

Relatório para
Consulta Pública

PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA PNL



Março
2018

PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA PNL

Apresentação

A Empresa de Planejamento e Logística - EPL tem a satisfação de disponibilizar o relatório de apresentação do “Plano Nacional de Logística - PNL”.

Com base no diagnóstico da infraestrutura de transportes, o principal objetivo do plano é servir de fundamento para o planejamento estratégico do setor, tendo como elemento terminal a otimização da movimentação de cargas com o uso dos diferentes modos de transporte, utilizando as ferrovias, a cabotagem e as hidrovias interiores como sistemas de alta capacidade, integrados à malha rodoviária de forma sinérgica e harmônica. Busca também incrementar o nível de serviço para os usuários, aumentar a eficiência do setor de transporte, criar condições para uma melhor eficiência da matriz de transportes, resultando em redução de custos e diminuição na emissão de poluentes.

Trata-se de um planejamento abrangente e dinâmico que vem exigindo da EPL conhecimento detalhado da infraestrutura de transporte, bem como a participação ativa dos diversos órgãos e instituições públicas, seja prestando informações e dados estratégicos sobre as principais características e atributos da logística nacional, seja pela expertise advinda do exercício de suas competências.

Nesse sentido, impende observar que os estudos que subsidiam o referido plano são robustos e demandaram recursos materiais importantes, além de consumir tempo valioso de equipes especializadas, pois é sabido que para realizar um trabalho técnico de qualidade é necessário adotar a metodologia adequada e cumprir todas as etapas do programa.

O PNL vai bem além da publicação de um relatório, pois prevê monitoramento permanente da evolução do sistema e, naturalmente, revisões periódicas.

O presente Plano tem como horizonte de projeção o ano de 2025, no qual são feitas comparações dos resultados das simulações. Assim, é possível avaliar o desempenho

esperado dos investimentos e os novos cenários que se formam a partir da implantação ou não das novas infraestruturas.

Objetivou-se, nesse momento, projetar cenários de movimentação de cargas até 2025 contemplando a infraestrutura atual e verificando os efeitos dos investimentos qualificados pelo Programa de Parcerias de Investimento – PPI e componentes do Programa Avançar do Governo Federal. Delineado o impacto positivo das entregas dessas obras, nova análise de gargalos coube ser feita, com o ferramental desenvolvido pela EPL, para identificação de outros investimentos recomendados. Novos projetos que sejam decididos agora poderão construir uma realidade com menores restrições ainda em 2025.

Na sequência do plano, novas projeções de horizontes de mais longo prazo serão possíveis, com maior confiabilidade.

Além do planejamento integrado do setor, tarefa essencial da gestão pública, vislumbra-se que o processo transparente favorecerá a percepção, por parte da sociedade em geral, dos benefícios socioeconômicos decorrentes dos investimentos, bem como do momento mais adequado para sua realização. Essa previsibilidade oportunizará o correto planejamento das ações dos agentes econômicos privados.

O relatório que ora submetemos à apreciação pública destina-se a dar transparência em termos de diagnóstico e proposições, possibilitando o seu aprimoramento por todos aqueles que desejam contribuir para tornar mais eficiente o sistema de transportes do País.

JOSÉ CARLOS MEDAGLIA FILHO
Diretor-Presidente

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Panorama do setor de transporte	14
2.1 Transporte Rodoviário	14
2.2 Transporte Ferroviário	14
2.3 Transporte Aquaviário	16
2.4 Diagnóstico da situação atual e objetivos do PNL	17
3. O Plano Nacional de Logística	19
3.1 Aspectos Metodológicos	19
3.1.1 Ferramenta de gestão e calibração do modelo	19
3.1.2 Metodologia de modelagem de transportes	22
3.2 Levantamentos e pesquisas	29
3.3 Matrizes origem/destino (O/D)	29
3.3.1 Modelagem macroeconômica	30
3.3.2 Cenários de demanda	30
3.4 Custos logísticos	32
3.5 Capacidades	33
3.5.1 Capacidade em rodovias	33
3.5.2 Capacidade em ferrovias	33
3.5.3 Capacidade em hidrovias	34
3.5.4 Capacidade portuária	34
3.6 Reunião com entidades públicas e privadas	35
4. Cenários	36
4.1 Matriz O/D 2025	36
4.2 Cenário Rede Básica	39
4.2.1 Empreendimentos em rodovias	39
4.2.2 Empreendimentos em ferrovias	39
4.2.3 “Rede Básica” multimodal	39
4.3 “Cenário PNL 2025”	40
4.3.1 Empreendimentos em rodovias	41
4.3.2 Empreendimentos em ferrovias	45

4.3.3	Empreendimentos na cabotagem e em hidrovias.....	47
4.3.4	Rede PNL multimodal	49
5.	Alocação da Demanda.....	50
5.1	Carregamento da “Cenário Rede Básica” com a demanda do ano 2025	50
5.1.1	Carregamento das rodovias	50
5.1.2	Carregamento das ferrovias.....	50
5.1.3	Carregamento da cabotagem marítima e das hidrovias.....	51
5.1.4	Carregamento da rede multimodal por grupo de produtos	52
5.1.5	Carregamento da rede multimodal - superior a 10 milhões de toneladas	53
5.1.6	Análise da relação entre os volumes e as capacidades	54
5.1.7	Resultados Agregados.....	56
5.2	Carregamento do “Cenário PNL 2025”	59
5.2.1	Carregamento das rodovias	59
5.2.2	Carregamento das ferrovias.....	59
5.2.3	Carregamento da cabotagem e das hidrovias.....	60
5.2.4	Carregamento da rede multimodal por grupo de produtos	61
5.2.5	Carregamento da rede multimodal - superior a 10 milhões de toneladas	62
5.2.6	Análise da relação entre os volumes e as capacidades	63
5.2.7	Resultados agregados	65
6.	Análise dos Resultados.....	68
7.	Ações de Monitoramento	71
8.	Carteira de Projetos	72
9.	Referências Bibliográficas	80
Anexo 1 -	Análise por modo de transporte	83
	Comparação de cenários: Rodoviário / Todos os grupos de cargas.....	83
	Comparação de cenários: Ferroviário / Todos os grupos de cargas.....	84
	Comparação de cenários: Aquaviário / Todos os grupos de cargas.....	85
	Comparação de cenários: Todas as cargas e modos de transporte	86
Anexo 2 -	Análise para o grupo de mercadoria	87
	GSNA.....	87
	Rodoviário.....	87
	Ferroviário.....	88
	Aquaviário.....	89
	Todos os modos de transporte.....	90
	GSA.....	91

Rodoviário.....	91
Ferroviário.....	92
Aquaviário.....	93
Todos os modos de transporte.....	94
GL.....	95
Rodoviário.....	95
Ferroviário.....	96
Aquaviário.....	97
Todos os modos de transporte.....	98
CG.....	99
Rodoviário.....	99
Ferroviário.....	100
Aquaviário.....	101
Todos os modos de transporte.....	102
Anexo 3 – Carteira de estudos PNL - 2025	103

Figuras

Figura 1: PNL e os planos setoriais.....	12
Figura 2: Distância percorrida por uma tonelada de carga com o uso de um litro de combustível.	14
Figura 3: Distribuição dos tipos de carga no modo ferroviário.	15
Figura 4: Distribuição de cargas transportadas por cabotagem.	16
Figura 5: Distribuição de cargas transportadas por navegação interior.....	17
Figura 6 Distribuição Modal em 2015	17
Figura 7: Índice Global Competitiveness (2017-2018).....	19
Figura 8: Gestão do PNL - Fluxograma Resumido.....	21
Figura 9: Modelo clássico de quatro etapas.....	22
Figura 10: Etapa de geração de viagens.....	23
Figura 11: Etapa de distribuição de viagens.....	23
Figura 12: Etapa de partição modal	23
Figura 13: Etapa de alocação de viagens	24
Figura 14: Representação gráfica da intermodalidade de rotas	26
Figura 15: Procedimento de alocação incremental	28
Figura 16: Regiões e microrregiões de estudo	30
Figura 17: Variação da produção industrial (dado real até 2016).....	31
Figura 18: Variação da produção da indústria extrativista (dado real até 2016).....	31
Figura 19: Variação da produção de grãos (dado real até 2016).	32
Figura 20: Variação da produção de derivados de petróleo (dado real até 2016).....	32
Figura 21: “Rede Básica” Multimodal	40
Figura 22: Programa Avançar - Rodovias	42
Figura 23: Programa Avançar Parcerias - Rodovias	43
Figura 24: Investimentos programados em concessões existentes	44
Figura 25: Relicitações de concessões existentes	45
Figura 26: Programa Avançar Parcerias - Ferrovias	46
Figura 27: Adequação de capacidade de ferrovias concedidas	47
Figura 28: Intervenção - Hidrovia	48
Figura 29: Cenário PNL 2025 - Rede PNL Multimodal.....	49
Figura 30: Carregamento das Rodovias	50
Figura 31: Carregamento das Ferrovias	51
Figura 32: Carregamento da Cabotagem Marítima e das Hidrovias	52
Figura 33: Carregamento da Rede Básica Multimodal	53
Figura 34: Rede Básica Multimodal - Carregamento superior a 10 milhões de toneladas/ano	54
Figura 35: Nível de Saturação por Modo	55
Figura 36: Divisão modal - Cenário Rede Básica.....	58
Figura 37: Emissões de CO ₂ - Cenário Rede Básica	58
Figura 38: Custo de transporte - Cenário Rede Básica	58

Figura 39: Carregamento nas Rodovias	59
Figura 40: Carregamento nas Ferrovias	60
Figura 41: Carregamento da Cabotagem Marítima e das Hidrovias	61
Figura 42: Rede Multimodal	62
Figura 43: Rede Multimodal - Carregamento superior a 10 milhões de toneladas/ano.....	63
Figura 44: Gargalos logísticos em 2025.....	64
Figura 45: Divisão modal 2025	67
Figura 46: Emissões de CO ₂	67
Figura 47: Custo de transporte 2025	67
Figura 48: Ações que serão monitoradas.....	71
Figura 49: Carteira de projetos ferroviários e rodoviários.....	74
Figura 50: Carteira de projetos rodoviários	76

Tabelas

Tabela 1: Cenários de demanda	31
Tabela 2: Simuladores de custo de transbordo	33
Tabela 3: Matriz O/D para todos os Grupos de Produtos - Ano 2025 (milhões de toneladas)	37
Tabela 4: Matriz O/D para o Grupo de Produto Granel Sólido Não Agrícola - Ano 2025.....	37
Tabela 5: Matriz O/D para o Grupo de Produto Granel Sólido Agrícola - Ano 2025	37
Tabela 6: Matriz O/D para o Grupo de Produto Granel Líquido - Ano 2025 (milhões de toneladas)	38
Tabela 7: Matriz O/D para o Grupo de Produto Carga Geral - Ano 2025 (milhões de toneladas)....	38
Tabela 8: Programa Avançar* – Carteira de Rodovias até 2020	39
Tabela 9: Carteira de Obras Ferroviárias até 2020	39
Tabela 10: Programa Avançar - Rodovias.....	41
Tabela 11: Programa Avançar Parcerias - Rodovias	42
Tabela 12: Investimentos programados em concessões existentes	43
Tabela 13: Relicitações de concessões existentes.....	44
Tabela 14: Programa Avançar Parcerias - Ferrovias	46
Tabela 15: Adequação de capacidade de ferrovias concedidas.....	47
Tabela 16: Intervenção - Hidrovia.....	48
Tabela 17: Extensão de Trechos com Gargalos, por UF – Rodovias	55
Tabela 18: Extensão de Trechos com Gargalos, por UF – Ferrovias.....	56
Tabela 19: Resultados Agregados - “Cenário Rede Básica”	57
Tabela 20: Extensão dos gargalos logísticos em 2025, por UF - Rodovias.....	65
Tabela 21: Extensão dos gargalos logísticos em 2025, por UF – Ferrovias.....	65
Tabela 22: Resultados Agregados - Cenário PNL 2025	66
Tabela 23: Principais Resultados Cenário PNL	68
Tabela 24: Principais resultados do Cenário PNL (sem adequações)	69
Tabela 25: Comparativo dos resultados globais.....	69
Tabela 26: Divisão modal	70
Tabela 27: Carteira de projetos de construção de trechos ferroviários priorizados.....	73
Tabela 28: Carteira de projetos de construção de trechos rodoviários priorizados	73
Tabela 29: Carteira de projetos de adequação de trechos rodoviários priorizados	75
Tabela 30: Carteira de estudos PNL – Rodovias	103
Tabela 31: Carteira de estudos PNL – Ferrovias	104
Tabela 32: Carteira de estudos PNL - Hidrovias	105
Tabela 33: Carteira de estudos PNL - Portos	105



1

Introdução

O papel da EPL

Os recursos públicos para a modernização e a construção de novas infraestruturas de transporte devem ser utilizados de forma responsável e com a maior abrangência possível. Por esse motivo, um planejamento bem elaborado é necessário para indicar as intervenções no sistema logístico nacional de maneira ampla, racional e transparente.

Com as recentes mudanças governamentais, que resultaram na criação do Programa de Parcerias e Investimentos - PPI (Lei n.º 13.334/2016), a Empresa de Planejamento e Logística - EPL passou a ser vinculada à Secretaria-Geral da Presidência da República, cabendo a esta Empresa uma função de destaque no planejamento de ações para o setor de transporte.

Atualmente, a EPL desenvolve o Plano Nacional de Logística - PNL, que tem como objetivo elaborar o planejamento estratégico para a movimentação das cargas, considerando os diversos modos de transportes, o que permitirá identificar as necessidades e as oportunidades de investimento a médio e a longo prazo, provendo o país de um sistema integrado, eficiente e competitivo, no que diz respeito à infraestrutura do setor.

A intenção é que o resultado desse processo de planejamento possa ser utilizado como uma ferramenta não apenas para os formuladores de políticas públicas (nas esferas federal, estadual e municipal), mas, também, como um instrumento para o balizamento

das tomadas de decisões dos investidores, uma vez que contribui para a previsibilidade dos investimentos.

Além de estruturar o Plano Nacional de Logística, a EPL vem desenvolvendo os projetos de arrendamento portuário, concessões de ferrovias e rodovias, o que a torna central na formação da inteligência nacional em planejamento de transportes.

O PNL

Os governos se defrontam com desafios enormes para determinar o que o público deseja e como escolher políticas que correspondam a esses desejos. Além disso, os governos podem ser motivados por muito mais do que a simples correção de falhas de mercado e redistribuição de renda. Assim como há uma série de falhas de mercado que podem prejudicar a solução maximizadora de bem-estar que resultaria do mercado privado, há uma série de falhas de governo que podem conduzir a intervenções governamentais erradas. Os dirigentes políticos são obrigados a considerar uma ampla variedade de pontos de vista e pressões, e apenas dois deles são o desejo de conceber políticas que maximizem a eficiência econômica e distribuam recursos de maneira socialmente preferível. Por isso, sistemas de planejamento robustos são primordiais para garantir eficiência alocativa e mitigar o risco de falhas de governo.

No que concerne à visão estratégica, a realidade brasileira tem sido marcada pela instabilidade macroeconômica e pelo direcionamento do foco das atenções governamentais para o curto prazo, o que se percebe mais uma vez nos dias atuais. Essa postura afeta diretamente a qualidade das políticas públi-

cas e os respectivos resultados. No setor de infraestrutura, a falta de preocupação com o longo prazo é ainda mais danosa, dada a duração dos empreendimentos. Assim, visão estratégica significa olhar mais adiante e proceder revisões periódicas para a adequação às mudanças provocadas por transformações no cenário sob o qual ela foi construída.

A formulação da política de transportes deve ter como insumo a modelagem de transportes e a modelagem encerra algumas fases tais como: a formulação explícita de metas e objetivos; a coleta de dados básicos; o estabelecimento de relações quantificáveis entre parâmetros como fatores econômicos, população, tempos de viagem e uso do solo; previsões de uso do solo, fatores econômicos no ano-meta do estudo; previsão das origens e destinos prováveis e distribuição das demandas futuras por movimentos, usando as relações estabelecidas para a situação atual, uso do solo e fatores econômicos; previsão de movimentos prováveis por diferentes modos de transporte no ano-meta; desenvolvimento de redes de transporte alternativas; atribuição das viagens previstas aos sistemas de redes coordenadas de transportes; avaliação de eficiência e eficácia e da viabilidade econômica e ambiental das redes de transportes e seleção das redes mais apropriadas.

É neste contexto de necessária retomada do planejamento de transportes que foi elaborado o PNL para ser um plano dinâmico e abrangente, que contemple a movimentação das cargas que circulam por todo o país, considerando os modos rodoviário, ferroviário, dutoviário e aquaviário (hidrovias e cabotagem), permitindo analisar as projeções de demanda e sua distribuição na rede de infraestrutura disponível e futura.

A economia brasileira, não é de hoje, enfrenta forte restrição de poupança, o que implica em escassez de recursos públicos e privados para investimentos, em especial, para investimentos em infraestrutura, onde predomina a ação do setor público. Não podendo ampliar o crescimento por meio do maior investimento global, a saída é estimular o crescimento pela via do aumento de produtividade. Há espaço para crescimento de produtividade no Brasil, que tem estado a níveis muito inferiores aos verificados nos países desenvolvidos. Uma das formas mais rápidas de promover ganhos de produtividade é por meio do investimento em infraestrutura, tendo em vista o grande poder de irradiação dos investimentos em infraestrutura, notadamente de transportes e energia, para os outros setores da economia, a redução de custos de produção e transação, a aproximação de mercados e criação de oportunidades de negócio e o aumento de estoque de capital fixo. No entanto, os investimentos devem ser corretamente alocados de forma a alterar as rendas regionais relativas e proporcionar o desenvolvimento regional e nacional.

O PNL poderá contribuir no esforço de alocação ótima dos recursos, uma vez que tem como principal objetivo identificar e propor, com base no diagnóstico de infraestrutura de transportes, soluções que propiciem condições capazes de incentivar a redução dos custos, melhorar o nível de serviço para os usuários, buscar a eficiência da matriz, aumentar a eficiência dos modos utilizados para a movimentação das cargas e diminuir a emissão de poluentes.

Adicionalmente, o PNL possui papel fundamental no direcionamento dos estudos de viabilidade, pois permite o balizamento de expectativas quanto ao futuro. Ao indicar,

antecipadamente, um conjunto de soluções com eficácia para melhorar o desempenho logístico, o PNL possibilita menor discricionariedade nas decisões de investimentos públicos e maior previsibilidade sobre os projetos que podem ser realizados futuramente. É reconhecido que quanto maior a confiança dos agentes de mercado, maior o nível de investimento que será realizado. Com a maior consistência temporal promovida pelo PNL, maiores serão os níveis de investimento privados induzidos pela melhora na confiança do empresariado na economia. A previsibilidade e transparência das informações e dos projetos de infraestrutura logística a serem implementados são particularmente relevantes para investidores internacionais.

O plano diminuirá, em face da robusta base de dados e da atualização periódica das simulações, a assimetria de informação, permitindo que os investidores nacionais e estrangeiros analisem potenciais oportunidades, o que diminuirá a percepção de risco e contribuirá para o fluxo de capital.

Integração do PNL e demais planos do setor

A primeira tentativa recente de retomada do processo de planejamento de transportes foi a elaboração em 2007 do “*Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT*”, fornecendo indicativo de necessidades de infraestrutura e orientando as intervenções dos agentes públicos e privados envolvidos no setor.

No intuito de mitigar o risco da descontinuidade, que assola o Estado, principalmente nas transições de governo, a EPL, em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, desenvolveu o PNL, partindo daquilo que já havia sido construído na década passada, principalmente no que diz respeito à utilização de dados. A coleta de dados

sobre o estado atual do sistema de transportes é fundamental para apoiar o desenvolvimento do modelo analítico. Evidentemente, essa coleta não é independente do desenvolvimento do modelo, uma vez que define quais tipos de dados são necessários: a coleta de dados e o desenvolvimento do modelo estão estreitamente inter-relacionados. O IPEA agregou muito ao trabalho de modelagem, principalmente no que diz respeito às premissas macroeconômicas.

Além de levar em consideração as indicações do PNLT e de estudos preliminares do Plano Nacional de Logística Integrada – PNLI, foram também incorporadas as informações de diferentes planos setoriais disponíveis, tais como o Plano Nacional de Integração Hidroviária - PNIH, o Plano Nacional de Logística Portuária – PNLP, o Plano Hidroviário Estratégico – PHE e os Planos Estaduais de Logística e Transporte - PELT’S (Figura 1).

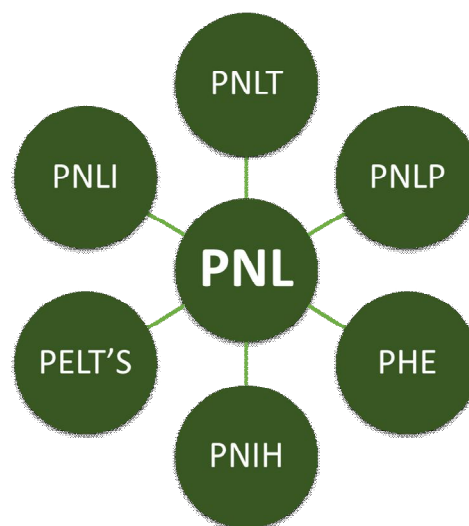


Figura 1: PNL e os planos setoriais.

Concepção das premissas

O processo de concepção das premissas envolveu a definição do objetivo principal que é o de alcançar uma divisão mais equilibrada da matriz de transportes, considerando-se a eficiência dos modos para a movimentação de cargas no país.

Em seguida, foram incorporados como objetivos complementares a redução das emissões totais de dióxido de carbono – CO₂ e a diminuição do custo total de transporte para a movimentação de mercadorias.

Consulta pública e desdobramentos

O objetivo da consulta pública é dar transparência e possibilitar o aprimoramento do PNL, por meio da contribuição de agentes que atuam no setor público e privado, nos diversos segmentos da sociedade brasileira.

Espera-se, com a realização da consulta pública, o recebimento de contribuições e sugestões de interlocutores nos setores de planejamento, indústria, comércio, turismo, transportes, agricultura e meio ambiente dos governos federal e dos estaduais, bem como de associações, confederações e federações dos mesmos segmentos, além das entidades e dos órgãos representativos dos usuários dos serviços de transporte e da participação individual dos interessados no tema.

As contribuições e sugestões recebidas serão analisadas pela equipe técnica da EPL, sendo aquelas consideradas passíveis de aproveitamento incorporadas na nova etapa de aperfeiçoamento das propostas, visando alcançar a definição de um portfólio escalonado de ações.

2.1 Transporte Rodoviário

A matriz de transporte de cargas no Brasil é predominantemente rodoviária. Atualmente, conta-se com 76,4 mil quilômetros – km de malha rodoviária federal, dos quais a maioria (64,8 mil km) é pavimentada, enquanto 11,6 mil km seguem não pavimentados.

Esse modo se caracteriza como um transporte de “ponto-a-ponto”, ou seja, desloca mercadorias para pontos específicos de destino final. Essa qualidade realça a importância da malha rodoviária em sistemas multimodais. É interessante notar que isso tudo é possível devido à capilaridade superior desse modo em relação a outros, como ferrovias e hidrovias.

O modo rodoviário deveria ser preferencialmente utilizado para transportar cargas de pequeno e de médio volume a pequenas distâncias, tendo em vista a agilidade e dinamicidade de seus componentes, assim como a gama de rotas alternativas propiciadas pelas rodovias.

