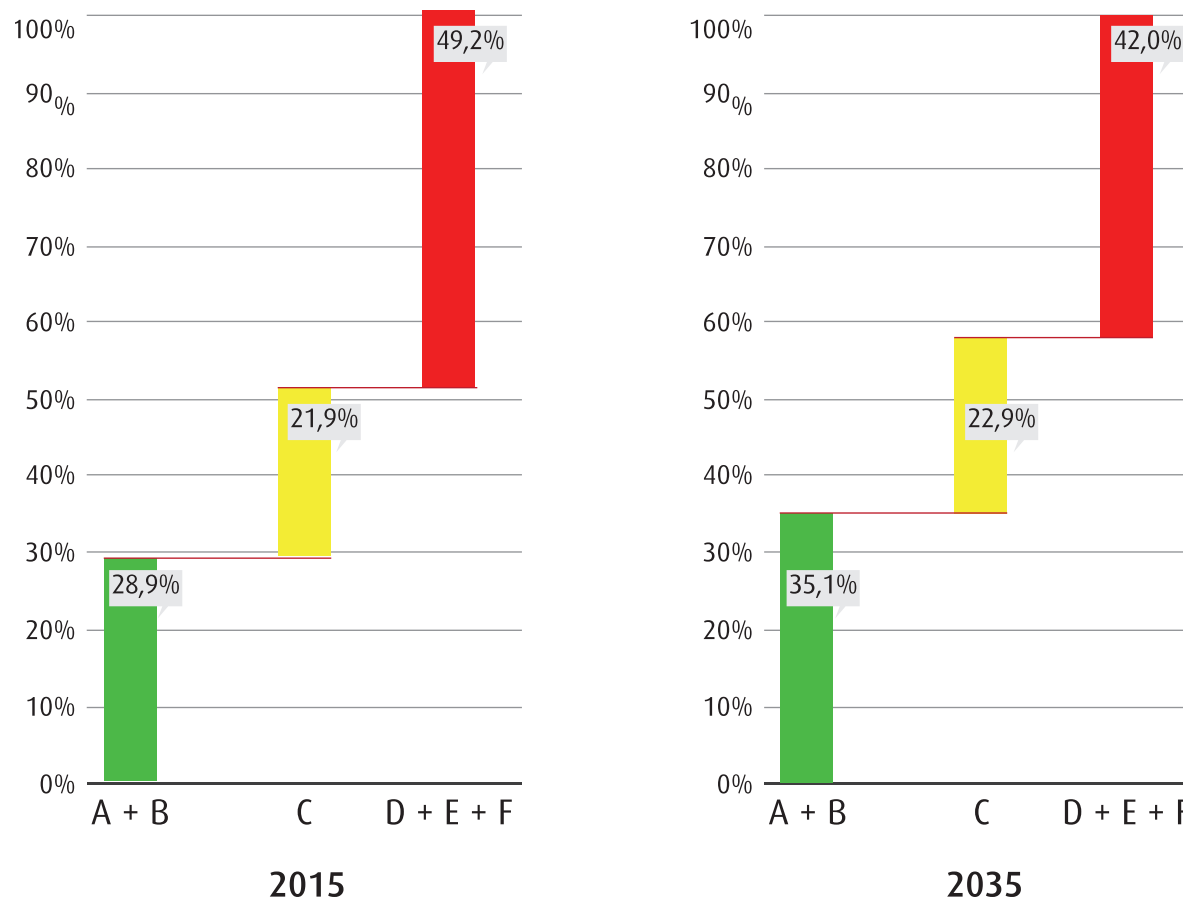
## Nível de Serviço na rede rodoviária

### Distribuição percentual do tráfego por faixa de NS em 2015 e 2035

Cenários Nada a fazer e Otimizado.

Nível de Serviço	2015 (ano base)	2035, por cenário		Comparação do cenário Otimizado (var.%)	
		Nada a Fazer	Otimizado	c/ 2015	c/ NF
A	9,6	9,3	13,1	+36,5%	+40,9
B	19,4	14,3	22,0	+13,4%	+53,8%
C	21,9	23,2	22,9	+4,6%	-1,3%
D	32,9	29,5	27,2	-17,3%	-7,8%
E	15,5	17,4	14,0	-9,7%	-19,5%
F	0,9	6,5	0,8	-11,1%	-87,7