Em 1995, começou uma série de concessões de rodovias federais a operadores privados. A iniciativa teve como objetivo reduzir os impactos negativos sofridos pela má qualidade das estradas, fruto das dificuldades que o governo federal possuía em gerenciar os investimentos e executar seus projetos naquele período.

De 2004 a 2013, foi verificado um crescimento de 12,7% da malha rodoviária nacional. Essa variação pode ser considerada pouco expressiva quando comparada a outras porcentagens de indicadores do setor, como o

Produto Interno Bruto e a frota total de veículos, período em que ambos mais que dobraram¹.

Invariavelmente, o modo rodoviário se destaca em âmbito nacional. Estudos da EPL mostram que as rodovias ainda são o meio mais utilizado para a movimentação de cargas, representando 65% em relação à matriz de transporte, e 1.548 bilhões de toneladas quilômetros úteis – TKU apenas em 2015.

Nesse sentido, é fundamental um planejamento integrado que una os modos de alta capacidade com a capilaridade das rodovias, de forma a possibilitar maior eficiência para todo o sistema de transporte do país.

2.2 Transporte Ferroviário

O transporte ferroviário possui uma grande participação no transporte de cargas inter-regional. Estudos da EPL mostram que esse modo foi responsável por 15% da produção de transporte em 2015. Dentre as vantagens desse modo, destaca-se a maior eficiência do transporte ferroviário em comparação ao transporte rodoviário, como representada pela Figura 2.



Figura 2: Distância percorrida por uma tonelada de carga com o uso de um litro de combustível.

O modo ferroviário tem como característica o transporte de cargas pesadas em grandes distâncias, como o minério de ferro. Essa *commodity* representa cerca de 80% do total

¹ Foram considerados valores nominais do PIB, divulgados pelo IBGE, de 2004 a 2013, que resultam em diferença de 172,33%. Fonte: Diagnóstico Logístico EPL.

da carga ferroviária, seguido dos grãos agrícolas (soja, milho, farelo de soja, etc.).

No Brasil, o início das atividades ferroviárias data de meados do século XIX. O transporte ferroviário surgiu por meio de concessões a investidores privados, que tinham como foco o transporte de café até o Porto de Mauá, por meio da Estrada de Ferro Mauá, inicialmente com 14,5 km de extensão.

Ao passar dos anos, dificuldades na realização de planejamento central das ferrovias, fizeram com que surgissem trechos de baixo aproveitamento, com diferenças de bitola e muito dispersos.

A criação da Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima – RFFSA, em 1957, foi motivado pela grande importância dada ao transporte ferroviário. A RFFSA tinha o propósito de centralizar o planejamento e integrar as ferrovias. Como resultado dessas iniciativas, em 1960, a malha atingiu sua maior extensão.

Entretanto, esse cenário não impediu que o modo sofresse com as recorrentes crises fiscais brasileiras do período pós-1960, fazendo com que a administração das ferrovias públicas se tornasse sobremaneira custosa ao Estado. O processo de desestatização das malhas da RFFSA, causado pela queda acentuada de investimento público no setor, finda em 1998, com a concessão da Malha Paulista. Atualmente, esse setor se destaca pela predominância dos investimentos privados.

Estudos da EPL mostram que atualmente o Brasil conta com 29 mil km de malha ferroviária, dos quais 7 mil km estão em plena operação, 13,5 mil subutilizados e 8,5 mil km não estão operacionais. Os trechos subutilizados

e os não operacionais podem apresentar potencial de movimentação. Vale ressaltar que a malha ferroviária brasileira atravessa 22 Unidades da Federação, o que reafirma sua importância como modo de integração nacional.

Destarte, esse modo representa a segunda maior fração no transporte de cargas brasileiro, atrás apenas do modo rodoviário. Em 2015, foi responsável pela movimentação de 356,8 bilhões de TKU. A Figura 3 mostra a distribuição dos produtos movimentados pela malha ferroviária no ano de 2016.

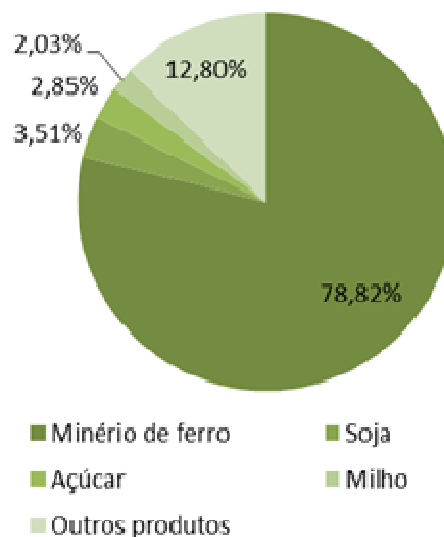


Figura 3: Distribuição dos tipos de carga no modo ferroviário.

A tecnologia ferroviária é marcada pelas significativas economias de densidade de tráfego e por possuir elevados custos afundados, em face dos significativos investimentos em infraestrutura para viabilizar as operações. Além dos custos, a precificação ferroviária será ditada pela regulação e pela competição. O PNL poderá contribuir à medida que direciona o esforço do Estado para a viabilização de determinados segmentos ferroviários, como forma de aumentar a oferta e promover a competição entre concessionários.

2.3 Transporte Aquaviário

O modo aquaviário (hidrovias e cabotagem) possui baixos custos de transporte e grande capacidade de movimentação de cargas. Por conta disso, é o transporte mais utilizado para o comércio exterior do país (navegação de longo curso) e o segundo mais utilizado para transporte de cargas inter-regionais (hidrovias e cabotagem). A navegação de cabotagem é aquela realizada entre portos de um mesmo país, margeando a costa (isto é, em águas marítimas e dentro das águas territoriais). Com 8.500 km de costa, o Brasil apresenta grande potencial para o uso intensivo do modo.

Os Estudos da EPL mostraram que a cabotagem representou aproximadamente 11% do TKU transportado de cargas inter-regionais em 2015, posicionando-a como o terceiro modo de transporte mais utilizado no país. Grande parte dessas cargas é de combustíveis transportados das refinarias e zonas produtoras para os centros de distribuição regionais e de minérios, que são transportados das zonas mineiras (principalmente nos estados do Maranhão e Pará) para os terminais de exportação (Figura 4).



Figura 4: Distribuição de cargas transportadas por cabotagem.

Fonte: ANTAQ - Anuário 2017.

Ainda, algumas rotas específicas e de destaque podem ser citadas. Por exemplo, a rota Manaus-Santos, que se caracteriza pela grande movimentação de contêineres que transportam produtos de alto valor agregado produzidos na Zona Franca de Manaus; a rota Bahia-Espírito Santo, relevante pelo transporte de madeira e celulose; e a rota Rio Grande-Nordeste, importante para o transporte de arroz e trigo.

A navegação interior é representada pela movimentação de cargas por rios, lagos e lagoas. Somadas, as hidrovias totalizam 41.635 km, das quais apenas 11.100 km são de fato explorados para o transporte de cargas.

Responsável por cerca de 5% do transporte de cargas inter-regionais do país em 2015, o transporte hidroviário se destaca pelo escoamento de minérios, oleaginosas e combustíveis (Figura 5). Enquanto os minérios e as oleaginosas são transportados até a costa para ter acesso aos portos marítimos, a mo-

vimentação de combustíveis é feita para o consumo interno.

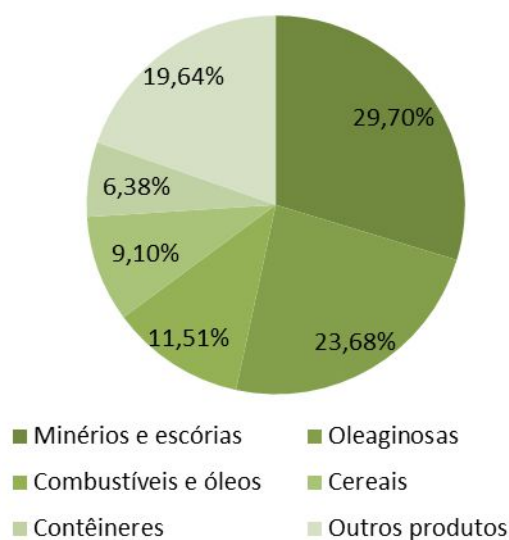


Figura 5: Distribuição de cargas transportadas por navegação interior.
Fonte: ANTAQ - Anuário 2017.

2.4 Diagnóstico da situação atual e objetivos do PNL

Panorama dos transportes no ano de 2015

Como parte dos trabalhos relacionados com o PNL, foram inicialmente realizadas simulações com a finalidade de identificar o panorama da movimentação do transporte inter-regional de cargas no país, cujos resultados encontram-se disponíveis na página da EPL na internet², apresentados de forma resumida a seguir.

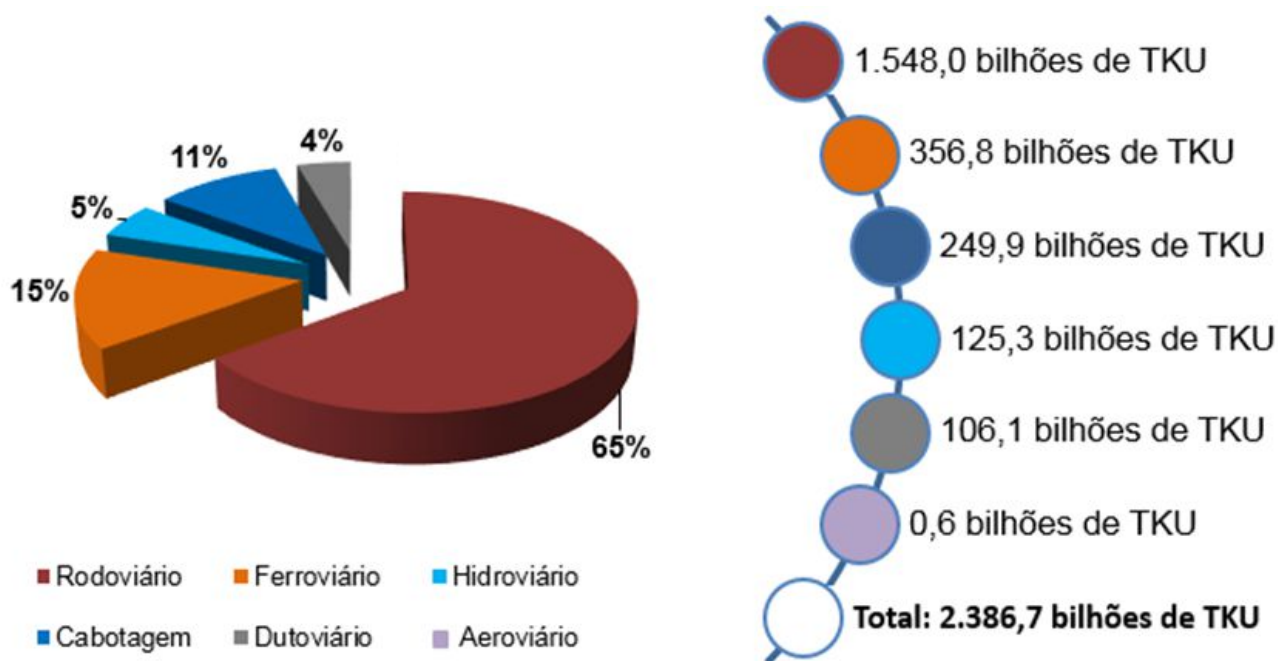


Figura 6: Distribuição Modal em 2015.

² www.epl.gov.br

O carregamento da rede viária, com a matriz origem e destino com todos os grupos de produtos, apresentou, em TKU, a distribuição entre os modos de transporte mostrada na Figura 6, representativa do ano de 2015. Os deslocamentos de cargas produziram um total de 2.386,7 bilhões de TKU, destacando-se a elevada participação do transporte rodoviário, com 65% do total; a moderada utilização do transporte aquaviário (cabotagem e hidrovias), com 16%; o transporte ferroviário, com 15%; a participação limitada do transporte dutoviário, com 4%; e a movimentação do transporte aeroviário, com percentual próximo de zero.

A infraestrutura de transporte impacta diretamente na competitividade de um país. De acordo com o Fórum Econômico Mundial – WEF, o Brasil está na posição 65º, entre 137 países, em qualidade de infraestrutura de transportes³, julgando pelo Índice de Competitividade Global (biênio 2017-2018).

Com o escore de 3,7 (entre 0, como muito ruim, e 7, como muito bom), o país se posiciona atrás dos outros países do grupo BRICS (Figura 7) e de outros países sul-americanos⁴. Essa é parte da explicação, por exemplo, da diferença entre os custos logísticos entre o Brasil e os Estados Unidos da América: enquanto 11,7% das receitas de empresas brasileiras são gastas em tais custos, empresas estadunidenses incorrem em gastos de 8% na mesma rubrica.

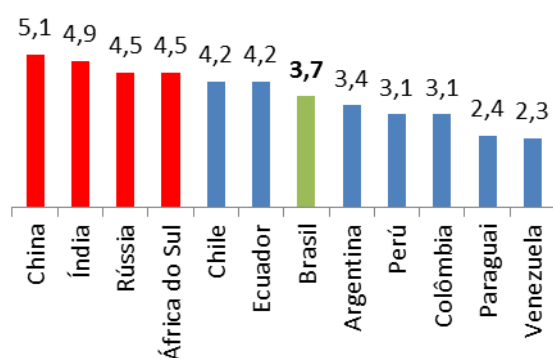


Figura 7: Índice Global Competitiveness (2017-2018).

Fonte: WEF.

A baixa competitividade brasileira se deve, entre outros fatores, às deficiências no plane-

jamento integrado dos modos de transporte, no desenvolvimento de projetos, no investimento de recursos em infraestrutura e na capacidade de execução de projetos. A queda de competitividade promovida por esses problemas é resumida no aumento do custo Brasil, conceito usualmente utilizado para representar um conjunto de gargalos econômicos e institucionais que impedem o desenvolvimento econômico e social do país.

A falta de um planejamento sistêmico e de longo prazo acarreta usos ineficazes dos modos de transporte, congestionando alguns e permitindo que outros tenham capacidade ociosa. Um reflexo disso é o intenso desgaste das rodovias pelo intenso uso do modo rodoviário para o transporte de cargas, enquanto há baixo uso do potencial hidroviário brasileiro.

Nesse sentido, o PNL busca resgatar o planejamento logístico, visando dotar o país de metodologia capaz de propor, periodicamente, ações envolvendo todos os modos, de forma a melhorar a eficiência da matriz de transporte, reduzir os custos logísticos e as emissões de poluentes.

3.1 Aspectos Metodológicos

3.1.1 Ferramenta de gestão e calibração do modelo

A importância da infraestrutura de transporte no país reflete a necessidade de não se restringir apenas ao planejamento para melhorar a sua eficiência, devendo estar aliada às demais etapas relacionadas com a seleção, a execução e o monitoramento, possibilitando a melhoria de todo o processo.

Na implementação da gestão do PNL, serão executadas as atividades descritas de forma resumida a seguir e apresentadas na Figura 8.

³ <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/competitiveness-ankings/#series=GCI.A.02.01>

⁴ O índice não é computado para Bolívia, Guiana e Suriname.

O PNL é um instrumento que irá balizar o planejamento estratégico do Estado para o setor de transporte. Diante dos desafios desse setor, ele englobará os pilares que nortearão um novo ciclo de desenvolvimento.

Dentre as atividades que compõem a etapa inicial do Plano, destaca-se o levantamento e análise das informações que levaram em consideração:

- a) As diretrizes das políticas públicas desenvolvidas pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil - MTPA;
- b) Os objetivos e premissas estratégicas oriundas da Secretaria do Programa de Parcerias de Investimentos - SPPI; e
- c) O diagnóstico promovido pela EPL.

Na etapa de planejamento, a atividade inicial consistiu em identificar e selecionar os métodos para o cálculo das viagens entre zonas de tráfego, visando à definição da metodologia para construção das matrizes de origem e destino de movimentação inter-regional de cargas.

A atividade de simulação ocorreu com a calibração da rede multimodal simplificada, com o objetivo de assegurar que o modelo representasse a realidade da movimentação de cargas no ano base.

Em seguida, foram alocados os volumes de carga do horizonte de longo prazo nessa rede básica multimodal para, com os carregamentos, identificar os locais nos quais a oferta de infraestrutura de transporte não atende à demanda projetada.

Os resultados a serem apresentados tomam como base as soluções capazes de atender a demanda de longo prazo, de forma a solucionar os gargalos identificados, calculando-se

os benefícios de acordo com os indicadores selecionados.

Posteriormente, será implementada uma abordagem multicritério para a priorização dos projetos, hierarquizando os empreendimentos. Essa sistemática identificará o melhor arranjo, considerando as dimensões ambientais, econômicas e sociais.

A etapa de seleção será iniciada com a apresentação, por meio de consulta pública, das possíveis soluções dos problemas identificados. Tal iniciativa destina-se a coletar contribuições dos diversos segmentos da sociedade brasileira para aprimorar e auxiliar na seleção da proposta a ser priorizada.

A etapa de execução e monitoramento será realizada com a utilização de indicadores de desempenho do sistema logístico e com informações disponibilizadas por painéis de monitoramento, visando à eliminação de possíveis falhas encontradas durante o processo.

Após a correção das eventuais falhas, o ciclo será reiniciado dando sequência ao processo de melhoria continua com as novas informações disponíveis.

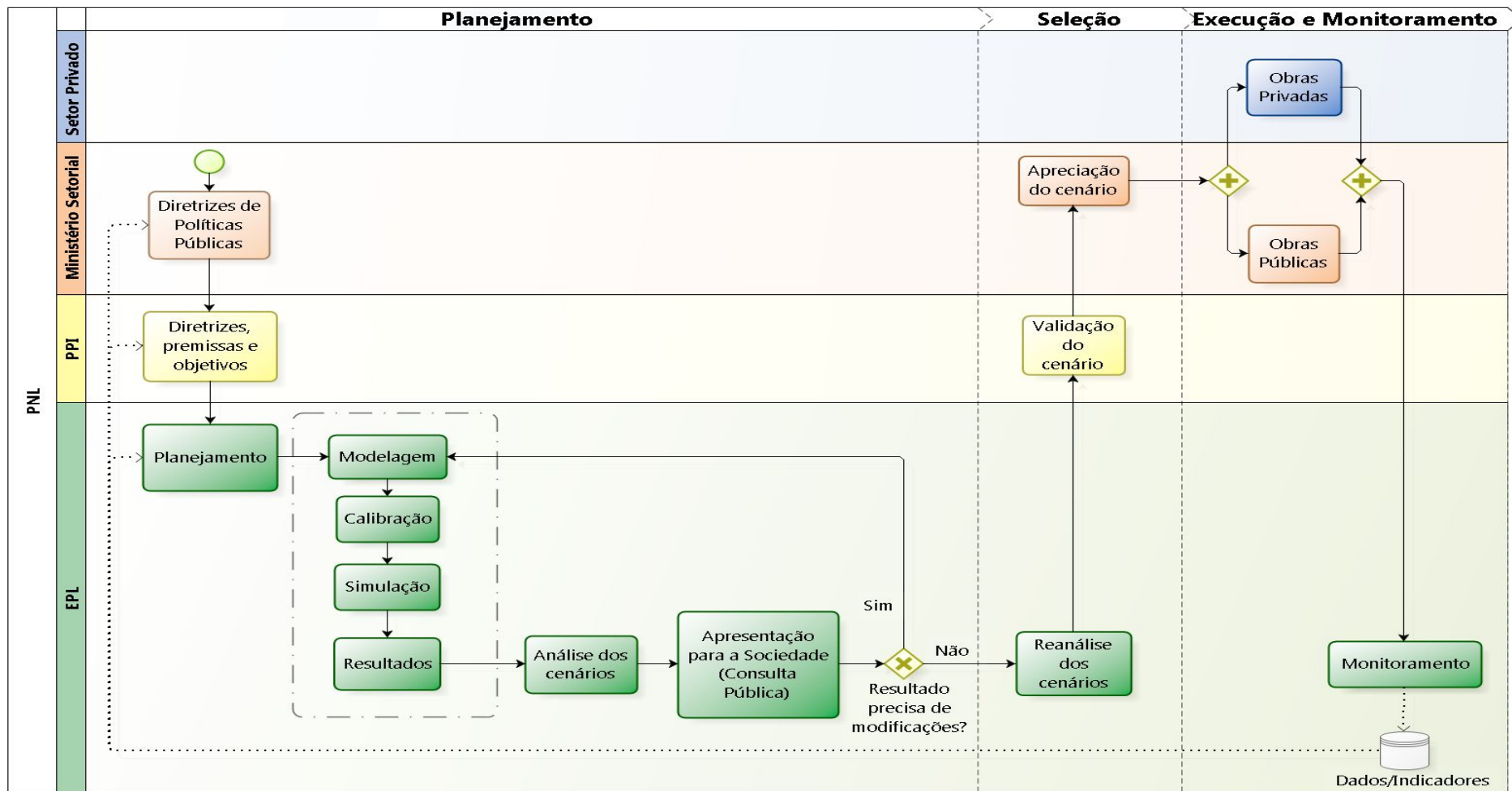


Figura 8: Gestão do PNL - Fluxograma Resumido.

3.1.2 Metodologia de modelagem de transportes

A metodologia de modelagem da demanda por transportes vem sendo utilizada e desenvolvida há quase meio século, principalmente nos Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, Japão e no Brasil. Durante esse período, melhorias conceituais e técnicas foram introduzidas em diversas etapas desse processo metodológico, porém a estrutura básica do modelo original vem sendo mantida.

Existe uma grande variedade de modelos de simulação de transporte, desde os muito simples, até os modelos multimodais altamente sofisticados e desagregados. Os modelos de transporte macroscópicos servem de base para a obtenção de informações que irão subsidiar as decisões estratégicas de longo prazo envolvendo a análise de propostas para melhorias na infraestrutura que são onerosas e, na maioria dos casos, irreversíveis.

O atual estado da arte da modelagem de oferta e demanda de transporte recomenda a implementação de arquitetura do modelo de transporte macroscópico com quatro etapas envolvendo, basicamente, a geração da viagem, a escolha do destino, a escolha do modo e a seleção do caminho a ser utilizado. Modelos de simulação de transporte multimodal de grande porte foram usados recentemente nos Emirados Árabes Unidos, Bahrain, Dubai, Catar e no Brasil.

Essa metodologia de modelagem da demanda, em geral, é tratada de forma simplificada em quatro etapas, como apresentada na Figura 9 a seguir.

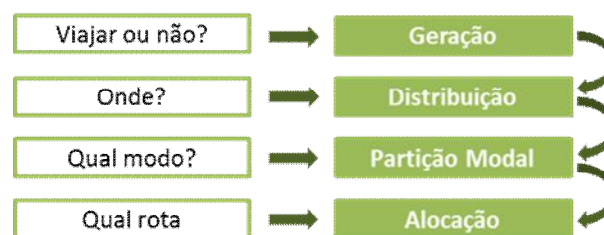


Figura 9: Modelo clássico de quatro etapas.

As três primeiras etapas têm como foco a simulação do comportamento da demanda por transportes. Parte-se de informações socioeconômicas e demográficas da população e das atividades econômicas na área de estudo, além de dados sobre a capacidade produtiva da região. Como resultado, tem-se matrizes de demanda por produtos relevantes conforme apresentado neste relatório.

Na etapa de geração, é definida a demanda total por transporte, que é atribuída a cada zona em função de seu potencial de produtor ou atrator (consumidor) de viagens como apresenta a Figura 10. Adicionalmente, constrói-se o modelo para estimar o comportamento da demanda por transporte nos horizontes futuros a serem analisados.