## Distribuição percentual do tráfego na rede por nível de serviço em 2015 e 2035 Cenário Otimizado.

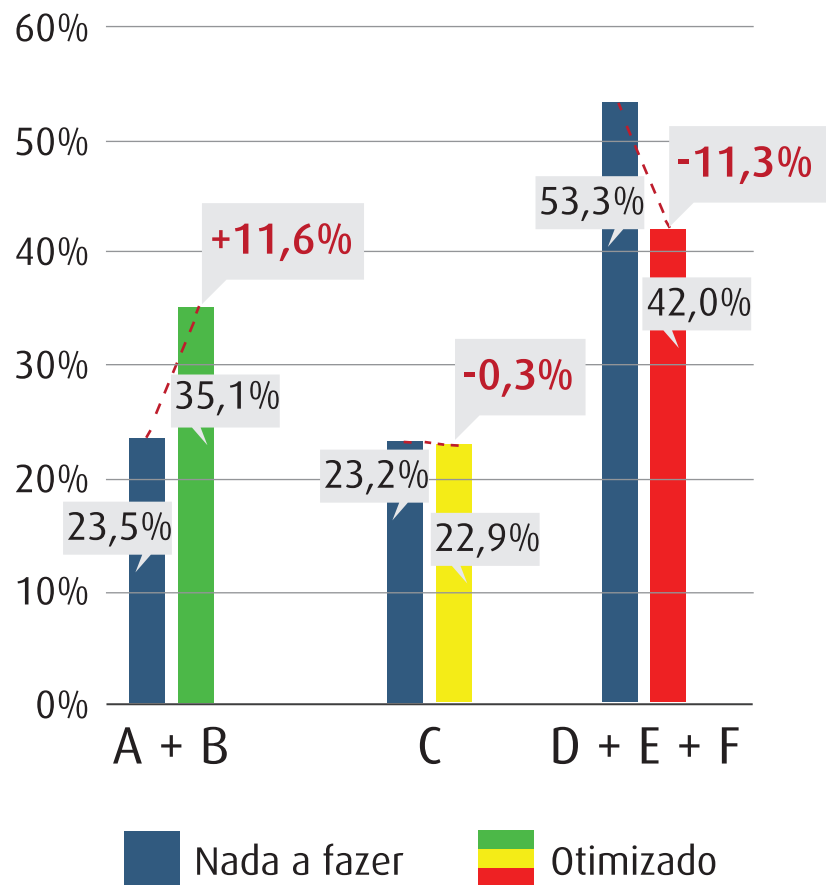


Em 2035, a parcela do fluxo de tráfego rodoviário operando em condição instável ou forçada (níveis D, E e F) se reduz para 42%, ou seja, 7,2 p.p. a menos (melhor!) do que em 2015 (49,2%).

Estamos condenados a ter RODOVIAS “MAIS OU MENOS”?

## Distribuição percentual do tráfego na rede por nível de serviço em 2035

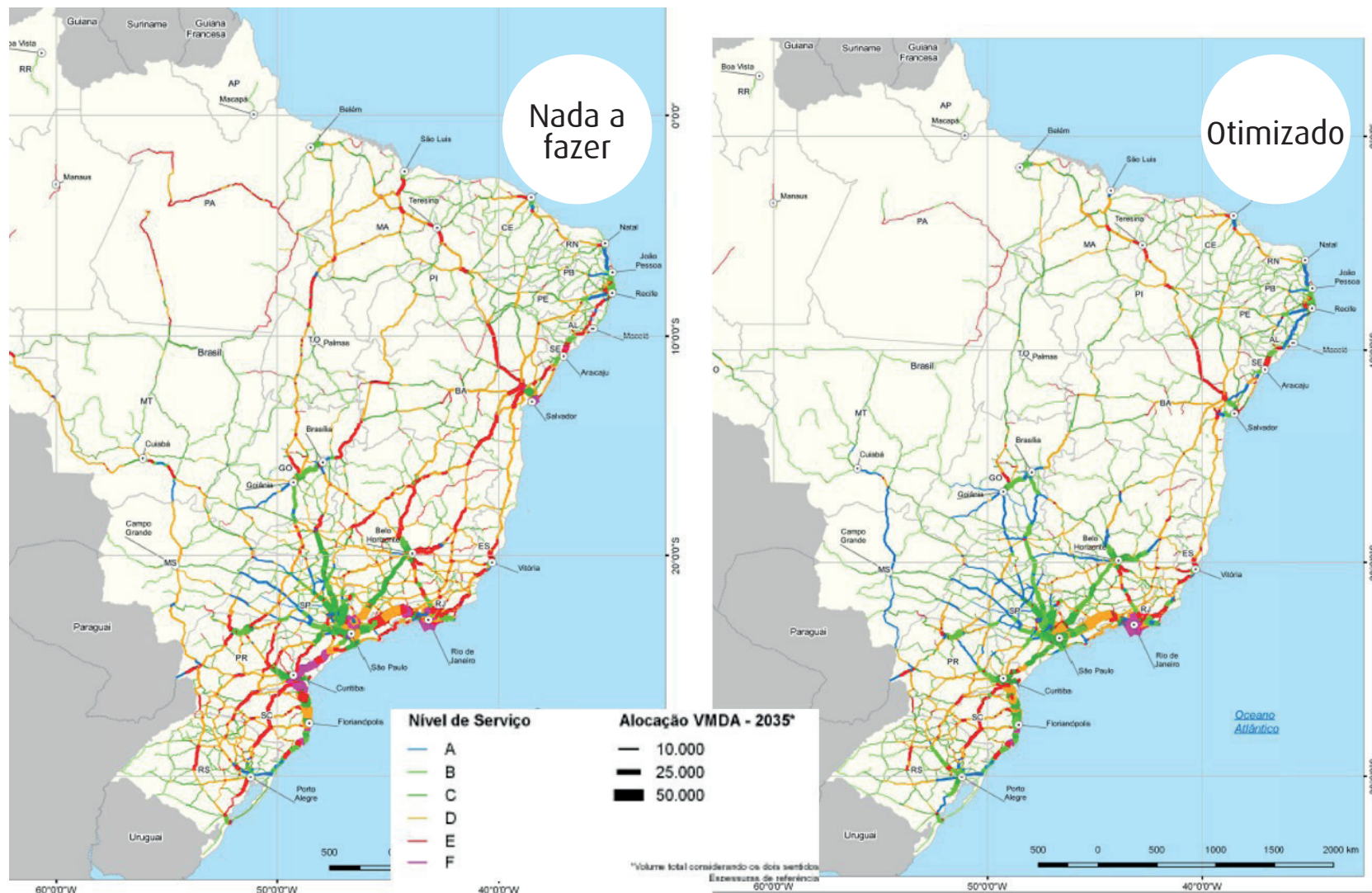
Comparação dos cenários Otimizado e Nada a Fazer.