A unidade de análise é definida como zonas de tráfego, as quais podem partir de unidades geográficas como setores censitários ou delimitação de municípios. Para o caso específico do PNL, foram selecionadas as microrregiões do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE como unidade de análise para a zona de tráfego.

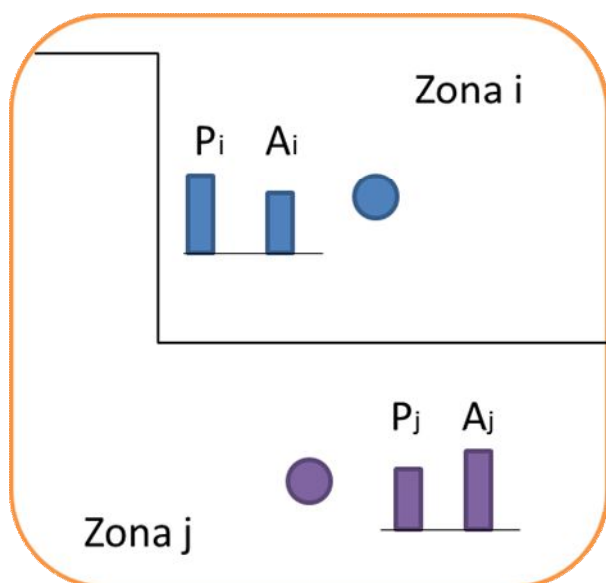


Figura 10: Etapa de geração de viagens.

A etapa de distribuição de viagens corresponde à estimativa da intensidade do intercâmbio existente entre cada par de zonas de tráfego específico. Essa intensidade de intercâmbio representa o padrão espacial da demanda por transporte para cada tipo de fluxo analisado. Posteriormente, com esses padrões espaciais é construído um conjunto de matrizes de distribuição da demanda ou de viagens. A característica dessas matrizes é que são quadradas e de dimensão igual ao número de zonas de tráfego em análise.

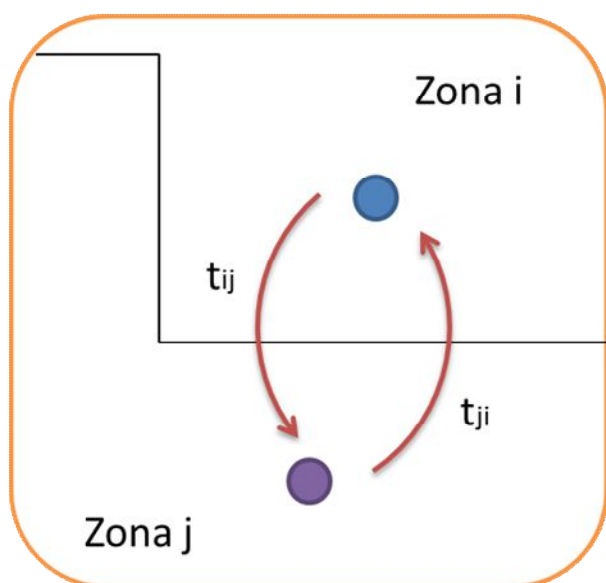


Figura 11: Etapa de distribuição de viagens.

A etapa seguinte é da escolha ou repartição modal, onde a informação resultante da estimativa da demanda é representada por uma série de matrizes de demanda ou de viagens, para cada um dos modos considerados e para cada tipo de fluxo (diferentes produtos relevantes).

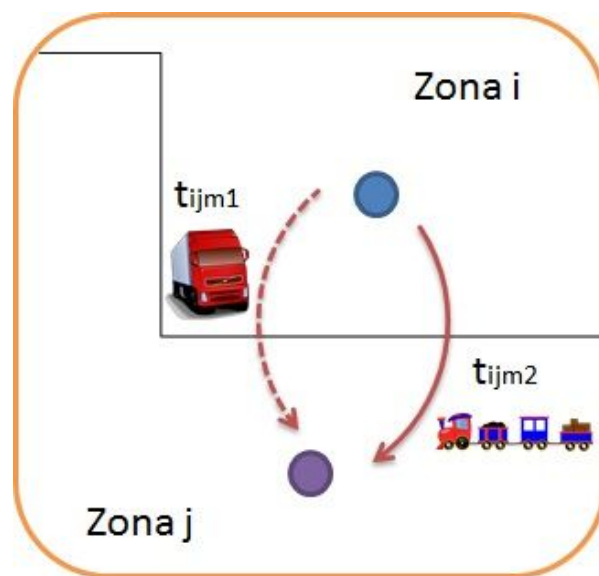


Figura 12: Etapa de partição modal.

A etapa de alocação consiste na interação entre a oferta e a demanda de transporte. As matrizes são alocadas às redes e as simulações trazem como resultado o carregamento das redes. Os resultados apresentam os valores de demanda em cada trecho do sistema de transporte representado, permitindo a avaliação do nível de desempenho que as ligações apresentam com o carregamento estimado.

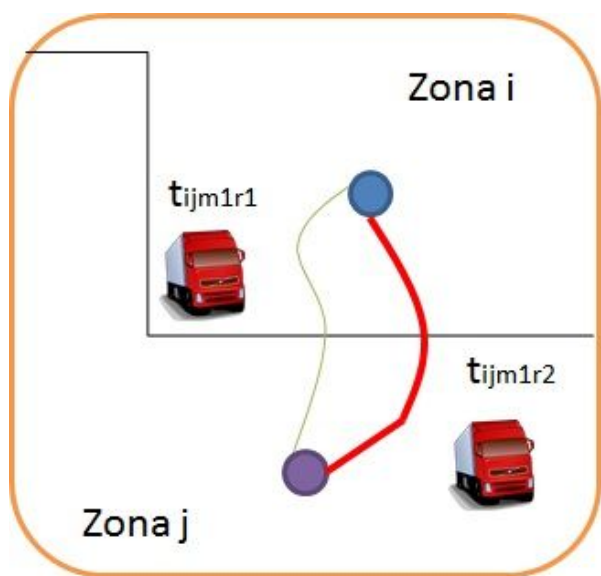


Figura 13: Etapa de alocação de viagens.

Geração de viagens

A geração da demanda ou de viagens é uma das etapas importantes na modelagem de transportes. Nesta etapa se define a demanda global a ser atendida nos diversos anos-horizonte do estudo. O objetivo da aplicação de modelos de geração da demanda é permitir a estimativa considerando as condições econômicas e sociais, das demandas totais produzidas e atraídas por cada zona de tráfego da área de estudo e seu entorno num dado período de tempo, para cada ano-horizonte.

Os modelos de geração de demanda relacionam as variáveis que descrevem a população ou a atividade econômica de cada zona e as que caracterizam o seu padrão de uso e ocupação do solo, com o potencial da zona como unidade produtora e consumidora/atratora de viagens.

A demanda por transportes é derivada da demanda por atividades, portanto os modelos de geração de viagens devem ser desenvolvidos independentemente para cada tipo de fluxo. Para o transporte de cargas, o pro-

cedimento consiste em caracterizar a demanda específica de cada produto classificado como relevante.

Distribuição de viagens

A distribuição da demanda ou distribuição de viagens é o segundo estágio do processo de projeção de demanda e o seu objetivo é estimar os intercâmbios de viagens entre as zonas de tráfego na área de estudo e no seu entorno. Os modelos adotados nesta etapa utilizam as estimativas de produção e atração por zona de transporte e algum tipo de informação sobre a estrutura da distribuição de demanda.

O resultado da aplicação de um modelo de distribuição é uma matriz de demanda, onde cada célula contém uma medida da intensidade do intercâmbio entre um dado par de zonas. A ideia básica dos procedimentos incorporados nesses modelos é a de que a demanda produzida em cada zona seja "distribuída" entre as zonas atratoras. Esta etapa pode ser associada à escolha do destino, realizada em função do potencial atrator de cada zona de destino.

O potencial atrator de cada zona depende de dois fatores: a estimativa de atração de demanda associada à zona e a competição com as demais zonas da área de estudo. Esta competição com as outras zonas, por sua vez, está relacionada com a capacidade de atração de cada uma e com a informação sobre a estrutura da interação entre as zonas.

Existem duas classes mais utilizadas de modelos de distribuição, diferenciadas em função do tipo de informação sobre a estrutura da interação entre as zonas: modelos de fator de crescimento e modelos gravitacionais.

Os modelos de fator de crescimento usam uma matriz atual (ou de um período anterior) como base para realizar a projeção da distribuição da demanda. Esta matriz é "fatorada" (sucessivamente corrigida), utilizando fatores de crescimento baseados na evolução estimada das produções e atrações de cada zona, da situação base para o ano-horizonte.

Os modelos gravitacionais tomam por base a estrutura da matriz de distribuição de demanda projetada com informações sobre a oferta de transportes prevista. Esta é descrita, em geral, em termos dos tempos ou custos associados ao deslocamento entre cada par de zonas. É comum se adotar uma combinação destes fatores, denominada genericamente de impedância ou custo generalizado.

Linhas de desejo

Uma vez construídas as matrizes para os respectivos produtos relevantes e feito o procedimento de distribuição de viagens, são construídas as linhas de desejo para cada grupo de produto.

As linhas de desejo mostram a ligação entre as áreas de produção e de consumo específicos para cada tipo de produto entre uma zona de origem e uma zona de destino. As linhas de desejo permitem uma primeira visualização da intensidade de viagens produzidas e atraídas para cada zona de tráfego.

Escolha ou repartição modal

A escolha ou repartição modal é o estágio final do processo de projeção da demanda por transporte. Seu objetivo é estimar os fluxos de cargas entre os pares de zonas de tráfego para cada modo de transporte analisado. Uma vez conhecida a demanda, representada nas matrizes de fluxos por modo de

transporte, procedendo a interação com a oferta, através do carregamento da rede multimodal de transportes.

Os modelos de divisão ou escolha modal utilizam informações sobre a distribuição da demanda, sobre as suas características e sobre a oferta de transportes. As matrizes de distribuição da demanda, para cada tipo de fluxo, são "divididas" em diversas outras matrizes, uma para cada modo de transporte e tipo de fluxo considerado.

Para cada célula da matriz, o fluxo entre o par de zonas correspondente é atribuído aos diversos modos, em função de seus atributos com relação a este deslocamento específico. A etapa de divisão modal tem um papel central no processo de simulação da demanda, uma vez que uma boa parte das políticas de transporte está relacionada à utilização da opção modal ou intermodal alternativa à prevalecente na situação existente.

Fatores que influenciam a escolha modal

A escolha do modo de transporte depende dos conjuntos de atributos relacionados aos deslocamentos, aos usuários e ao sistema de transporte.

Os atributos do deslocamento referem-se às características específicas do transporte de mercadorias, tais como:

- Tipo de produto;
- Período de realização da viagem;
- Quantidade e frequência dos despachos; e
- Distância da viagem.

Os atributos dos usuários observam os seguintes itens:

- Estrutura logística;
- Capacidade de armazenagem;
- Extensão geográfica do mercado; e

- Condição de acesso ao modo (terminais ferroviários, portos, serviços de coleta e distribuição).

Quanto às características da oferta de transporte disponível, estas podem ser classificadas em quantitativas e qualitativas. Entre as qualitativas, destacam-se as seguintes variáveis:

- Custo de viagem;
- Custos de carga, descarga e de transbordo;
- Custos de seguro, armazenagem e de juros;
- Tempo no veículo;
- Tempo de carga e descarga, transbordo e de espera;
- Segurança da carga (roubo, acidentes e efeitos climáticos); e
- Regularidade e confiabilidade.

Para este plano, foi realizada uma Pesquisa de Embarcadores com o intuito de aprofundar o conhecimento acerca da divisão modal da carga geral, identificando-se parâmetros e variáveis importantes para o processo de

simulação e modelagem de transportes, e, ainda, trazendo informações a respeito de quais cargas e em que proporções poderiam migrar para outros modos de transportes. Tais elementos permitiram a quantificação dos chamados custos generalizados.

Intermodalidade

Dentro da modelagem da escolha modal de viagens, é importante citar que as funções de custo elaboradas também permitiram identificar o potencial de intermodalidade logística que poderá existir para certos tipos de demanda de carga.

A intermodalidade refere-se à utilização integrada da cadeia de transporte, ou seja, a utilização integrada dos modos. A intermodalidade permitirá avaliar possíveis gargalos quanto a custos de transbordo, capacidade de terminais de transbordo e a competitividade dos modos de transporte.

A representação gráfica da Figura 14 mostra, em detalhes, os elementos envolvidos na intermodalidade de rotas.

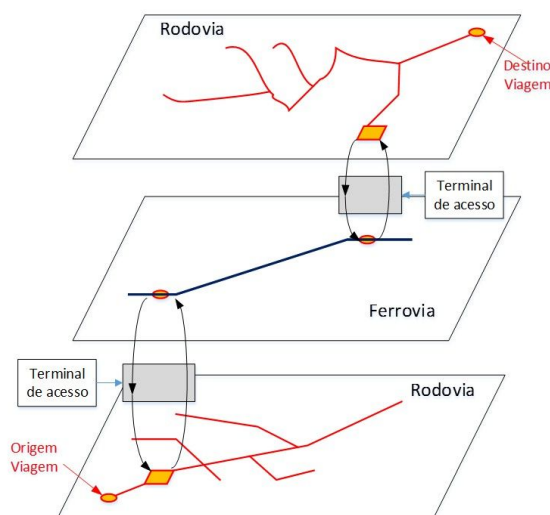


Figura 14: Representação gráfica da intermodalidade de rotas.

Alocação de viagens

O modelo utilizado foi o de “Alocação incremental”, o qual permite modelar a alocação da demanda na rede em etapas contínuas. Inicialmente, os usuários podem utilizar uma rede livre, para as quais existe exatamente um caminho mais curto ou de menor custo generalizado para cada par origem e destino.

O tráfego da rede é carregado sucessivamente. Em cada passo, a rede é congestionada com veículos adicionais e, desse modo, aumenta a impedância sobre as ligações congestionadas, voltas e conectores. Devido à mudança nas impedâncias, novas rotas mais curtas podem ser encontradas em todos os passos de incremento da rede.

Este modelo procede da seguinte forma: a matriz total de demanda F é fracionada em um número de matrizes através da aplicação de fatores proporcionais P_n , com valores entre um intervalo de 0 até 1, tal que $\sum_{i=1}^n P_n = 1$.

As matrizes fracionadas são alocadas, segundo um procedimento incremental, sobre a árvore de caminhos de custo mínimo, que tem sido calculado em cada etapa de iteração baseado nos custos dos arcos dos fluxos acumulados. Os valores padrão de P_n normalmente utilizados são: 0,4; 0,3; 0,2; e 0,1.

A formulação pode ser descrita com os seguintes passos:

- i. Seleção de um conjunto inicial de custos de impedâncias dos arcos (atualizados), normalmente em condições de fluxo livre, e definir todos os fluxos $q_0 = 0$. Seleção de um conjunto de fatores P_n de fracionamento da matriz de demanda F , tal que $\sum_{i=1}^n P_n = 1$; definir $n = 0$.
- ii. Construção das árvores de caminhos de custo mínimo (um para cada origem), utilizando as impedâncias atualizadas; definir $n = n + 1$.
- iii. Alocação da fração da demanda $F_n = P_n F$ na árvore de caminhos de custo mínimo através do método tudo ou nada. Assim, é criado um conjunto de fluxos auxiliares $P_n F$. Os fluxos acumulados são calculados através da soma dos fluxos sobre cada arco, provenientes de outras iterações.
- iv. Cálculo de um novo conjunto de impedâncias dos arcos atualizados sobre a base dos fluxos q_n . Se não foi alocada toda a fração da matriz F , retorna-se ao passo II de outro modo, até a conclusão do processo.

O procedimento utilizado neste estudo para aplicar o modelo de alocação incremental é apresentado na Figura 15.

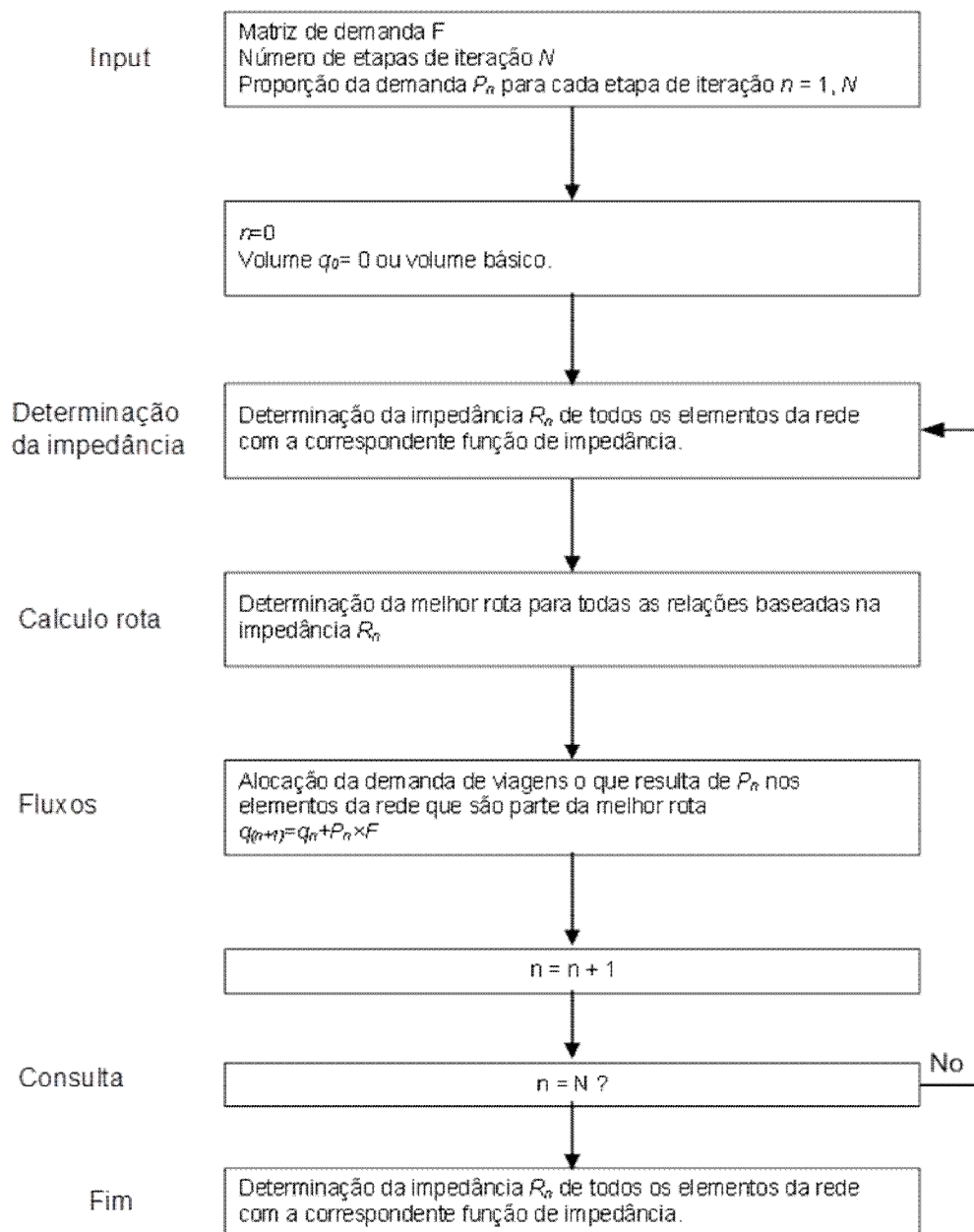


Figura 15: Procedimento de alocação incremental.

Caminho mínimo

O caminho mínimo diz respeito ao menor caminho entre uma origem e um destino. Existem três tipos de entrada de dados para alocação por caminhos mínimos: único, múltiplos e matriz de distribuição.

O primeiro refere-se à consulta de apenas um par de origem e destino. O segundo é relativo à alocação de múltiplos pares de origem-

destino. O último refere-se à alocação de uma matriz de distribuição previamente montada. Vale ressaltar que o cálculo realizado para a escolha do caminho é o mesmo nas três diferentes formas de entrada citadas anteriormente. Assim, os caminhos mínimos podem ser calculados considerando as impedâncias a seguir discriminadas.

Impedâncias

As variáveis (denominadas impedâncias), pelas quais o caminho pode ser definido, são: distância, tempo e custo generalizado.

Distância

O modelo escolhe o caminho mínimo entre uma origem e um destino, ou seja, procura o percurso de menor extensão possível. A origem e o destino podem ser cidades, terminais ferroviários ou portos. Cada *link*, seja ferroviário, rodoviário ou hidroviário, possui sua distância cadastrada na base de dados.

O modelo busca as informações na base de dados e calcula o caminho mínimo global através do algoritmo de Dijkstra. Assim, as únicas entradas de dados são a origem e o destino; o restante necessário para o cálculo está inserido na base.

Tempo

O cálculo do caminho mínimo por tempo funciona praticamente da mesma forma que o anterior. A diferença é que cada link, além de possuir as distâncias cadastradas, também contém as velocidades médias desses trechos. Dessa forma, o quociente entre a distância e a velocidade resulta no tempo médio percorrido. O algoritmo de Dijkstra mais uma vez se utiliza desses dados para a escolha do caminho mais rápido.

Custo generalizado

O custo generalizado é um valor relacionado com o custo para realizar a movimentação de um produto entre zonas de tráfego, com a utilização dos diferentes modos de transporte. Esse custo considera, basicamente, o custo do deslocamento, o custo dos transbordos e o custo do tempo total da viagem, incluindo

os tempos de espera em terminais, nos transbordos e nos deslocamentos.

3.2 Levantamentos e pesquisas

As pesquisas e levantamentos realizados tiveram como finalidade coletar informações sobre as principais cargas e sua forma de movimentação, servindo de base para o estudo do comportamento atual e futuro dos deslocamentos nas vias de maior importância.

As pesquisas em rodovias levantaram informações sobre as origens, sobre os destinos e sobre a quantidade de veículos que circulam nas vias, coletando-se, também, dados a respeito da carga: tipo de produto, valor e peso da mercadoria transportada, horário, frequência e quilometragem percorrida.

Foram também coletados dados nos órgãos federais e estaduais referentes às rodovias, ferrovias, hidrovias, cabotagem marítima, portos, armazéns e as conexões do Brasil com a América do Sul, complementados com informações dos diferentes planos realizados, tais como o Plano PNLT, o PNIH, o PNLP e o PHE.

3.3 Matrizes origem/destino (O/D)

As matrizes origem e destino mostram a quantidade total de carga movimentada entre duas zonas de tráfego (pares O/D), por grupo de produtos, para diferentes cenários de projeção de demanda e horizontes de projeto.

Essa etapa do trabalho, composta pelas matrizes O/D, modelagem macroeconômica e construção de cenários, foi desenvolvida no âmbito da parceria da EPL com o IPEA, o qual produziu as projeções de consumo e produ-

ção que serviram de base para a formulação da matriz origem e destino de cargas para os horizontes futuros.

Foram estruturadas 577 zonas, sendo 558 zonas interiores de microrregiões do IBGE, 12

zonas na América do Sul, onde cada país foi designado como uma zona e, as demais sete zonas correspondendo as seguintes regiões geográficas: América do Norte, América Central, Europa, África, Ásia, Oriente Médio e Oceania. (Figura 16).

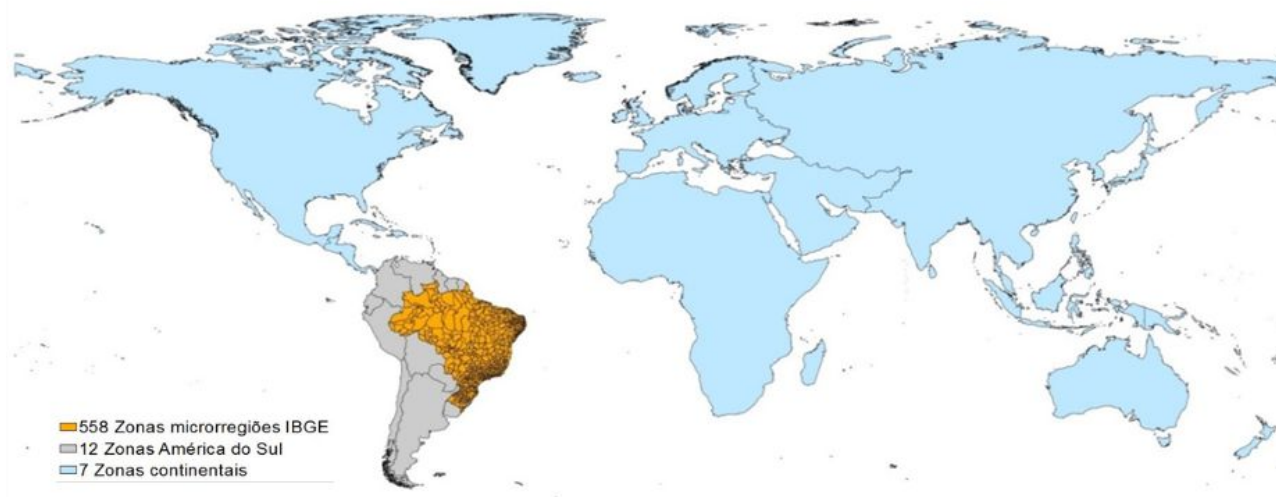


Figura 16: Regiões e microrregiões de estudo.

3.3.1 Modelagem macroeconômica

A elaboração das matrizes origem e destino do transporte de cargas envolveu a realização de levantamento do padrão de viagens inter-regionais, identificando os potenciais de geração e atração de viagens de cada localidade, bem como a distribuição entre elas.

Nos modelos que estimam o número de viagens de carga, os dados socioeconômicos mais relevantes foram as atividades produtivas e o valor bruto da produção por tipo de atividade. Também exercem influência os dados de população e de renda na atração dessas viagens.

A análise de séries temporais permitiu descrever o comportamento de uma sequência de observações, além de prever valores e efeitos futuros associados à série temporal. Para isto, utilizou-se o modelo proposto por Bonelli, para as projeções de renda, e o modelo Holt-Winters, para as projeções iniciais de atividades e produtos.

3.3.2 Cenários de demanda

Para a projeção de demanda das matrizes origem-destino foram calculados três cenários econômicos (pessimista, mediano e otimista), cujas taxas de crescimento médio anual são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1: Cenários de demanda

Grupo de produto	Pessimista	Mediano	Otimista	Utilizado no PNL
Carga Geral – CG	0,5%	1,8%	2,4%	1,8%
Granel Sólido Não Agrícola - GSNA	2,9%	3,1%	4,4%	3,1%
Granel Sólido Agrícola - GSA	2,9%	4,0%	5,4%	5,4%
Granel Líquido - GL	0,7%	1,4%	1,7%	1,4%

Para o grupo de carga geral, foi utilizado o cenário mediano de crescimento. Tal uso está em conformidade com taxa média de crescimento da série histórica da Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física – PIM-PF (grupo de atividade “indústria geral”), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A série mais nova da pesquisa, de 2002 a 2014 (com o ano base em 2012), apresenta uma taxa média⁵ de crescimento anual de 1,53%, valor muito próximo do utilizado no PNL.

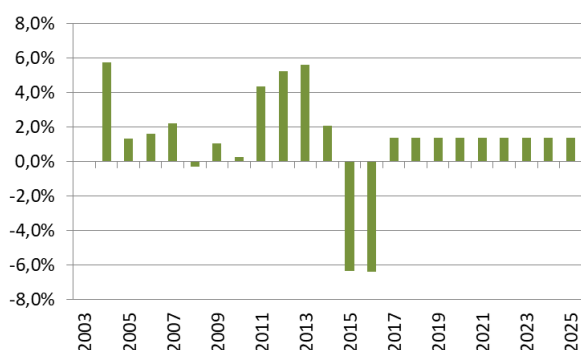


Figura 17: Variação da produção industrial (dado real até 2016).

Fonte: PIM-PF (IBGE) e EPL.

De acordo com os dados da indústria extrativista, calculados também a partir da PIM-PF, entre 2002 e 2016, a taxa de crescimento médio anual foi de 3,39%. Tendo em vista que esse índice agrega a produção de minerais metálicos e não metálicos, em forma de granéis, pode-se considerar um reflexo da

produção mineral brasileira. Por conta da proximidade com a taxa de crescimento médio desse índice, optou-se por considerar o cenário mediano para o granel sólido não agrícola.

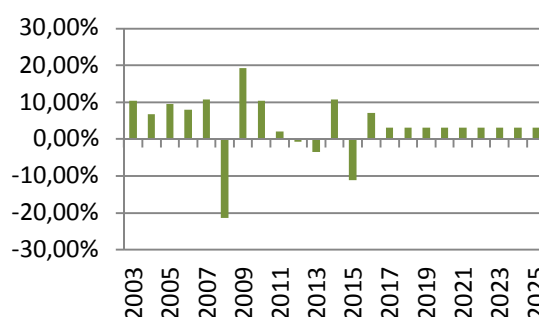


Figura 18: Variação da produção da indústria extrativista (dado real até 2016).

Fonte: PIM-PF (IBGE) e EPL.

Para o granel sólido agrícola, a mesma argumentação pode ser utilizada para justificar a escolha do cenário otimista. Utilizando os dados da produção de grãos no país, disponibilizado pela Companhia Nacional de Abastecimento – Conab para os anos de 2002 a 2016, a taxa de crescimento médio anual foi de 4,49%. Como o valor é significativamente destoante da taxa anual considerada no cenário médio e pelas perspectivas de aumento de mecanização das lavouras brasileiras, preferiu-se o uso do cenário otimista.

⁵ Desconsideram-se os anos de 2014 e 2015 por apresentarem resultados depreciados devido à intensa crise econômica que afligiu o país.

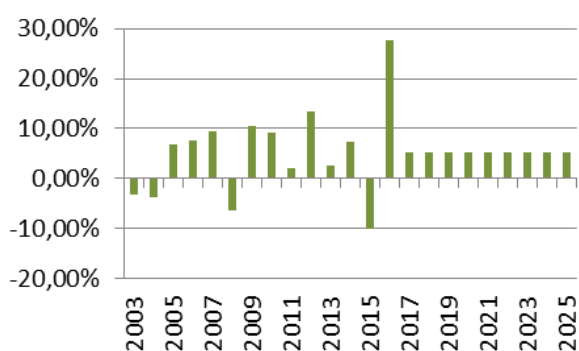


Figura 19: Variação da produção de grãos (dado real até 2016).

Fonte: Conab e EPL

Para o granel líquido, foi utilizado o cenário mediano de crescimento. A produção estimada de graneis líquidos, calculada a partir da produção de derivados de petróleo declarada pela Agência Nacional do Petróleo – ANP, no período de 2002 a 2016, apresentou um crescimento médio anual de 1,04%. Como há a expectativa de recuperação da produção de refinados pela Petrobras, que é responsável por 98% da capacidade de refino brasileira, decidiu-se pelo uso do cenário mediano de projeção.

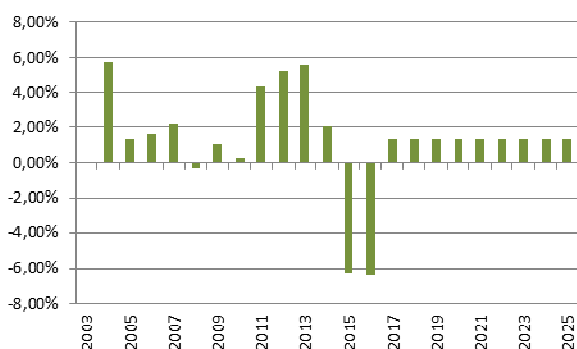


Figura 20: Variação da produção de derivados de petróleo (dado real até 2016).

Fonte: ANP.

3.4 Custos logísticos

Para o cálculo dos custos logísticos, foram desenvolvidas ferramentas que permitem estimar os custos de transporte e de transbordo para os principais meios de transporte.

Esses custos propiciaram a comparação e diferenciação das alternativas logísticas, de forma a possibilitar a identificação das melhores alternativas de transporte entre dois pontos da rede logística simulada.

Foram desenvolvidos simuladores para os modos rodoviário, aquaviário (hidrovias e cabotagem marítima), e terminais de transbordo. Além disso, foram levantados os custos de movimentação portuária e de tarifa de transporte ferroviário com base em dados reais praticados.

Para as operações de transbordo, foram calculados os custos para as situações mais relevantes, conforme mostrado na tabela 2.

Os simuladores foram elaborados a partir da análise de custos fixos e variáveis, em contrapartida às variáveis de desempenho obtidas na produção de transporte.

Com o uso desses simuladores, foram geradas funções genéricas para custos de transportes por tipo de produto e a distância a ser percorrida. A classificação utilizada separou as cargas em cinco grandes grupos: granel sólido agrícola, granel sólido não agrícola, granel líquido, carga geral e carga geral containerizada.

Embora tenham sido realizadas análises de custos separadas para Carga Geral Containerizada – CGC, no desenvolvimento desta etapa do PNL a CGC foi considerada como Carga Geral – CG.

Para o cálculo das diferentes funções por tipo de carga, foi necessário atrelar cada carga a um tipo de veículo rodoviário, comboio ferroviário ou embarcação típica. Nessa lógica, foram realizadas diversas pesquisas e visitas técnicas.

Foram consideradas informações operacionais dos veículos, resultando em diferentes equipamentos utilizados e desempenhos ob-

tidos, o que possibilitou a diferenciação dos custos de transporte dentre os tipos de cargas considerados.

Tabela 2: Simuladores de custo de transbordo.

Tipo de Transbordo	GSA (R\$/t)	GSNA (R\$/t)	GL (R\$/m ³)	CG (R\$/t)	CGC (R\$/t)
Rodo-ferro	✓	✓	✓	✓	✓
Rodo-hidro	✓	✓	✓	✓	✓
Ferro-hidro	✓	✓	✓	✓	✓
Ferro-ferro	✓	✓	✓	✓	✓
Ferro-rodo	✓	N/A*	✓	✓	✓
Hidro-ferro	✓	✓	✓	✓	✓
Hidro-rodo	✓	N/A*	✓	✓	✓

* Custo não apurado por se tratar de situação considerada pouco factível.

Cabe ressaltar que a simulação abrange somente as operações de transporte de cargas entre dois pontos; não inclui, portanto, eventuais operações adicionais de coleta e entrega, embora o tempo médio de carga e descarga tenha sido considerado.

Foram realizadas também análises comparativas dos resultados obtidos com dados reais do setor, no intuito de validar os dados obtidos com a simulação dos custos para todos os modos.

3.5 Capacidades

3.5.1 Capacidade em rodovias

Para o cálculo da capacidade rodoviária, foram selecionados os principais corredores rodoviários do país, tendo sido incluídas as rodovias federais de maior importância no transporte de cargas, bem como aquelas rodovias estaduais e municipais que desempenham um papel relevante como alimentadoras da rede da infraestrutura de transportes.

Com relação ao estado de São Paulo, houve uma quantidade maior de rodovias estaduais incluídas no cálculo da capacidade, tendo em vista a sua importância na geração e distribuição de cargas, bem como da relevância na malha viária das regiões sudeste e sul.

As capacidades máximas foram calculadas por dia e por ano, em toneladas, para rodovias em pista dupla, em pista simples e em pista de leito natural para os diferentes tipos grupos de produtos: carga geral, granel líquido, granel sólido agrícola e granel sólido não agrícola

3.5.2 Capacidade em ferrovias

A quantificação do atributo capacidade de movimentação de carga no modo ferroviário, utilizado nas simulações para alocação da demanda, foi desenvolvida considerando dois aspectos: capacidade das vias de circulação e capacidade de carga e descarga dos terminais.

A capacidade de movimentação de cargas em ferrovias depende de uma série de fatores

inter-relacionados, tais como: distribuição da demanda entre os tipos de produtos a movimentar, grau de reaproveitamento dos fluxos de retorno, aspectos sazonais, pontos de origem e destino, características da infraestrutura, sistema de sinalização, nível de heterogeneidade dos trens tipos e material rodante, dentre outros.

A capacidade ferroviária de carga é sempre referenciada como capacidade de circulação em trens por dia. Isso é consequência da ocupação dos “*slots*” disponíveis na ferrovia por diversos tipos de trens, com um “*mix*” diversificado de produtos em diferentes densidades e tamanhos de trem.

Foram considerados os quatro grupos de produtos: carga geral, granel líquido, granel sólido agrícola e granel sólido não agrícola.

A capacidade de transporte em toneladas úteis por ano foi obtida a partir da capacidade de tráfego ou vazão de um trecho ferroviário, definida como o número de trens que poderão circular num determinado intervalo de tempo, geralmente de 24 horas.

Para cálculo da capacidade foram considerados apenas os trens de carga, com vagões carregados, e o total de toneladas úteis por trem, em função do tipo de material transportado.

3.5.3 Capacidade em hidrovias

Para o cálculo da capacidade, foram selecionadas as oito principais hidrovias do país, classificadas pela Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ como hidrovias economicamente navegadas, divididas em dois grupos:

Hidrovias sem Restrição de Capacidade:

- Paraguai;
- Tapajós (trecho Miritituba / Santarém);
- Solimões-Amazonas; e
- Madeira.

Hidrovias com Restrição de Capacidade:

- Tocantins (Trecho Marabá - Porto de Vila do Conde);
- São Francisco (Trecho Ibotirama - Juazeiro);
- Paraná-Tietê; e
- Sul (Rios Taquari, Jacuí e Guaíba - Lagoas dos Patos).

Para as hidrovias sem restrição de capacidade, foram consideradas as capacidades dos terminais já instalados. Para as hidrovias com restrição, foram consideradas as capacidades dos pontos de maior restrição, como pontes e eclusas.

3.5.4 Capacidade portuária

Os portos selecionados para o cálculo da capacidade de movimentação foram: Aratu (BA), Belém (PA), Estrela (RS), Imbituba (SC), Itaguaí (RJ), Itajaí (SC), Itaqui (MA), Manaus (AM), Paranaguá (PR), Pecém (CE), Porto Alegre (RS), Porto Velho (RO), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande (RS), Salvador (BA), Santarém (PA), Santos (SP), São Francisco do Sul (SC), Suape (PE), Vila do Conde (PA) e Vitória (ES).

Com exceção do porto de Santos, os dados dos demais portos foram obtidos nos Planos Mestres elaborados pela Secretaria de Portos.

Para o porto de Santos foram considerados os dados dos terminais que existem naquele porto, tomando como base o estudo “Complexo Portuário da Baixada Santista”, realiza-

do pela Companhia Docas de São Paulo - CODESP.

Foram coletadas informações de capacidade de movimentação de cargas conforme a categoria de produtos utilizada: granel sólido agrícola, granel sólido não agrícola, granel líquido e carga geral.

3.6 Reunião com entidades públicas e privadas

Para validação e aprimoramento das premissas e metodologia utilizadas no desenvolvimento do PNL, foram promovidas pela EPL diversas apresentações e reuniões de trabalho.

Participaram desses eventos, realizados ao longo de 2016: entidades setoriais, associações, agências reguladoras, órgãos fomentadores de políticas públicas, empresas públicas setoriais, etc.

4

Cenários

Um dos objetivos fundamentais deste plano é identificar alternativas para alcançar uma melhor eficiência na matriz de transporte.

Foram simulados dois cenários, visando atender a demanda projetada para a movimentação de cargas no ano de 2025 (Matriz O/D 2025):

- O primeiro, denominado **“Cenário Rede Básica”**, considerou a rede atual multimodal, incorporando as obras e as premissas relacionadas nos subitens 4.2.1 e 4.2.2 (infraestrutura já disponível ou em construção a ser entregue em curto prazo, com recursos priorizados);
- O segundo, designado **“Cenário PNL 2025”**, acrescentou, também, as obras listadas nos subitens 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3 (empreendimentos qualificados no PPI, componentes do Programa Avançar, obrigações de concessões vigentes e ampliações de capacidade em concessões prorrogáveis).

Adicionalmente, foi testada outra alternativa levando em conta os empreendimentos incorporados no “Cenário PNL 2025”, porém sem considerar as adequações de capacidade nas seguintes ferrovias: Estrada de Ferro Carajás - EFC, Estrada de Ferro Vitória a Minas - EFVM, Ferrovia Centro-Atlântica S.A. - FCA, Rumo Malha Paulista S.A. e MRS Logística S.A.

4.1 Matriz O/D 2025

Foi considerado o ano de 2025 como horizonte para a simulação do carregamento das

redes de transporte. O horizonte mais curto de planejamento contribuirá para a melhor adaptação do plano, por meio de revisões periódicas, às mudanças sociais e econômicas.

As matrizes de origem e destino de movimentação de cargas para o ano horizonte de 2025 foram elaboradas tomando como base as projeções da produção e de consumo dos grupos de produtos:

- **Granel Sólido Agrícola - GSA:** farelo de soja, milho em grãos e soja em grãos.
- **Granel Sólido Não Agrícola - GSNA:** carvão mineral, cimento, minério de ferro e outros minerais.
- **Carga Geral - CG:** alimentos e bebidas (processados), celulose e papel, outros da lavoura e pecuária, produtos básicos de borracha, plástico e não metálicos, produtos da exploração florestal e da silvicultura e manufaturados.
- **Granel Líquido - GL:** combustíveis, petróleo e químicos.

As matrizes de origem e destino de cargas para o ano de 2025, agrupadas por região geográfica e exterior, para os quatro grupos de produtos e para o somatório de todos os grupos de produtos, são apresentadas nas Tabelas 3 a 7 a seguir.

Conforme pode ser observado na Tabela 3, estima-se que serão movimentadas 2.303,1 milhões de toneladas de carga no ano de 2025, sendo que aproximadamente 45% dessas movimentações terão origem na região Sudeste, assim como essa Região também será a principal área de atração das cargas, com cerca de 34% do total dos destinos.

Tabela 3: Matriz O/D para todos os Grupos de Produtos - Ano 2025 (milhões de toneladas).

Região	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Exterior	Total origem
Norte	36,3	38,4	17,0	8,0	5,3	256,1	361,1
Nordeste	12,3	82,7	55,0	22,2	10,8	45,4	228,4
Sudeste	20,9	60,7	485,9	97,3	46,9	319,2	1.030,9
Sul	9,4	23,6	90,7	118,4	17,4	66,1	325,6
Centro-Oeste	10,1	16,8	53,4	28,4	35,7	75,8	220,2
Exterior	9,0	25,8	69,5	26,2	6,1	0,3	136,9
Total destino	98,0	248,0	771,5	300,5	122,2	762,9	2.303,1

De acordo com o apresentado na Tabela 4, é prevista a movimentação de 921,7 milhões de toneladas de granel sólido não agrícola - GSNA, no ano de 2025, sendo que aproxima-

damente 53% dessas movimentações terão origem na região Sudeste e 32% na região Norte, enquanto que 54% terão como destino o exterior.

Tabela 4: Matriz O/D para o Grupo de Produto Granel Sólido Não Agrícola - Ano 2025 (milhões de toneladas).

Região	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Exterior	Total origem
Norte	24,8	28,5	2,0	0,6	0,4	239,8	296,1
Nordeste	1,4	26,6	5,7	1,1	0,7	5,7	41,2
Sudeste	0,9	8,5	219,7	8,3	5,5	246,4	489,3
Sul	0,1	0,7	6,1	26,5	1,5	0,4	35,3
Centro-Oeste	0,9	0,6	6,3	1,3	7,6	6,3	23,0
Exterior	1,4	4,2	28,0	2,5	0,7	0,0	36,8
Total destino	29,5	69,1	267,8	40,3	16,4	498,6	921,7

A Tabela 5 mostra a previsão de movimentação de 182,2 milhões de toneladas de granel sólido agrícola - GSA, no ano de 2025, sendo

que aproximadamente 53% dessas movimentações terão origem na região Centro-Oeste, e 60% desses produtos terão como destino o exterior.

Tabela 5: Matriz O/D para o Grupo de Produto Granel Sólido Agrícola - Ano 2025 (milhões de toneladas).

Região	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Exterior	Total origem
Norte	3,5	0,8	0,5	0,2	0,4	6,1	11,5
Nordeste	0,2	4,8	0,5	0,2	0,2	12,4	18,3
Sudeste	0,1	0,5	9,4	0,5	0,7	7,2	18,4
Sul	0,1	0,4	1,1	11,6	0,5	22,5	36,2
Centro-Oeste	1,9	2,7	11,0	9,8	11,1	60,7	97,2
Exterior	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,6
Total destino	5,8	9,5	22,5	22,6	12,9	108,9	182,2

De acordo com o apresentado na Tabela 6, estima-se que serão movimentadas 319,2 milhões de toneladas de granel líquido - GL, no ano de 2025, concentrando-se as movi-

mentações na região Sudeste, que será responsável por 43% das origens e por 39% dos destinos dessas cargas.

Tabela 6: Matriz O/D para o Grupo de Produto Granel Líquido - Ano 2025 (milhões de toneladas).

Região	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Exterior	Total origem
Norte	3,9	1,7	0,6	0,2	0,6	0,5	7,6
Nordeste	3,9	22,4	11,3	4,4	1,9	7,5	51,5
Sudeste	4,2	10,7	71,7	20,5	15,4	14,6	137,2
Sul	1,1	2,4	11,4	23,8	1,8	5,4	45,9
Centro-Oeste	2,0	1,6	5,1	2,2	6,5	0,6	18,1
Exterior	4,2	13,2	24,6	13,5	3,3	0,1	58,9
Total destino	19,4	52,1	124,6	64,7	29,6	28,8	319,2

Conforme pode ser observado na Tabela 7, estima-se que serão movimentadas 880,4 milhões de toneladas de carga geral - CG, no ano de 2025, sendo que aproximadamente 44% dessas movimentações terão origem na

região Sudeste e 24% na região Sul. Essas Regiões também serão as principais áreas de destino dessas cargas, com cerca de 41% e 20%, respectivamente.

Tabela 7: Matriz O/D para o Grupo de Produto Carga Geral - Ano 2025 (milhões de toneladas).

Região	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Exterior	Total origem
Norte	4,1	7,4	13,9	7,0	3,9	9,7	46,0
Nordeste	6,8	28,9	37,5	16,5	8,0	19,8	117,5
Sudeste	15,7	41,0	185,1	68,0	25,3	51,0	386,1
Sul	8,1	20,1	72,1	56,5	13,6	37,8	208,2
Centro-Oeste	5,3	11,9	31,0	15,1	10,5	8,2	82,0
Exterior	3,4	8,1	16,9	9,9	2,1	0,2	40,6
Total destino	43,4	117,4	356,5	173,0	63,4	126,7	880,4

4.2 Cenário Rede Básica

O “Cenário Rede Básica” utilizado para a simulação da movimentação do transporte de cargas corresponde à configuração da “rede atualmente existente”, acrescida das principais obras em execução ou com conclusão prevista até o final do ano de 2020.