# Nível de Serviço e VMDA(\*): comparação entre cenários em 2035

## Otimizado e Nada a Fazer

(\* apenas VMDA > 1.000 veíc./dia



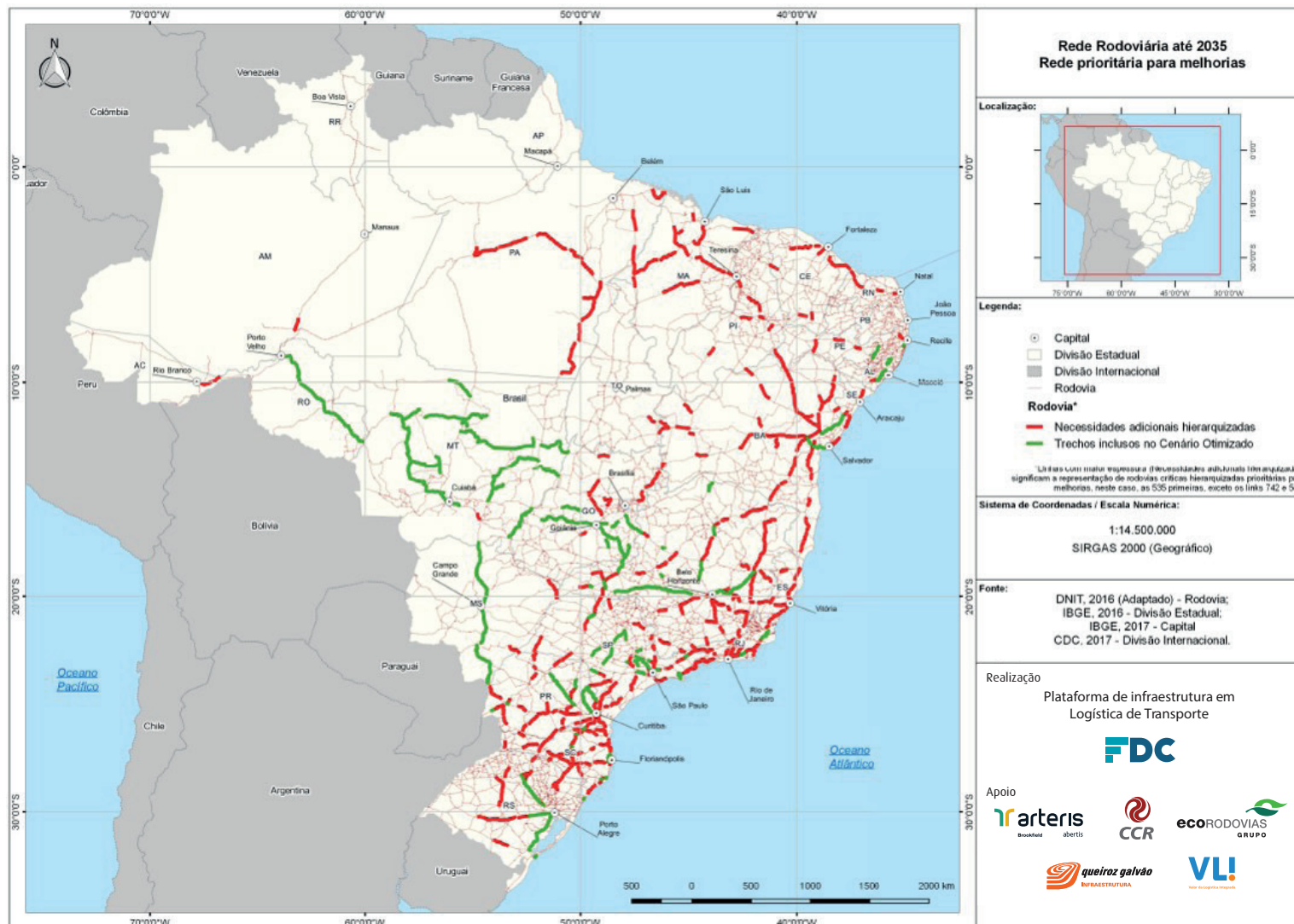
# Propostas

## Indicações para um portfólio de projetos Rodovias – efeitos das intervenções previstas até 2035

- No cenário Otimizado 2035, prevê-se a implantação de todos os projetos dos *pipelines* do governo e das concessionárias (destas, projetos de adequação e duplicação de rodovias programados).
- Os efeitos das intervenções destes pipelines, somados aos dos projetos ferroviários e hidroviários propostos até o horizonte de 2035, reduzirão em 11,3 p.p. absolutos (ou 21,2%, relativos) o tráfego em operação nos níveis D, E e F, na comparação com o cenário NF-2035.
- Esse resultado mostra claramente que ter mais ferrovias e hidrovias no País contribui também com a elevação dos níveis de serviço das rodovias, entre tantos outros ganhos!
- Além disso, a PILT avaliou a necessidade de melhorias adicionais nos 122 mil quilômetros de rodovias que deverão operar nos níveis de serviço D, E e F, em 2035.
- Identificou-se a necessidade prioritária de se fazer intervenções adicionais em 500 trechos, que somam cerca de 19,8 mil quilômetros e correspondem a:
  - 16% da extensão total avaliada;
  - 57% do tráfego em circulação nessa mesma extensão.
- Se até 2035 forem implementadas estas intervenções adicionais, além das já incluídas no cenário Otimizado 2035, ocorrerá uma significativa melhoria no nível de serviço das rodovias brasileiras.
- Essa melhoria significativa se traduz no aumento dos fluxos de tráfego que passarão a operar nos níveis de serviço A, B e C, levando, assim, a expressivos ganhos de eficiência e qualidade no transporte rodoviário do País.