Esse “Cenário Rede Básica” servirá como padrão para as comparações dos resultados das simulações, permitindo avaliar o desempenho dos cenários que incorporarão as propostas a serem analisadas para o ano horizonte de 2025.

4.2.1 Empreendimentos em rodovias

Foi considerada, na “Rede Básica”, a incorporação de 262,4 quilômetros de construção

e/ou pavimentação de novas vias em pista simples, discriminadas na Tabela 8.

Tabela 8: Programa Avançar* – Carteira de Rodovias até 2020.

UF	BR	Tipo	Trecho	Extensão (Em km)
BA	135	Construção	Entr. BR-030 (Cocos) - Div. BA/MG	23,0
BA	242	Construção	Entr. BR-020 - Entr. BA-460	19,0
MA	135	Construção	Estiva - Entr. BR-402/MA-110 (Bacabeira)	25,9
MG	135	Construção	Entr. BR-030 (Montalvânia) - Manga	63,9
PA	163	Construção	Div. MT/PA - Entr. BR-230 (Campo Verde)	114,6
PA	230	Construção	Entr. BR-163 (Campo Verde) - Miritituba	16,0
Total				262,4

*Trechos do Programa Avançar integrantes de corredores logísticos, não incluindo travessias urbanas.

4.2.2 Empreendimentos em ferrovias

Considerada a duplicação de 892 quilômetros da Estrada de Ferro Carajás, conforme informações constantes na Tabela 9.

Tabela 9: Carteira de Obras Ferroviárias até 2020.

UF	Ferrovia	Tipo	Trecho	Extensão (em km)
MA/PA	Estrada de Ferro Carajás (EFC)	Duplicação	Ponta da Madeira/MA – Carajás/PA	892,0
Total				892,0

4.2.3 “Rede Básica” multimodal

A rede multimodal apresentada na Figura 21 mostra a localização dos empreendimentos em rodovias e em ferrovias a serem concluí-

dos até o ano de 2020. Ela será utilizada como parâmetro para identificar as deficiências na infraestrutura de transportes, servindo também de referência para as comparações com os cenários 2025 a serem analisados.

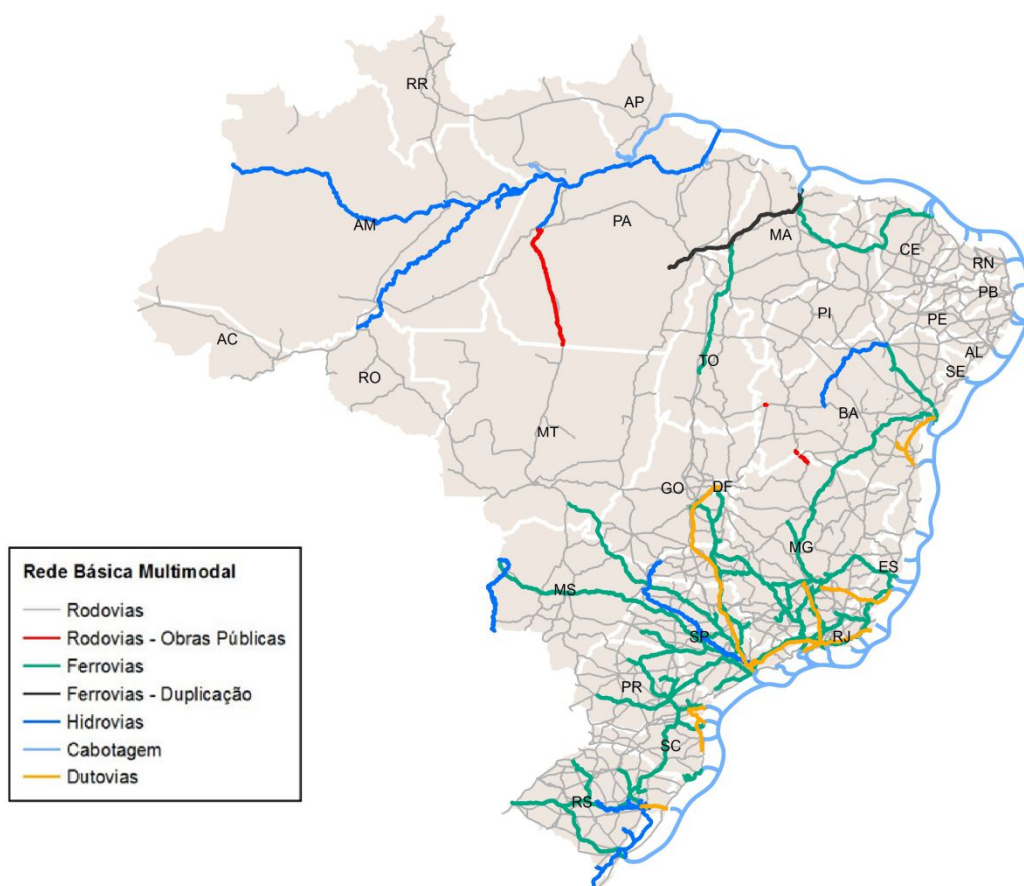


Figura 21: “Rede Básica” Multimodal.

4.3 “Cenário PNL 2025”

O “Cenário PNL 2025” foi concebido adotando-se como premissa a inclusão de rodovias, de ferrovias e de hidrovias com execução prevista e que estarão operacionais em 2025. Considerou-se também o aumento de capacidade em ferrovias existentes e o incremento na cabotagem marítima.

O portfólio considerado pelo PNL será apresentado a seguir.

Para as rodovias:

- Programa Avançar⁶;

⁶ Trechos do Programa Avançar integrantes de corredores logísticos, não incluindo travessias urbanas.

- Programa Avançar Parcerias;
- Investimentos programados em concessões existentes; e
- Relicitações de concessões existentes⁷.

Para as ferrovias:

- Programa Avançar Parcerias;
- Adequações de capacidade de ferrovias concedidas⁷; e
- Reativação de trechos não operacionais.

Para a cabotagem marítima e para as hidrovias interiores:

⁷ Projetos qualificados no Programa Avançar Parcerias, incluindo soluções de conflitos ferroviários urbanos como a construção do Ferroanel Norte de São Paulo (SP).

- Melhoria na infraestrutura rodoviária e ferroviária, potencializando a utilização dos portos e terminais; e
- Programa Avançar.

4.3.1 Empreendimentos em rodovias

Foi considerada a inclusão de aproximadamente 7,8 mil quilômetros de obras em rodovias, envolvendo duplicação, adequação e construção, conforme apresentado nas Tabelas de 10 a 13, e localizados, respectivamente, nas Figuras de 22 a 25.

Tabela 10: Programa Avançar – Rodovias.

UF	BR	Tipo	Trecho	Extensão (km)
AL	101	Duplicação	Div. PE/AL - Div. AL/SE	193,0
BA	235	Construção	Div. SE/BA - Div. BA/PI	332,9
MG	146	Construção	Entr. MG-050 (Passos) - Entr. BR-491 (Guaxupé)	88,0
MG	381	Duplicação	Entr. BR-116/451 (Governador Valadares) - Entr. BR-262 (Anel de BH)	305,3
MT	158	Construção	Entr. MT-412 (p/ Canarana do Norte) - Entr. MT-322	122,9
MT	174	Construção	Entr. MT-420 (Castanheira) - Entr. MT-206/418 (Colniza)	267,6
MT	242	Construção	Entr. BR-158/MT-243 - Entr. BR-163/MT-242 (Sorriso)	433,9
PA	230	Construção	Entr. BR-153/155/222 (Marabá) - Medicilândia	486,3
PA	230	Construção	Medicilândia - Entr. BR-163 (Rurópolis)	256,0
PA	230	Construção	Entr. BR-163 (Rurópolis) - Entr. BR-163 (Campo Verde)	111,9
PE	101	Duplicação	Entr. PE-087/096 (Palmares) - Div. PE/AL	28,2
PR	487	Construção	Porto Camargo - Entr. BR-272 (anel viário de Campo Mourão)	166,0
RJ	493	Duplicação	Arco Rodoviário do Rio de Janeiro (Manilha - Santa Guilhermina)	26,0
RS	116	Duplicação	Entr. BR-290/386 (Porto Alegre) – Entr. BR-392/471	256,1
SC	163	Duplicação	Entr. BR-282/386 (p/ São Miguel do Oeste) - Div. SC/PR	58,3
SC	280	Duplicação	Porto de São Francisco do Sul - Entr. SC-416 (Jaraguá do Sul)	60,1
SC	470	Duplicação	Navegantes - Entr. BR-477 (p/ Blumenau)	54,6
SE	101	Duplicação	Div. AL/SE - Entr. SE-245/429 (Pedra Branca)	77,6
SP	116	Construção	Rodoanel de São Paulo: Trecho Norte (Rodovia Bandeirantes - BR-116)	44,0
TO	242	Construção	Entr. TO-110 (acesso Taguatinga) - Entr. TO-373 (Peixe)	298,4
Total				3.667,1

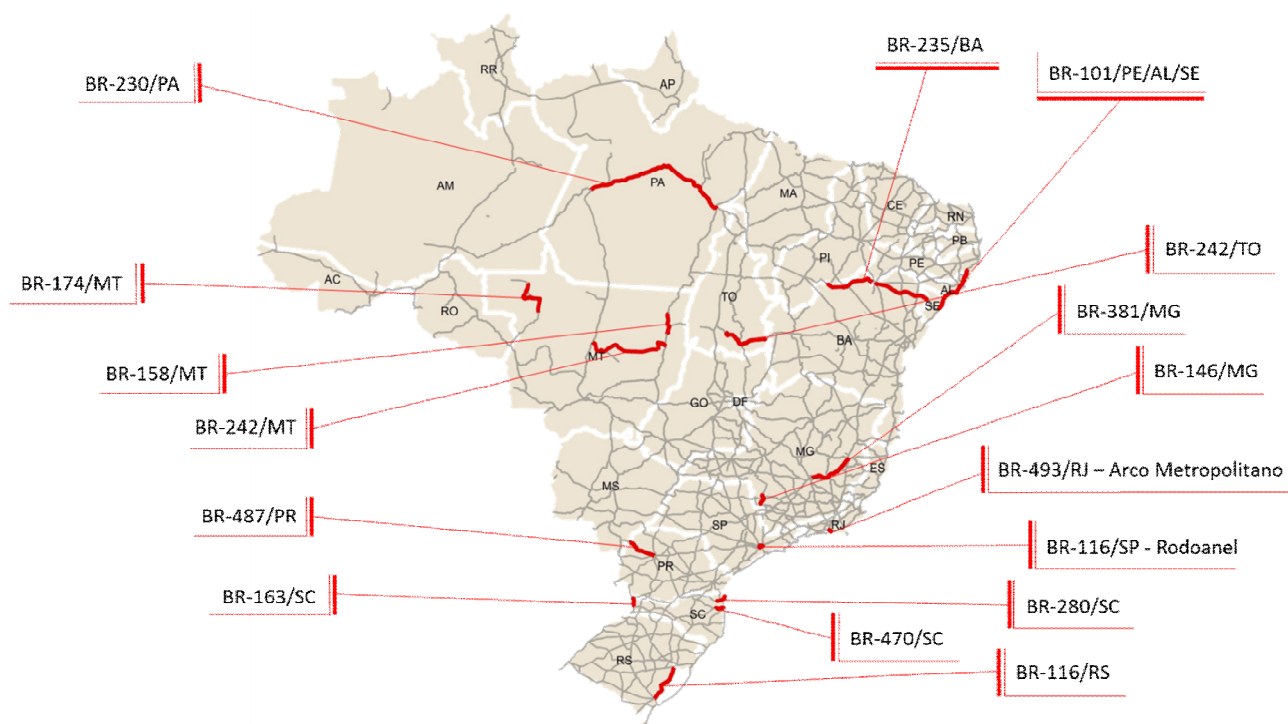


Figura 22: Programa Avançar – Rodovias.

Tabela 11: Programa Avançar Parcerias – Rodovias.

UF	BR	Tipo	Trecho	Extensão (km)
MG/GO	365/364	Duplicação / Manutenção	Entr. BR-050/455/497 (Uberlândia) - Entr. BR-060/GO	437,0
SC	101	Manutenção	Ponte Rio Madre - Div. SC/RS	220,4
RS	101/290/386	Duplicação / Manutenção	Div. SC/RS - Osório - Entr. BR-116/386 (Porto Alegre) - Entr. BR-377 (Carazinho) - Entr. BR-470/116 (Canoas)	473,4
RO	364	Duplicação/ Manutenção	Entr. BR-174 (Div. MT/RO) - Porto Velho (acesso Ulisses Guimarães)	703,6
Total				1.834,4

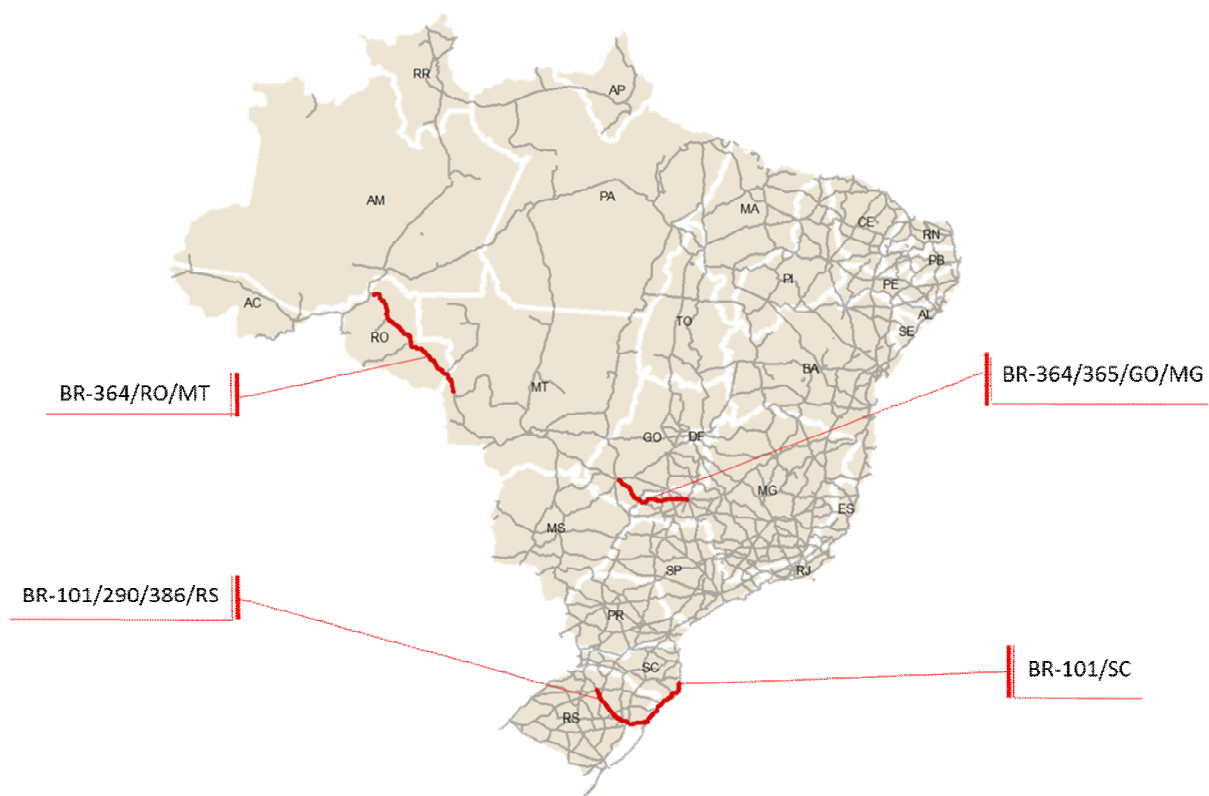


Figura 23: Programa Avançar Parcerias – Rodovias.

Tabela 12: Investimentos programados em concessões existentes.

UF	BR	Tipo	Trecho	Extensão (km)
GO	50	Duplicação	Entr. BR-040/GO (Cristalina/GO) - Div. GO/MG	218,5
DF/GO	40	Duplicação	Brasília/DF (Posto PRF) - Div GO/MG	165,4
BA	116	Duplicação	Entr. BR-324/BA-502/503 (Feira de Santana/BA) - Div. BA/MG	521,6
Total				905,5



Figura 24: Investimentos programados em concessões existentes.

Tabela 13: Relicitações de concessões existentes.

UF	BR	Tipo	Trecho	Extensão (km)
RJ / SP	116	Adequação	Entr. BR-101 (Trevo Margaridas) - Entr. BR-050/272/374/381 (São Paulo/SP)	402,0
MG / RJ	040	Adequação	Juiz de Fora/MG - Acesso ao Rio de Janeiro/RJ	180,4
RJ	116	Duplicação	Entr. BR-393 - Entr. BR-040	142,5
TO / GO	153	Duplicação	Entr. TO-070 (Aliança do Tocantins/TO) - Entr. BR-060 (Anápolis/GO)	624,1
Total				1.349,0



Figura 25: Relicitações de concessões existentes.

4.3.2 Empreendimentos em ferrovias

Construção de 3,2 mil quilômetros de novas vias incluídas no Programa Avançar Parcerias (Tabela 14 e Figura 26):

- Ferrovia Norte-Sul - FNS;
- Ferrovia Ferrogrão; e
- Ferrovia de Integração Oeste-Leste - FIOL.

Ampliação nas capacidades das seguintes ferrovias e malhas (Tabela 15 e Figura 27), são concessões vigentes, passíveis de prorrogação antecipada admitidas pela lei 13.448/2017 e qualificadas no decreto nº 9.059, de 25 de maio de 2017:

- Estrada de Ferro Vitória a Minas - EFVM;
- MRS Logística;
- Ferrovia Centro-Atlântica - FCA;
- Rumo Malha Paulista; e

- Estrada de Ferro Carajás – EFC.

Reativação dos trechos não operacionais de concessões vigentes (Tabela 15 e Figura 27):

- Ferrovia Centro-Atlântica - FCA; e
- Rumo Malha Paulista.

Nessa primeira versão do Plano Nacional de Logística com horizonte até 2025 a Transnordestina não foi considerada operacional, mas será considerada nas ações de monitoramento.

Tabela 14: Programa Avançar Parcerias – Ferrovias.

UF	Ferrovia	Tipo	Trecho	Extensão (Em km)
BA	Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL)	Construção	Ilhéus/BA - Caetité/BA	537,0
PA/MT	Ferrovia Ferrogrão	Construção	Miritituba/PA - Sinop/MT	1.142,0
TO/GO/ MG/SP	Ferrovia Norte-Sul (FNS)	Construção	Palmas/TO - Estrela D'Oeste/SP	1.544,0
Total				3.223,0

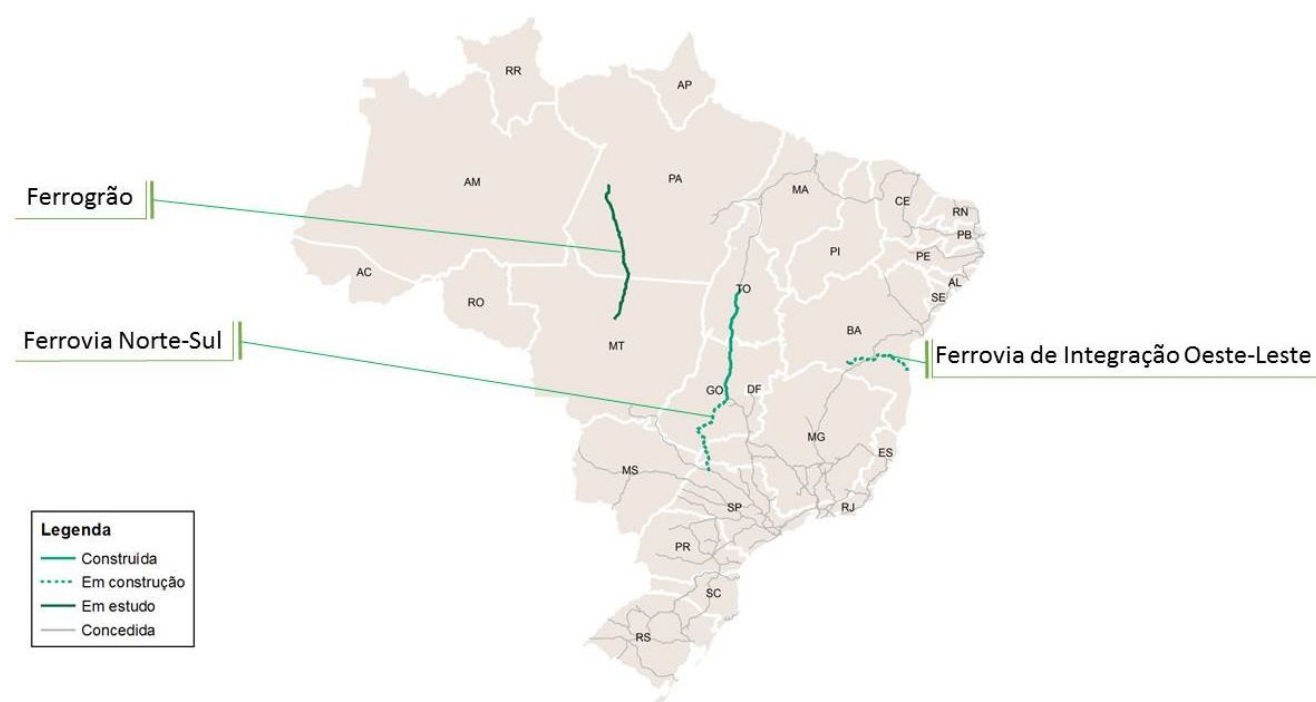


Figura 26: Programa Avançar Parcerias – Ferrovias.

Tabela 15: Adequação de capacidade de ferrovias concedidas.

UF	Ferrovia	Tipo	Trecho	Extensão (Em km)
ES/MG	Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM)	Adequação	Malha concedida	905,0
MG/RJ/SP	MRS Logística S.A.	Adequação	Malha concedida	1.674,0
SE/BA/ES/RJ/SP /MG/GO/DF	Ferrovia Centro-Atlântica (FCA)	Adequação	Malha concedida	7.215,0
SP/MG	Rumo - Malha Paulista	Adequação	Malha concedida	1.989,0
PA/MA	Estrada de Ferro Carajás (EFC)	Adequação	Malha concedida	892,0
Total				12.675,0



Figura 27: Adequação de capacidade de ferrovias concedidas.

4.3.3 Empreendimentos na cabotagem e em hidrovias

- Incremento na oferta da cabotagem marítima, envolvendo a melhoria no acesso ferroviário e rodoviário aos portos e terminais em todo o litoral do País.
- Também no caso da cabotagem foi considerada como premissa para o “Cenário PNL 2025” a possibilidade de todos os portos brasileiros realizarem a navegação utilizando as vias marítimas, mesmo no caso daqueles que atualmente não realizam esse tipo de operação.
- Obras de derrocamento do Pedral do Lourenço, na Hidrovia do Tocantins, possibilitando a navegação permanente no trecho com extensão de 560 quilômetros, entre Marabá/PA e Vila do Conde/PA (Tabela 16 e Figura 28).

Tabela 16: Intervenção – Hidrovia.

UF	Hidrovia	Tipo	Trecho	Extensão (em Km)
PA	Hidrovia do Tocantins	Derrocamento do Pedral do Lourenço	Marabá/PA - Vila do Conde/PA	560,0
Total				560,0

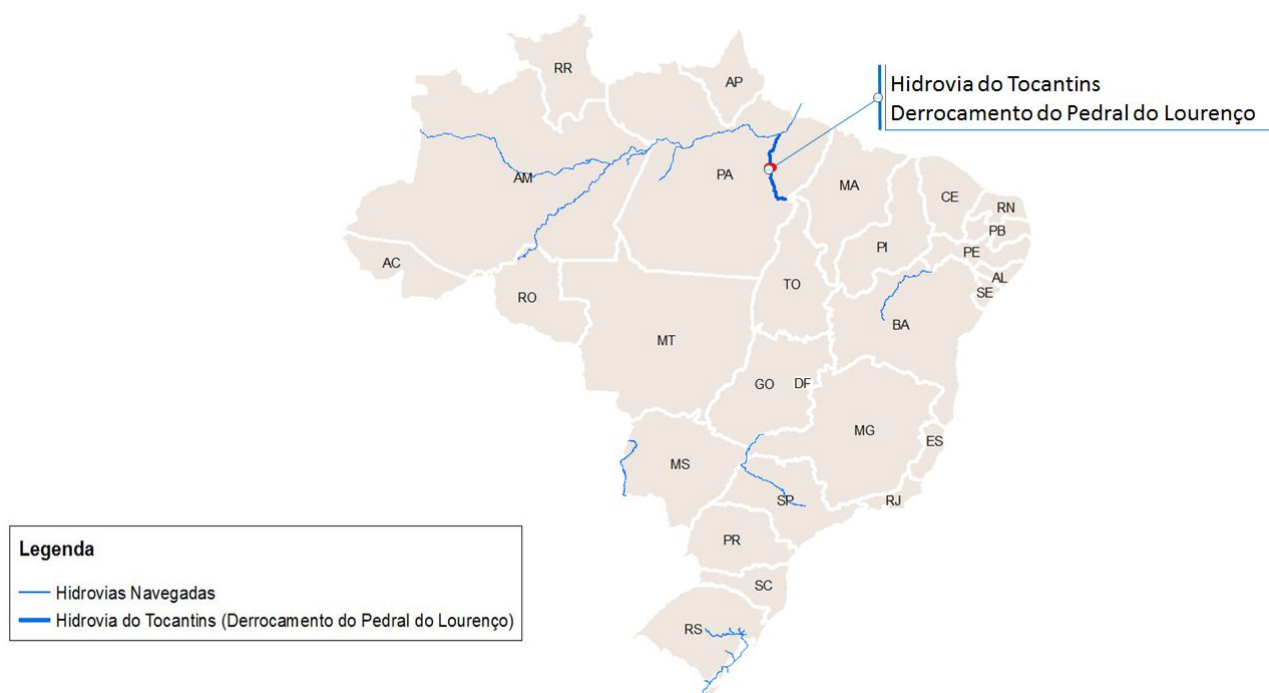


Figura 28: Intervenção – Hidrovia.

4.3.4 Rede PNL multimodal

O “Cenário PNL 2025” a ser analisado está representado na rede PNL multimodal mostrada na Figura 29.

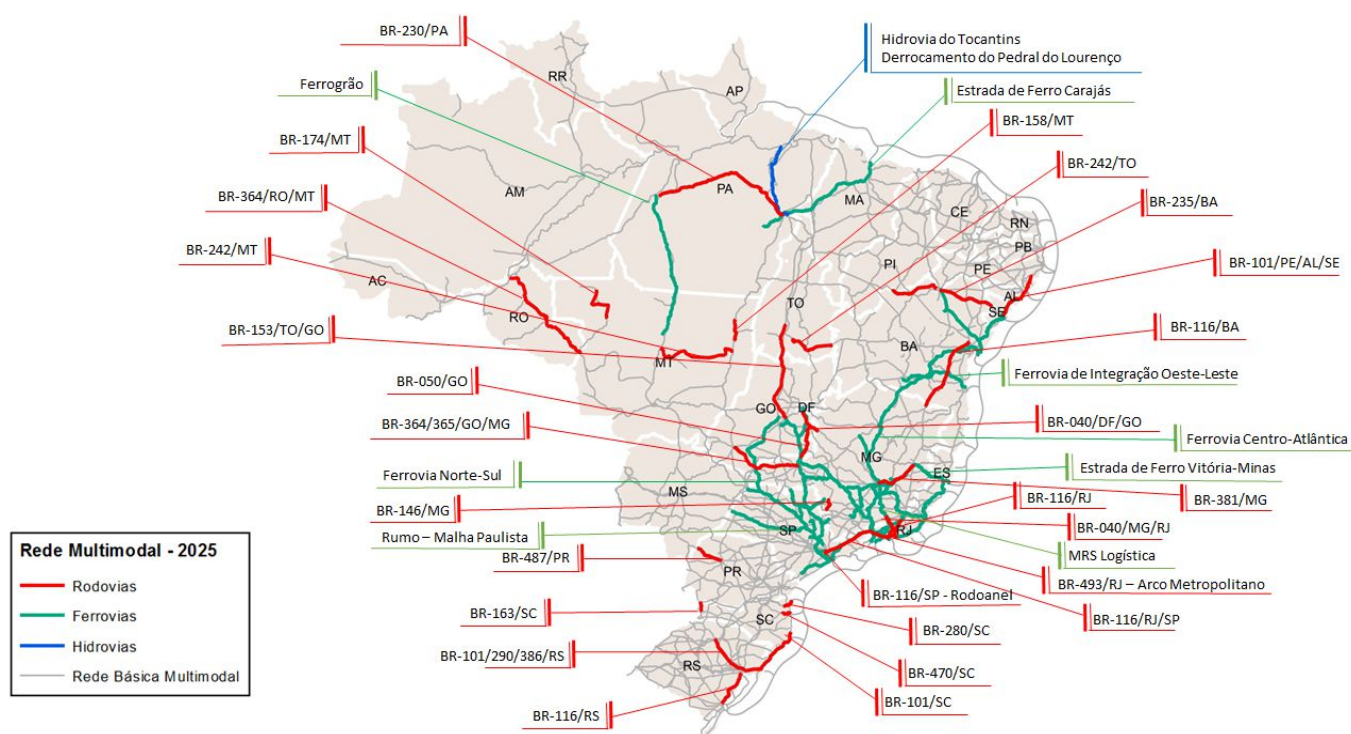


Figura 29: Cenário PNL 2025 - Rede PNL Multimodal.

5.1 Carregamento do “Cenário Rede Básica” com a demanda do ano 2025

O carregamento do “Cenário Rede Básica” foi realizado com as matrizes de origem e destino projetadas para o ano 2025, considerando os seguintes grupos de produtos: granel sólido não agrícola - GSNA, granel sólido agrícola - GSA, granel líquido - GL e carga geral - CG.

5.1.1 Carregamento das rodovias

No carregamento das rodovias, por grupo de produtos e com movimentação acima de um milhão de toneladas, apresentado na Figura 30, merecem destaques os volumes alocados nas vias localizadas na região Centro-Oeste, com a predominância de granel sólido agrícola; na região Sudeste, com destaque para carga geral; e na região Sul, com relevância para a carga geral e para o granel líquido.

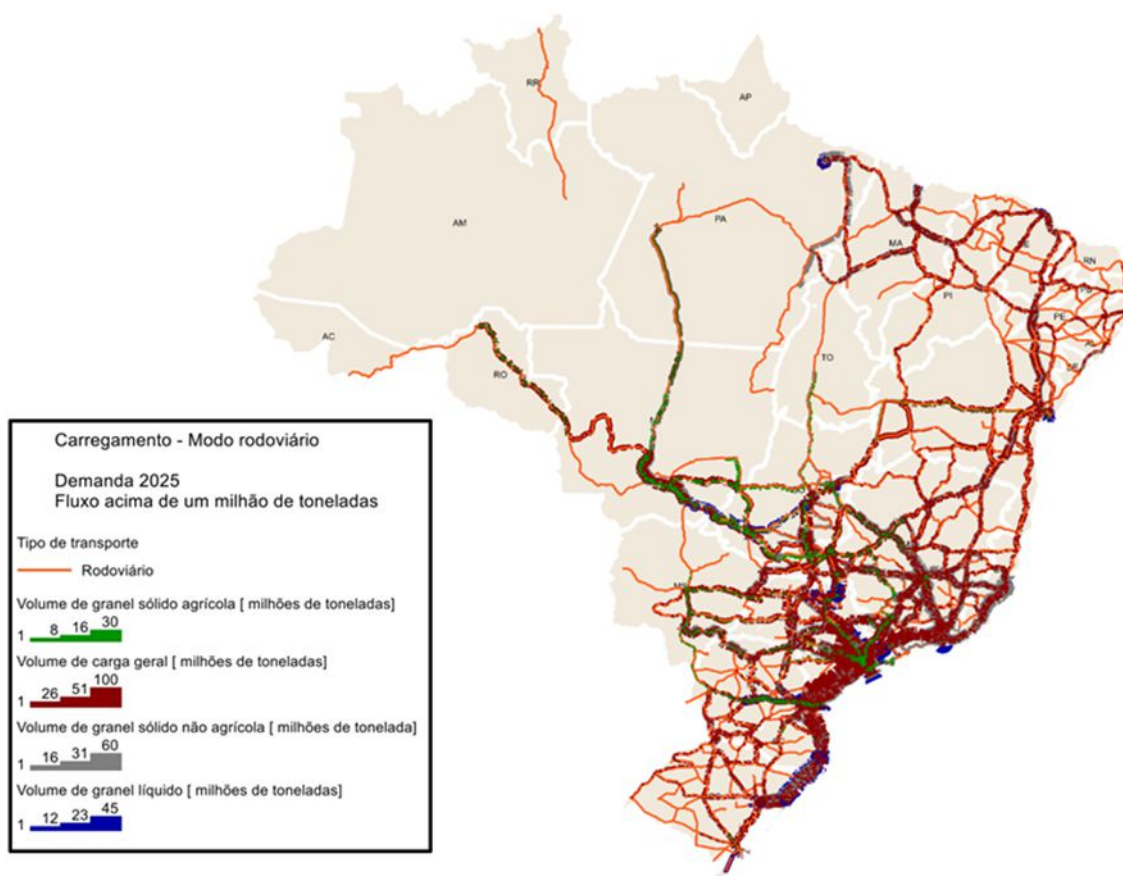


Figura 30: Carregamento das Rodovias.

5.1.2 Carregamento das ferrovias

No carregamento das ferrovias, por grupo de produtos e com movimentação acima de um milhão de toneladas, mostrado na Figura 31, destaca-se a predominância do grupo de

produtos granel sólido não agrícola na Ferrovia Carajás, na Ferrovia Vitória-Minas e na MRS Logística, e do grupo de produtos granel sólido agrícola na Rumo Malha Norte.

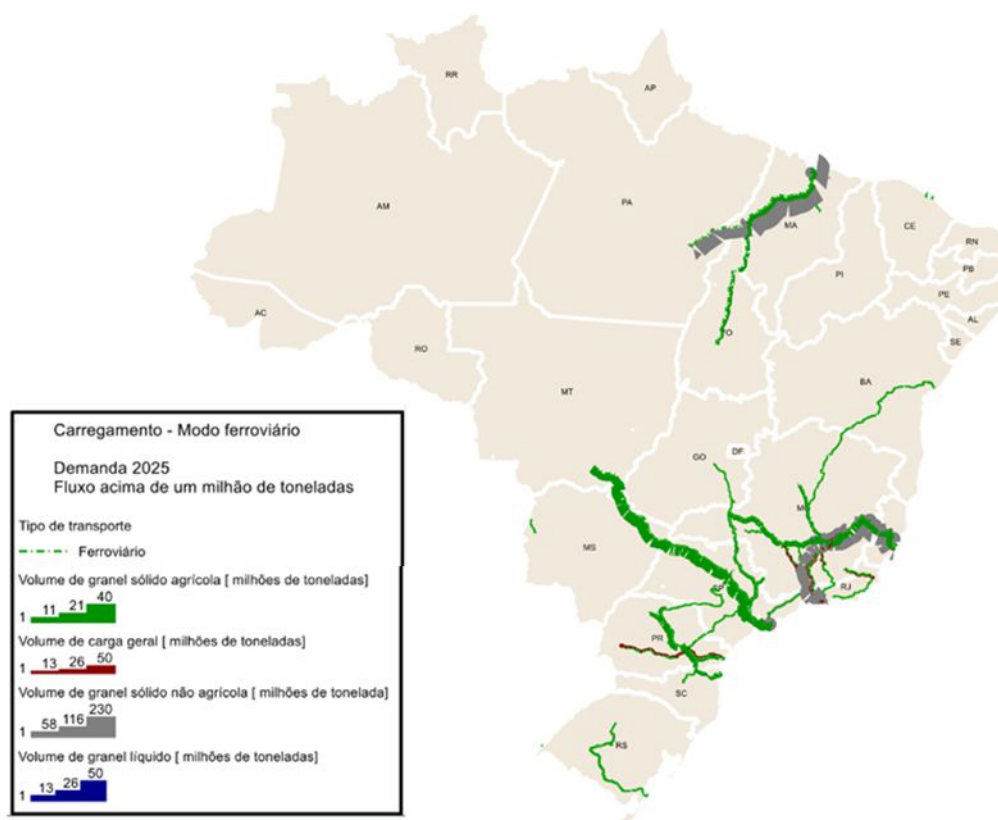


Figura 31: Carregamento das Ferrovias.

5.1.3 Carregamento da cabotagem marítima e das hidrovias

No carregamento da cabotagem marítima, merece destaque o volume alocado do grupo de produtos granel líquido, em todo o litoral, e a carga geral, entre o Porto de Santos/SP e o Porto de Pecém/CE.

Nas hidrovias interiores, cabe ressaltar o carregamento do grupo de produto granel sólido

do agrícola na Hidrovia do Madeira e na Hidrovia do Amazonas.

O carregamento da cabotagem marítima e das hidrovias interiores, por grupo de mercadoria e com movimentação acima de um milhão de toneladas, pode ser observado na Figura 32.

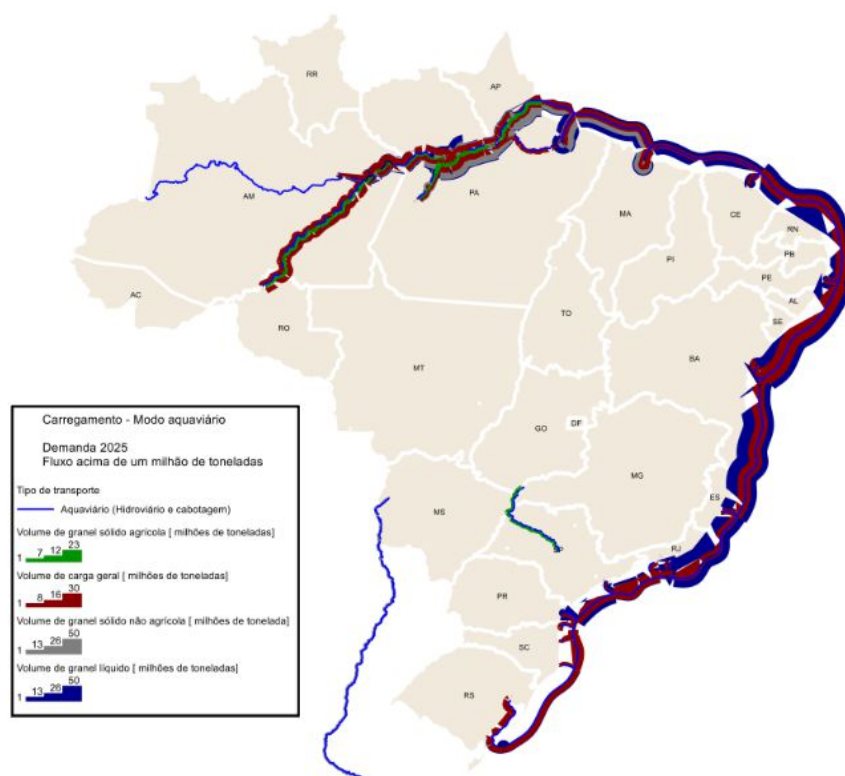


Figura 32: Carregamento da Cabotagem Marítima e das Hidrovias.

5.1.4 Carregamento da rede multimodal por grupo de produtos

O carregamento do “Cenário Rede Básica” multimodal, considerando todos os modos de

transportes e grupos de produtos, com movimentação acima de um milhão de toneladas, é mostrado na Figura 33 adiante.

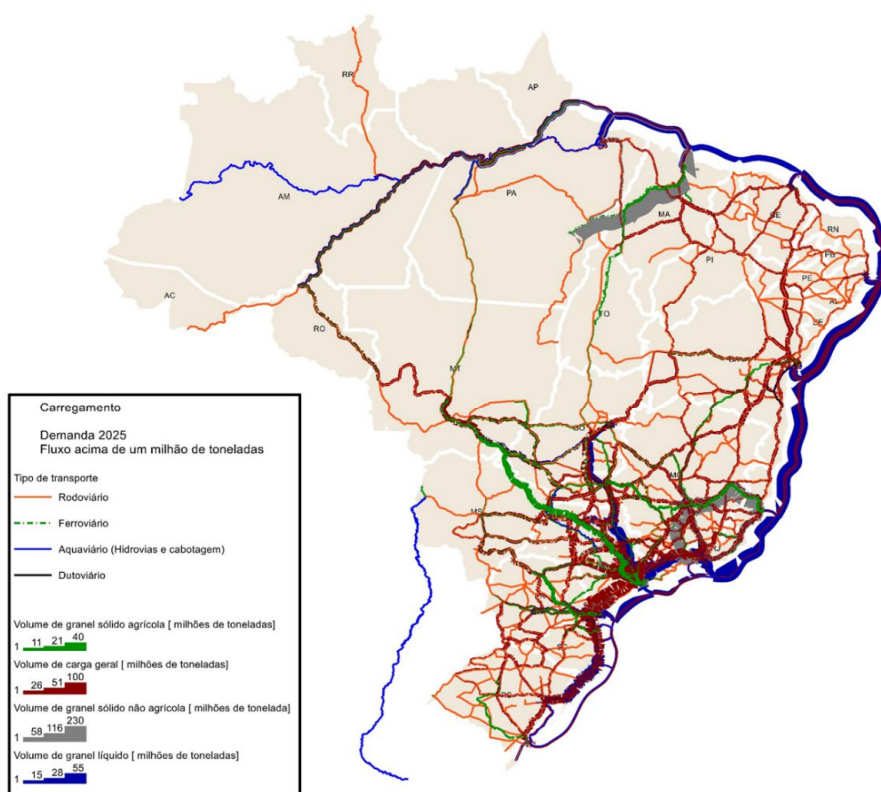


Figura 33: Carregamento da Rede Básica Multimodal.

5.1.5 Carregamento da rede multimodal - superior a 10 milhões de toneladas

No carregamento total das vias do “Cenário Rede Básica” com todos os grupos de produ-

tos, com volume igual ou superior a 10 milhões de toneladas/ano, merece destaque a configuração dos corredores estratégicos formados pelas rodovias, pelas ferrovias, pela cabotagem marítima e pelas hidrovias interiores, apresentados na Figura 34.

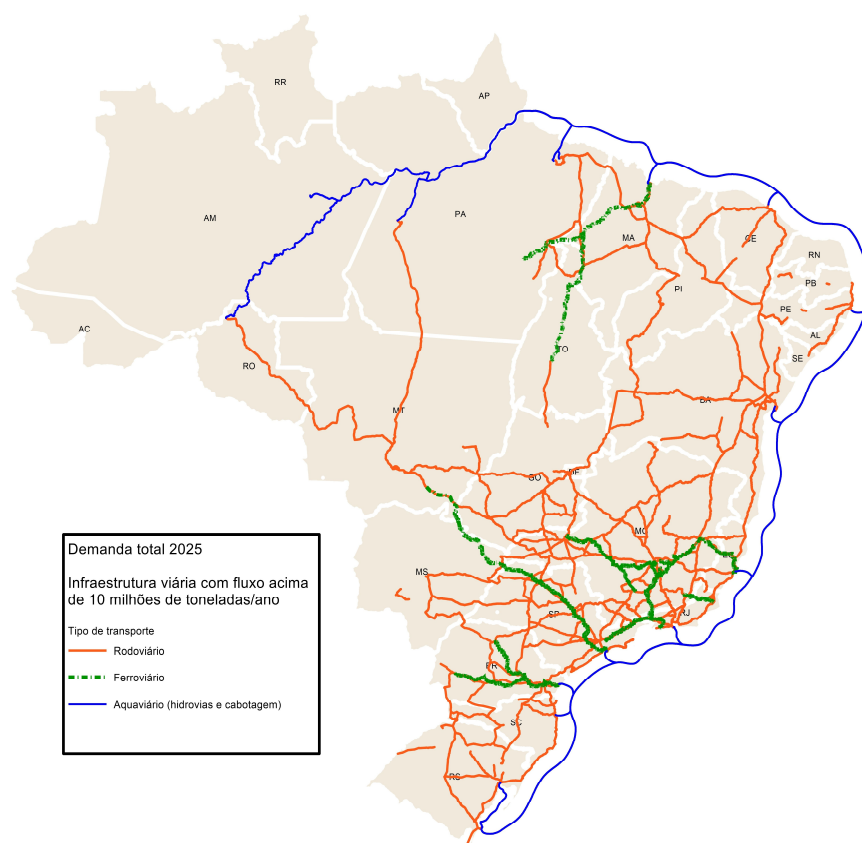


Figura 34: Rede Básica Multimodal - Carregamento superior a 10 milhões de toneladas/ano.

5.1.6 Análise da relação entre os volumes e as capacidades

As possíveis deficiências na futura infraestrutura de transportes foram identificadas analisando-se as relações entre os volumes alocados e as capacidades das vias, o que indica o nível de saturação ou gargalo nas ligações críticas.

Para as rodovias, foi considerado o nível de saturação igual ou maior do que um e meio e, para as ferrovias, o nível de saturação igual ou maior que um, apresentando-se na Figura 35 a localização dos trechos críticos.



Figura 35: Nível de Saturação por Modo.

A extensão total dos trechos com gargalos em rodovias foi estimada em 26,2 mil quilômetros e em ferrovias em 5,4 mil quilôme-

tros, conforme apresentadas, por Unidade da Federação, nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17: Extensão de Trechos com Gargalos, por UF – Rodovias

UF	Extensão (em km)
AL	49,4
BA	3.041,9
CE	430,3
DF	57,9
ES	736,9
GO	1.481,9
MA	1.200,0
MG	5.924,8
MS	951,0
MT	2.562,0
PA	1.606,9

UF	Extensão (em km)
PB	222,5
PE	281,5
PI	158,1
PR	1.811,5
RJ	729,2
RN	46,8
RO	698,9
RS	998,8
SC	1.523,1
SP	1.718,4
Total	26.231,8

Tabela 18: Extensão de Trechos com Gargalos, por UF – Ferrovias.

UF	Extensão (em km)
BA	100,7
ES	204,3
GO	50,2
MA	115,5
MG	2.020,7
MS	405,3
MT	278,3
PR	1.211,0
RJ	333,3
SP	710,4
Total	5.429,7

5.1.7 Resultados Agregados

O carregamento da rede para o “Cenário Rede Básica”, com as matrizes para o ano de 2025, mostra a produção de transporte com um total de 2.982,2 bilhões de TKU, a emissão de 133,7 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) e o custo de transporte de R\$ 342,0 bilhões, distribuídos para cada um dos modos de transportes, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19: Resultados Agregados - “Cenário Rede Básica”.