# Indicações para um portfólio de projetos

## Rodovias – previstas no cenário Otimizado + adicionais prioritários, até 2035





## **Indicações para um portfólio de projetos Ferrovias – intervenções prioritárias até 2035**

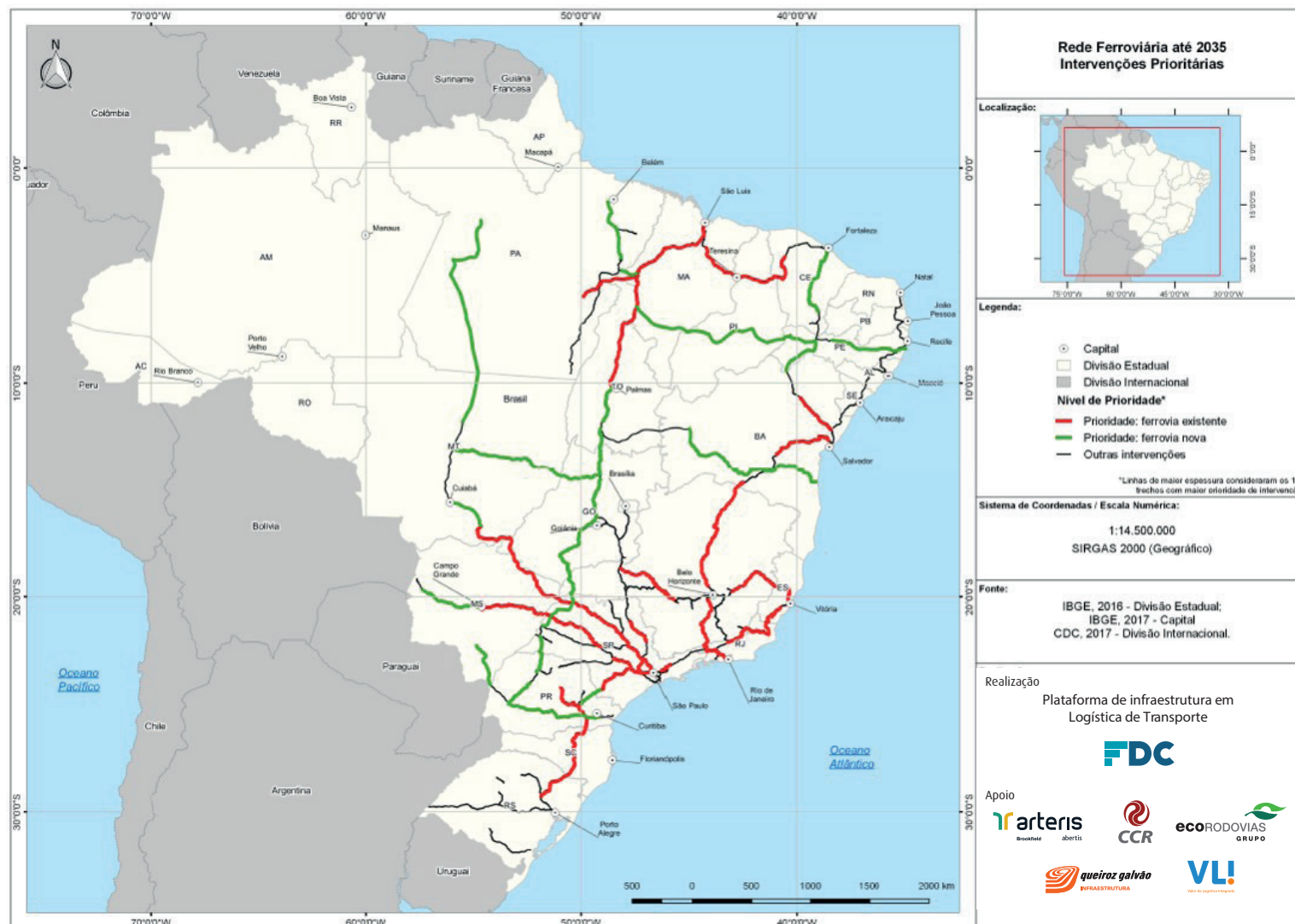
Na rede ferroviária, são necessárias intervenções prioritárias em 18,8 mil quilômetros de linhas, assim distribuídos:

- 26% correspondem às intervenções para adequação de capacidade de ferrovias que já operam em padrões modernos;
- 36% correspondem às intervenções para modernização e adequação de capacidade de ferrovias que devem se adequar aos padrões modernos;
- 38% correspondem às construções de novas ferrovias.

As intervenções prioritárias beneficiam cerca de 55% da extensão total da rede avaliada e atendem a 82% da movimentação de carga (em TKU) dessa rede.

# Indicações para um portfólio de projetos

## Ferrovias – intervenções prioritárias até 2035





Para ser relevante.

HÁ 13 ANOS ENTRE AS MELHORES  
ESCOLAS DE NEGÓCIOS DO MUNDO.

RANKING FINANCIAL TIMES 2018

Apoio



# Plataforma de Infraestrutura em Logística de Transportes - PILT

Apoio



Para ser relevante.

HÁ 13 ANOS ENTRE AS MELHORES  
ESCOLAS DE NEGÓCIOS DO MUNDO.

RANKING FINANCIAL TIMES 2018