Grupo de mercadoria	Demanda ano 2025																	
	Modo Rodoviário			Modo Ferroviário			Modo Aquaviário (Hidroviás)			Modo Aquaviário (Cabotagem)			Modo Dutoviário			Todos os modos		
	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte
GSA	175,3	10,5	19,8	90,8	1,8	4,1	23,6	0,5	0,5	0,7	0,0	0,1	-	-	-	290,4	12,8	24,5
GSNA	326,3	19,6	56,3	411,0	8,2	10,8	43,5	0,9	1,9	8,9	0,2	0,2	-	-	-	789,2	28,8	69,2
CG	1.308,4	78,5	224,0	34,6	0,7	1,5	76,4	1,5	3,0	103,0	2,1	3,0	-	-	-	1.522,2	82,8	231,5
GL	90,2	5,4	10,8	0,0	0,0	0,0	17,1	0,3	1,0	179,0	3,6	5,0	94,4	-	-	380,4	9,3	16,8
Total	1.900,2	114,0	310,9	536,4	10,7	16,4	160,6	3,2	6,4	291,6	5,9	8,3	94,4	-	-	2.982,2	133,7	342,0

Unidades: TKU: em bilhões; CO₂: em milhões de toneladas; e custo de transporte: em R\$ bilhões

A Figura 36 mostra a distribuição percentual da produção de transporte em TKU (divisão modal), obtida a partir dos resultados da simulação do “Cenário Rede Básica”, ressaltando-se a participação de 64% do modo rodoviário, de 18% do modo ferroviário e de 15% do modo aquaviário.

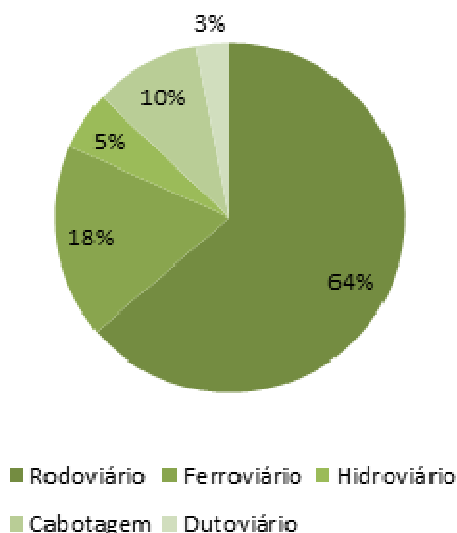


Figura 36: Divisão modal - Cenário Rede Básica.

A Figura 37 mostra a distribuição percentual das emissões de dióxido de carbono (CO₂), resultantes das simulações do “Cenário Rede Básica”, onde aproximadamente 85% dessas emissões serão oriundas das movimentações que ocorrerão no modo rodoviário, enquanto o modo ferroviário responderá por 8% e o modo aquaviário (cabotagem e hidrovias) por 7%.

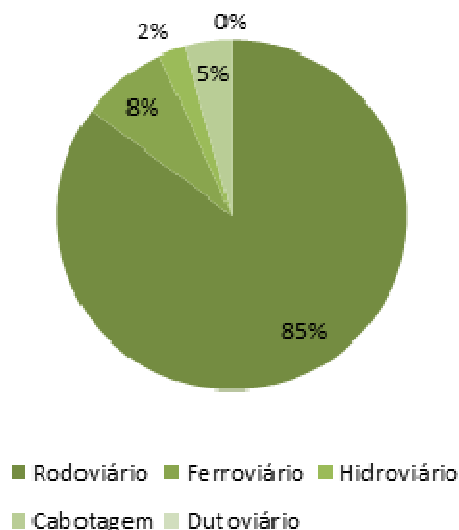


Figura 37: Emissões de CO₂ - Cenário Rede Básica.

Na distribuição percentual do custo de transporte (Figura 38), obtida a partir da simulação do “Cenário Rede Básica”, destaca-se que o modo rodoviário será responsável por 91% do custo total, enquanto que o modo ferroviário responderá por 5% e o modo aquaviário (cabotagem e hidrovias) por 4%.

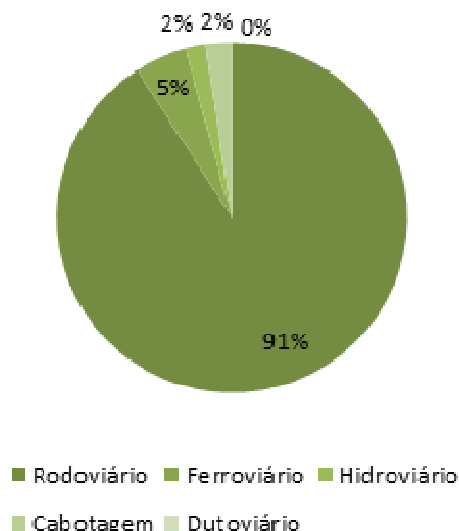


Figura 38: Custo de transporte - Cenário Rede Básica.

5.2 Carregamento do “Cenário PNL 2025”

Os carregamentos com os volumes de carga estimados para o ano de 2025, com movimentação acima de um milhão de toneladas, são apresentados a seguir para as rodovias, para as ferrovias, para a cabotagem marítima, para as hidrovias e para a rede multimodal.

5.2.1 Carregamento das rodovias

No carregamento das rodovias observa-se a predominância dos volumes alocados para o grupo de produto de carga geral em todas as regiões do País e a predominância de granel sólido agrícola nas rodovias da região Centro-Oeste, conforme mostrado na Figura 39

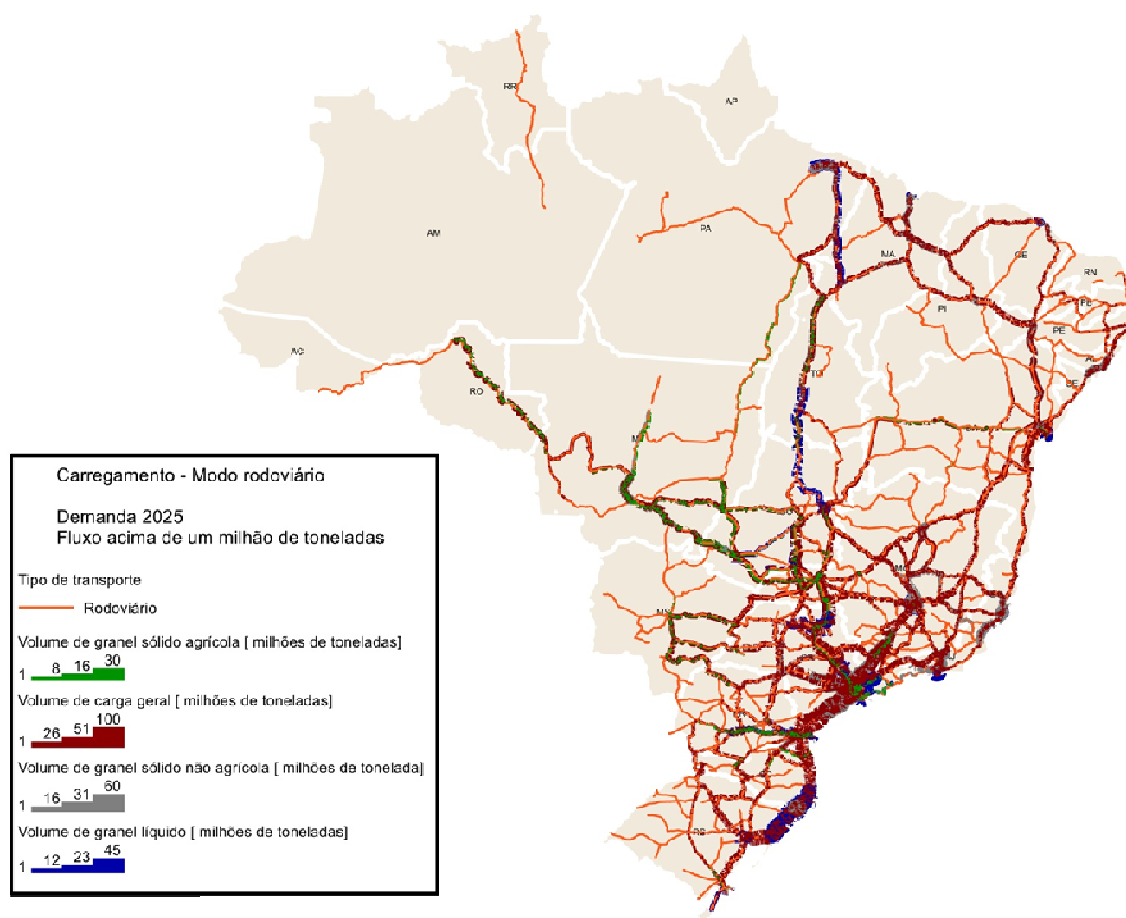


Figura 39: Carregamento nas Rodovias.

Merecem destaque para o grupo de produto granel sólido agrícola os carregamentos nas rodovias BR-153/TO, BR-364/RO (sentido Porto Velho/RO), BR-364-365/MT/GO, BR-277/PR (sentido Paranaguá/PR) e a BR-242/BA (sentido Salvador/BA).

No tocante à carga geral, destacam-se as rodovias BR-153/TO/GO, BR-381/MG/SP, BR-

456/SP (SP-310), BR-374/SP (SP-270-280), BR-267/MS e BR-116-101/SP/PR/SC/RS (São Paulo/SP a Porto Alegre/RS)

5.2.2 Carregamento das ferrovias

No carregamento das ferrovias, observa-se a predominância dos volumes alocados para o

grupo de produto de granel sólido não agrícola e granel sólido agrícola, conforme apre-

sentado na Figura 40.

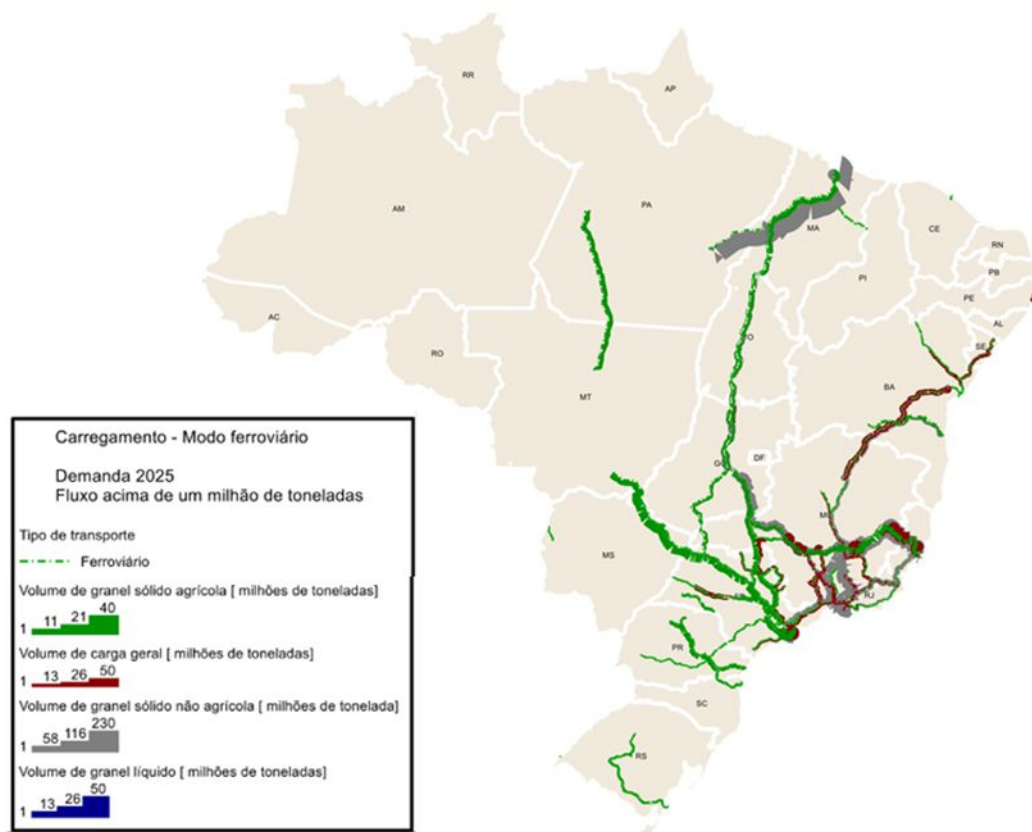


Figura 40: Carregamento nas Ferrovias.

Merecem destaque, para o grupo de produto granel sólido agrícola, os carregamentos na Ferrovia Norte/Sul (Tramo Norte) e na Estrada de Ferro Carajás (sentido Itaqui), na ferrovia Ferrogrão (sentido Miritituba/PA), na ferrovia Rumo Malha Norte (sentido Santos/SP), na Ferrovia Centro-Atlântica (sentido Vitória/ES) e na ferrovia Rumo Malha Sul (sentido Paranaguá/PR e São Francisco do Sul/SC).

No tocante ao granel sólido não agrícola, os maiores volumes continuam sendo os da Estrada de Ferro Carajás, da Estrada de Ferro Vitória a Minas e da ferrovia MRS Logística.

5.2.3 Carregamento da cabotagem e das hidrovias

No carregamento da cabotagem marítima, observa-se a predominância do volume alocado do grupo de produtos granel líquido e o grupo de produtos carga geral.

Nas hidrovias interiores, destacam-se os volumes dos seguintes grupos de produto: granel sólido agrícola, granel líquido e carga geral (Figura 41).

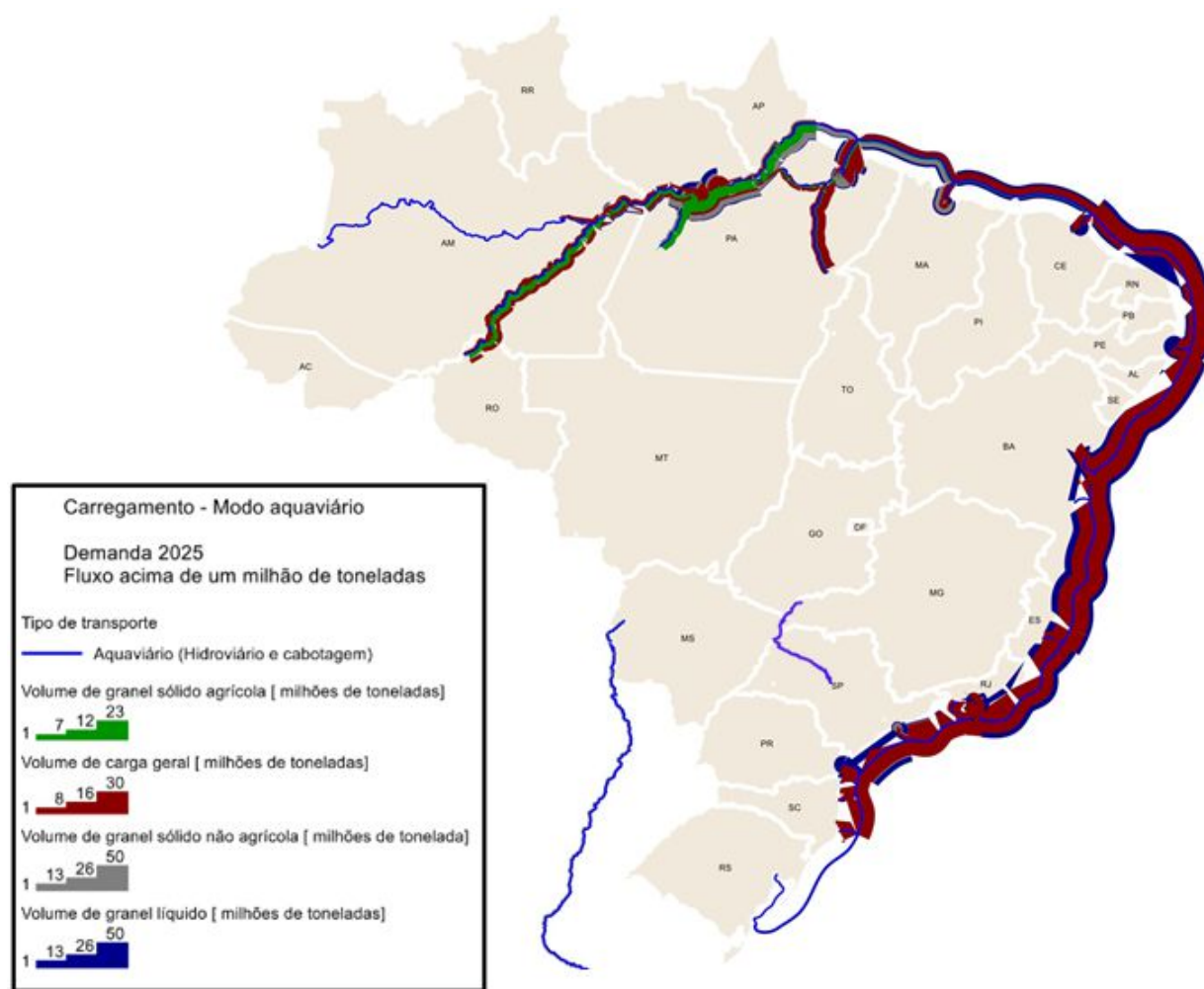


Figura 41: Carregamento da Cabotagem Marítima e das Hidrovias.

Na cabotagem marítima, a movimentação do grupo de produto granel líquido ocorre ao longo de todo o litoral e, para o grupo de produto carga geral, a movimentação é mais expressiva entre os estados do Ceará e de Santa Catarina.

No tocante as hidrovias interiores, ressalta-se a movimentação do grupo de produto granel sólido agrícola na Hidrovia do Madeira, na Hidrovia do Tapajós e na Hidrovia do Amazonas, e dos grupos de produto carga geral e produto granel sólido não agrícola na Hidrovia do Tocantins.

5.2.4 Carregamento da rede multimodal por grupo de produtos

No carregamento da rede multimodal, observa-se a concentração da movimentação do grupo de produto carga geral na região Sudeste, refletindo a concentração do parque industrial no estado de São Paulo, e do grupo de produto granel sólido não agrícola com origem no estado de Minas Gerais e no estado do Pará (Figura 42).

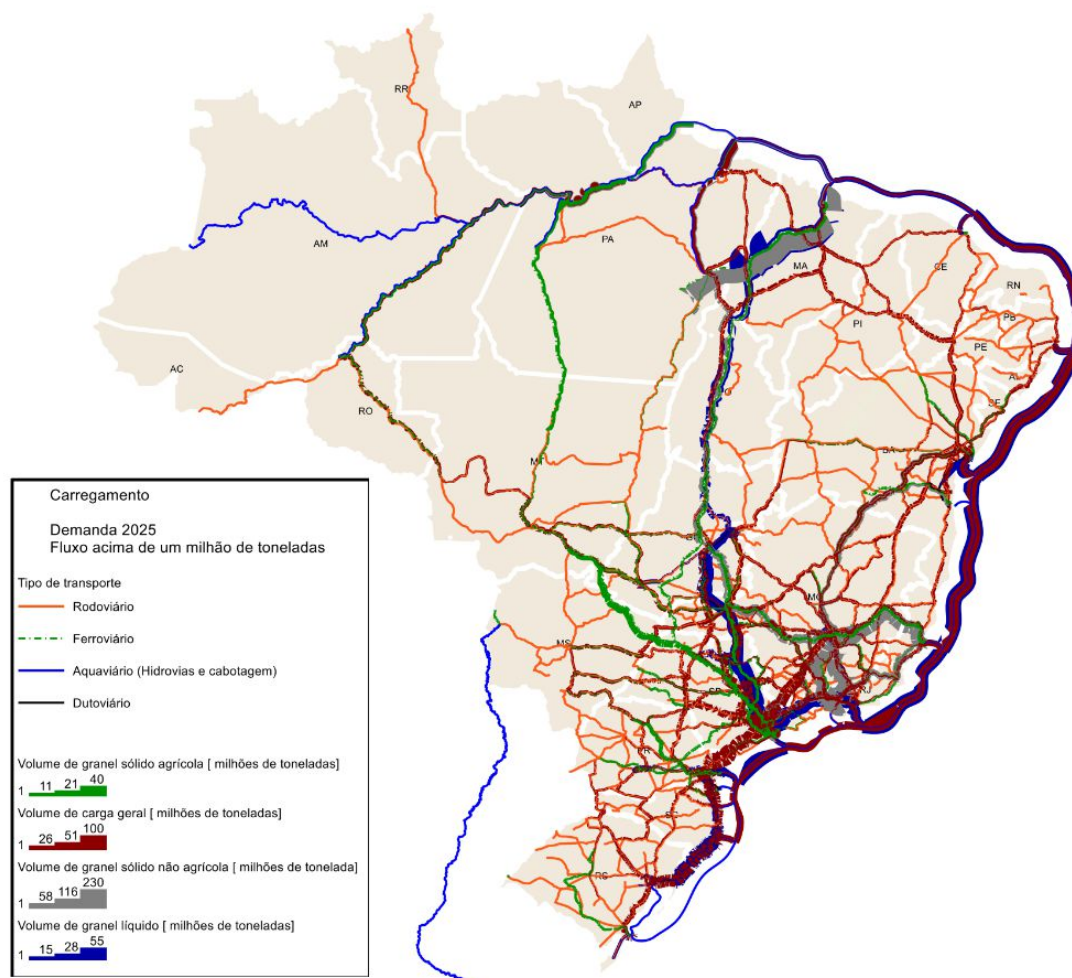


Figura 42: Rede Multimodal.

No tocante as perspectivas de integração intermodal, destacam-se:

- A movimentação do grupo de produtos granel sólido agrícola, com o incremento na utilização da hidrovia do Madeira, da hidrovia do Tapajós e da hidrovia do Tocantins; e
- A movimentação do grupo de produtos granel líquido e do grupo de produtos carga geral, com a melhoria das condições que possibilitarão o incremento para a utilização da cabotagem marítima.

5.2.5 Carregamento da rede multimodal - superior a 10 milhões de toneladas

No carregamento das vias do “Cenário PNL 2025”, com todos os grupos de produtos e volume igual ou superior a 10 milhões de toneladas/ano, merece destaque a configuração dos corredores estratégicos formados pelas rodovias, pelas ferrovias, pela cabotagem marítima e pelas hidroviás interiores, apresentados na Figura 43.

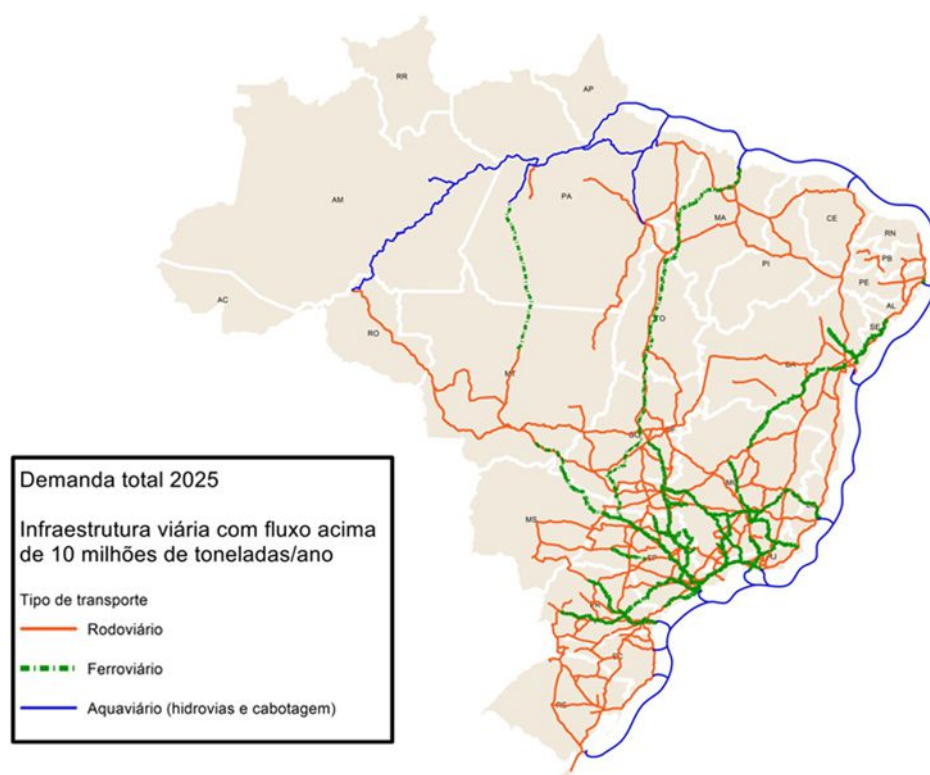


Figura 43: Rede Multimodal - Carregamento superior a 10 milhões de toneladas/ano.

5.2.6 Análise da relação entre os volumes e as capacidades – Identificação de Gargalos Logísticos

As possíveis deficiências na futura infraestrutura de transportes foram identificadas analisando-se as relações entre os volumes alocados e as capacidades das vias, o que indica o nível de saturação ou gargalo nas ligações críticas.

Para as rodovias, foi considerado o nível de saturação igual ou maior do que 1,5 (um vírgula cinco) vezes a sua capacidade e, para as ferrovias, o nível de saturação igual ou maior que 1 (um), apresentando-se na Figura 44 a localização dos trechos críticos.

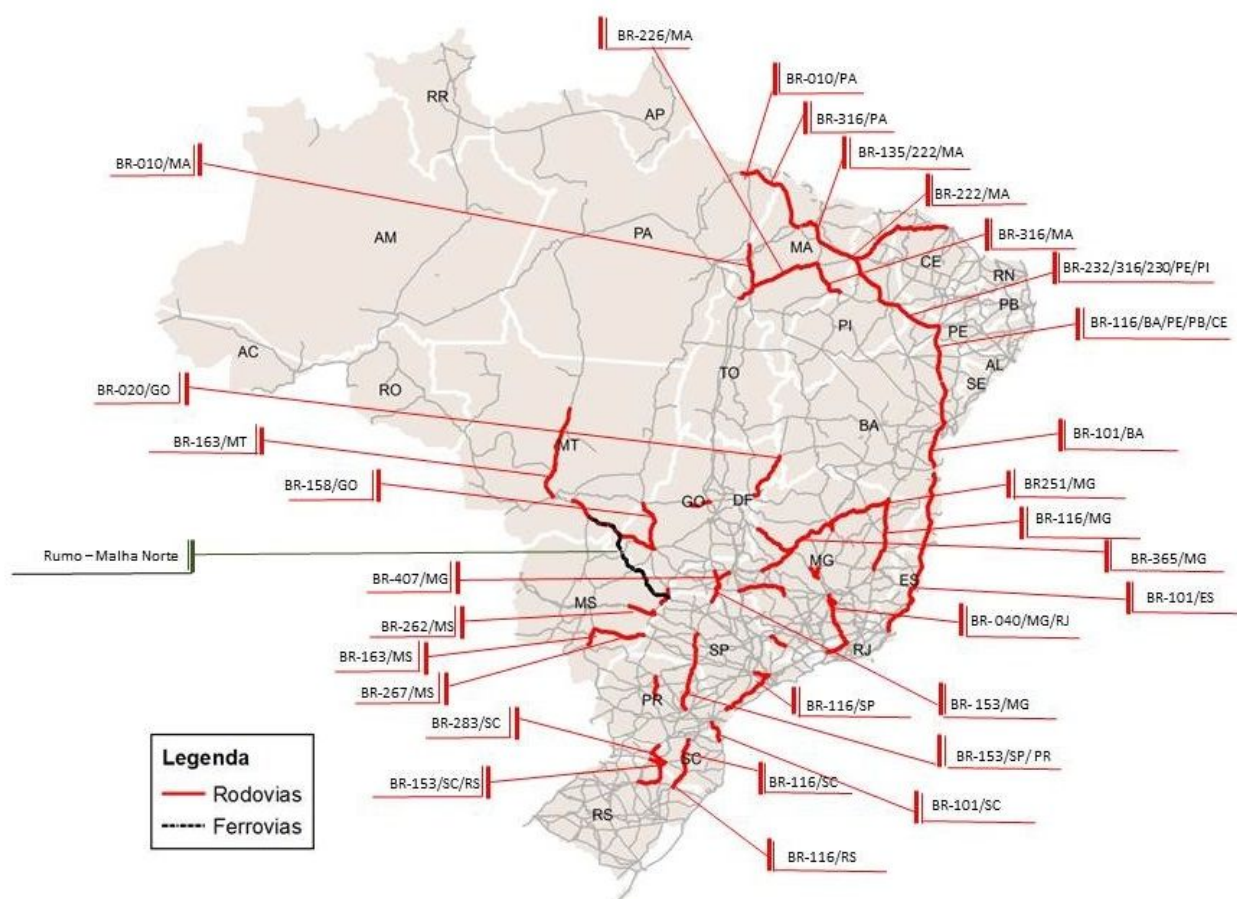


Figura 44: Gargalos logísticos em 2025.

Os gargalos logísticos indicados (Figura 44) são os trechos que poderão apresentar níveis de serviço críticos num futuro próximo e indica a necessidade de um maior aprofundamento nos estudos com o intuito de analisar as possibilidades de migração das cargas para outras vias ou para outros modos.

A extensão total dos trechos com gargalos em rodovias foi estimada em 11.924,6 quilômetros e para as ferrovias em 682,2 quilômetros, apresentada por Unidade da Federação nas Tabelas 20 e 21.

Tabela 20: Extensão dos gargalos logísticos em 2025, por UF – Rodovias.

UF	Extensão (km)
BA	1.235,9
CE	327,5
ES	466,9
GO	820,1
MA	1.643,5
MG	2.499,3
MS	647,6
MT	850,7
PA	206,4
PE	261,3
PI	665,6
PR	483,0
RJ	195,8
RS	215,8
SC	761,7
SP	572,2
TO	71,3
Total	11.924,6

Tabela 21: Extensão dos gargalos logísticos em 2025, por UF – Ferrovias.

UF	Extensão (em km)
MS	405,3
MT	276,9
Total Geral	682,2

A distribuição de cargas por toda a rede multimodal, conforme ilustrado, resulta em níveis de saturação medidos para cada via. O caminho indicado para enfrentar a inadequação provocada por vias saturadas será tratado em tópico seguinte deste relatório, quando forem sugeridas prioridades de investimentos para redução de restrições ou gargalos logísticos.

5.2.7 Resultados agregados

O carregamento da rede para o “Cenário PNL 2025” com as matrizes para o ano de 2025 mostra a produção de transporte com um total de 2.916,0 bilhões de TKU, a emissão de

114,7 milhões de toneladas de dióxido de carbono - CO₂ e o custo de transporte de R\$ 287,3 bilhões, distribuídos para cada um dos modos de transportes, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22: Resultados Agregados - Cenário PNL 2025.

Grupo de mercadoria	Demanda ano 2025																	
	Modo Rodoviário			Modo Ferroviário			Modo Aquaviário (Hidroviás)			Modo Aquaviário (Cabotagem)			Modo Dutoviário			Todos os modos		
	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte
GSA	143,9	8,6	16,3	134,4	2,7	7,1	36,2	0,7	0,7	7,5	0,2	0,1	-	-	-	321,9	12,2	24,3
GSNA	178,2	10,7	30,8	598,6	12,0	21,4	41,8	0,8	1,8	9,8	0,2	0,2	-	-	-	828,5	23,7	54,2
CG	1.032,1	61,9	176,7	136,8	2,7	6,1	48,9	1,0	1,9	192,5	3,9	5,6	-	-	-	1.410,3	69,5	190,3
GL	108,7	6,5	13,0	26,3	0,5	1,8	14,3	0,3	0,8	98,4	2,0	2,8	107,5	-	-	355,2	9,3	18,5
Total	1.462,9	87,8	236,8	896,1	17,9	36,4	141,1	2,8	5,3	308,3	6,2	8,8	107,5	-	-	2.916,0	114,7	287,3

Unidades: TKU: em bilhões; CO₂: em milhões de toneladas; e custo de transporte: em R\$ bilhões

A Figura 45 mostra a distribuição percentual da produção de transporte em TKU (divisão modal), obtida a partir dos resultados da simulação do “Cenário PNL 2025”, ressaltando-se a participação de 50% do modo rodoviário, de 31% do modo ferroviário e de 15% do modo aquaviário.

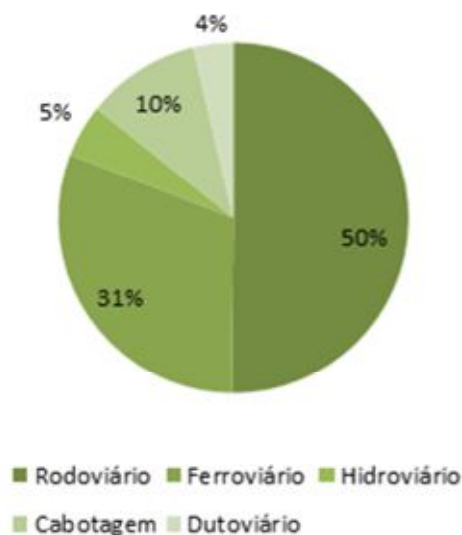


Figura 45: Divisão modal 2025.

A Figura 46 mostra a distribuição percentual das emissões de dióxido de carbono (CO₂), resultantes das simulações do “Cenário PNL 2025”, onde aproximadamente 77% dessas emissões serão oriundas das movimentações

que ocorrerão no modo rodoviário, enquanto o modo ferroviário corresponderá por 16% e o modo aquaviário (cabotagem e hidrovias) por 7%.

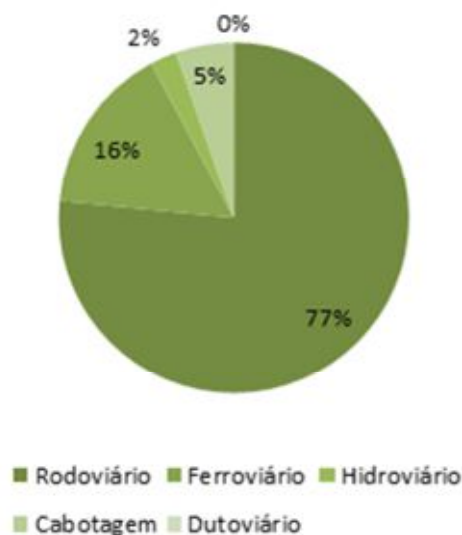


Figura 46: Emissões de CO₂.

Na distribuição percentual do custo de transporte (Figura 47), obtida a partir da simulação do “Cenário PNL 2025”, destaca-se que o modo rodoviário será responsável por 82% do custo total, enquanto que o modo ferroviário responderá por 13% e o modo aquaviário (cabotagem e hidrovias) por 5%.

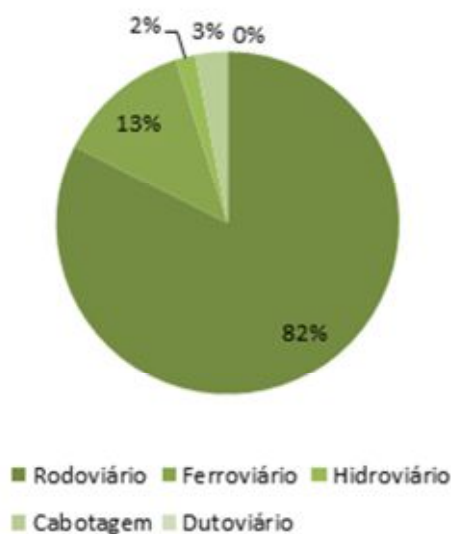


Figura 47: Custo de transporte 2025.

As intervenções constantes do “Cenário PNL 2025” propiciarão um aumento na eficiência do sistema de transporte brasileiro e, consequentemente, aumentará a competitividade do país. O “Cenário PNL 2025” proporcionará uma redução de 16,0% no custo total de transporte e de 14,3% nas emissões de CO₂. A redução no custo representa aproximadamente, de forma elucidativa, 0,8% do PIB total brasileiro e cerca de 22% do PIB de transportes medido no ano de 2017.

Os Programas Avançar e Avançar Parcerias contemplam os principais empreendimentos que compõem o “Cenário PNL 2025”, e que além de reduzir os custos logísticos, possuem potencial de aumentar a competitividade dos produtos brasileiros.

Adicionalmente, destacam-se os resultados decorrentes dos estudos da EPL considerando as adequações de capacidade das ferrovias qualificadas por meio do Decreto nº 9.059/2017 (Rumo Malha Paulista, MRS Lo-

gística S.A, Ferrovia Centro–Atlântica, Estrada de Ferro Carajás e Estrada de Ferro Vitória a Minas).

Os resultados mostram que, com as adequações nesses trechos, será possível reduzir custos operacionais nas concessionárias em até 16% nos trechos analisados. Tais resultados são provenientes, sobretudo do aumento da velocidade média comercial nos trechos e melhora da eficiência energética.

Estes resultados permitem demonstrar a existência de ganhos globais de eficiência no sistema logístico nacional, comparativamente ao cenário onde não foram consideradas as adequações nas referidas malhas.

Os investimentos previstos no “Cenário PNL 2025”, poderão gerar cerca de 239 mil empregos, entre vagas diretas, indiretas e efeito renda.

Os resultados desse cenário, comparado com o “Cenário Rede Básica”, apresentam eliminação de gargalos e significativa redução de custos logísticos até 2025, conforme Tabela 23.

Tabela 23: Principais Resultados Cenário PNL.

IMPACTO	BENEFÍCIO
Custo Médio Unitário	Redução de R\$0,115/TKU para R\$0,099/TKU (~14%)
Custo Total de Transporte	Redução de R\$54,7 bilhões/ano
Emissões de CO₂	Redução de 19,1 milhões de toneladas nas emissões de CO ₂ (~14,3% do total)
Gargalos Logísticos	Redução de 31.661,5 km para 12.606,8 km (60,2%)

Ademais, com o objetivo de medir o impacto da não viabilização dos novos investimentos em ferrovias concedidas, o “Cenário PNL

2025” foi testado deixando de considerar as adequações de capacidade nas ferrovias (Tabela 24).

Tabela 24: Principais resultados do Cenário PNL (sem adequações).

IMPACTO		BENEFÍCIO
Custo Médio Unitário		Redução de R\$0,115/TKU para R\$0,109/TKU (~5,2%)
Custo Total de Transporte		Redução de R\$21,2 bilhões/ano
Emissões de CO₂		Redução de 7,5 milhões de toneladas nas emissões de CO ₂ (~5,6% do total)
Gargalos Logísticos		Redução de 31.661,5 km para 20.996,3 km (~33,7%)

Nessa simulação, a redução de custos e de emissão de poluentes, quando comparado ao “Cenário Rede Básica”, são inferiores àqueles obtidos no “Cenário PNL 2025” com as ade-

quações de capacidade nas ferrovias citadas na Tabela 23.

A tabela 25, apresenta os resultados globais dos cenários simulados pela EPL.

Tabela 25: Comparativo dos resultados globais.

Modalidade	Cenário Rede Básica			Cenário PNL 2025			Cenário PNL 2025*		
	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte	TKU	CO ₂	Custo de transporte
Rodovia	1.900,2	114,1	311,0	1.462,9	87,8	236,8	1.734,4	104,1	281,7
Ferrovia	536,0	10,7	16,3	896,1	17,9	36,4	615,4	12,3	23,3
Hidrovia	160,6	3,2	6,4	141,1	2,8	5,3	154,6	3,1	6,1
Cabotagem	291,0	5,8	8,3	308,4	6,2	8,8	339,8	6,8	9,7
Dutovia	94,4	-	-	107,5	-	-	107,9	-	-
Total	2.982,2	133,8	342,0	2.916,0	114,7	287,3	2.952,1	126,3	320,8

Unidades: TKU: em bilhões; CO₂: em milhões de toneladas; e custo de transporte: em R\$ bilhões.

*Cenário PNL 2025 sem considerar as adequações de capacidade EFVM, EFC, MRS, RMP e FCA.

Além de redução dos custos de transporte e das emissões de CO₂, o cenário proposto pelo PNL trará uma matriz de transporte mais eficiente (Tabela 24), onde aumentará a participação da utilização dos modos de alta capacidade.

Tabela 26: Divisão modal.

Modo	Divisão Modal			
	2015	Cenário Rede Básica	Cenário PNL 2025	Cenário PNL 2025*
Rodoviário	65%	64%	50%	59%
Ferroviário	15%	18%	31%	21%
Hidroviário	5%	5%	5%	5%
Cabotagem	11%	10%	10%	11%
Dutoviário	4%	3%	4%	4%

*Cenário PNL 2025 sem adequações de capacidade (EFVM, EFC, MRS, RMP e FCA).

Diante desses resultados, a antecipação de investimentos para ampliação da capacidade das ferrovias concedidas revela-se como providência recomendável. A forma pela qual ocorrerá a sua viabilização é o desafio endereçado às áreas governamentais que tratam da gestão e da regulação do setor.

Considerando as premissas e simulações realizadas no âmbito da presente versão do PNL, caso as adequações de capacidade nas ferrovias citadas anteriormente não tenham sido

concluídas até 2025, estima-se uma diminuição nos ganhos logísticos projetados de R\$ 54,7 bilhões/ano para R\$ 21,2 bilhões/ano. Destaca-se que essa contribuição para a economia sistêmica decorrente do aumento de oferta de disponibilidade de transporte ferroviário pode ser ainda maior, tendo em vista que o modelo de custos de transporte utilizado no PNL considera as atuais estruturas de custos das empresas sem apropriar o efeito de escala e a competição intra e intermodal.

O fluxo do PNL prevê uma fase de monitoramento, que tem por objetivo identificar eventuais entraves que dificultam a realização das obras, permitindo identificar as medidas necessárias para assegurar a conclusão dos empreendimentos nos prazos previstos.

O foco específico serão as obras consideradas no “Cenário Rede Básica”, com conclusão prevista até o ano de 2020: Programa Avançar – Carteira de Rodovias até 2020 (Tabela 8) e Carteira de Obras Ferroviárias (Tabela 9); e as obras incluídas no “Cenário PNL 2025”: Programa Avançar - Rodovias (Tabela 10); Programa Avançar Parcerias - Rodovias (Tabela 11); Investimentos programados em

concessões existentes (Tabela 12); Concessões rodoviárias - Relicitações (Tabela 13); Programa Avançar Parcerias - Ferrovias (Tabela 14); Adequação de capacidade de ferrovias concedidas (Tabela 15); Intervenção - Hidrovia (Tabela 16).

Além do monitoramento dos empreendimentos incluídos nos dois cenários sintetizados na Figura 48, também será acompanhada a execução das obras de construção da Ferrovia Transnordestina, que por sua relevância poderá, a partir de sua entrada em operação trazer alterações no cenário da região. Contudo, é preciso ter presente que sua disponibilidade ocorrerá em horizonte posterior a 2025.

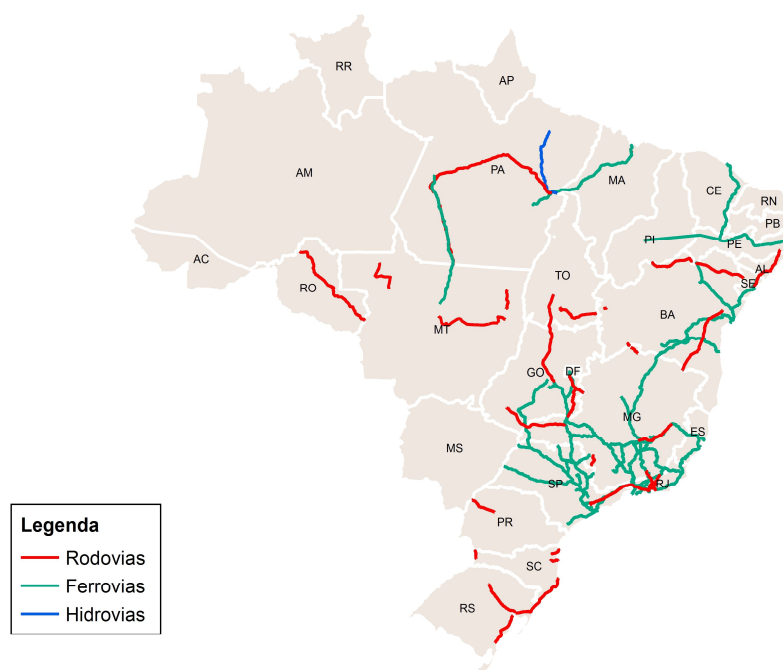


Figura 48: Ações que serão monitoradas.

Apesar dos expressivos resultados projetados com a implementação dos empreendimentos dos Programas Avançar e Avançar Parcerias, e que compõem o “**Cenário PNL 2025**”, boa parte destes resultados decorre do aumento da oferta ferroviária.

Entretanto, diversos trechos da rede multimodal, em especial da rede rodoviária apresentam ainda pontos de estrangulamento no horizonte de 2025, que denominamos de gargalos remanescentes.

Como possíveis soluções para esses gargalos, propõe-se, nessa primeira análise, uma carteira de projetos priorizados em função dos seguintes critérios:

- i. Importância estratégica;
- ii. Integração das malhas ferroviárias e ampliação da participação deste modo na matriz de transporte nacional;
- iii. Potencial de incremento na captação de carga;
- iv. Redução de gargalos logísticos.

Para atendimento dos critérios estabelecidos, foram realizadas análises de empreendimentos estratégicos que compõem os modos rodoviário e ferroviário.

Neste sentido, os resultados das análises do modo ferroviário apontam a Ferrovia Norte Sul - FNS, como a ferrovia que, integrada com outras infraestruturas alimentadoras de cargas, trará maiores benefícios para o sistema logístico nacional, pelos seguintes motivos:

- Estabelece alternativas mais econômicas para os fluxos de carga para o mercado consumidor;

- Integra a malha ferroviária brasileira;
- Eixo estratégico central do país;
- Promove uma logística exportadora competitiva, de modo a possibilitar acesso a portos de grande capacidade;
- Incentiva investimentos que irão incrementar a produção;
- Induz processos produtivos modernos e promover a industrialização do interior do país, levando as indústrias para próximo das fontes de insumos.

Assim, dada a relevância da FNS e a partir de estudos internos da EPL, foram priorizados projetos ferroviários e rodoviários que potencializam a utilização dessa ferrovia e como consequência, contribuem para a redução de gargalos e custos logísticos.

Esses estudos indicam que a implantação de da Ferrovia de Integração do Centro-Oeste - FICO e da Ferrovia de Integração Oeste Leste - FIOL e das rodovias alimentadoras BR-080/GO/MT e BR-242/TO/MT, apresentam maior potencial de captação de carga, comparativamente a outros trechos avaliados e relacionados no Anexo 3 (Tabela 30).

A FICO e a FIOL garantem a integração com a FNS, formando um corredor estruturante nos sentidos norte-sul e leste-oeste e constituindo ligação de grandes áreas de produção, Mato Grosso e Oeste da Bahia, com importantes portos do país, além de contribuir futuramente com a integração Sul-americana e com portos do Oceano Pacífico, conforme Tabela 27.

Tabela 27: Carteira de projetos de construção de trechos ferroviários priorizados.

Eixo Logístico	UF	Ferrovia	Trecho	Extensão
Leste-Oeste	BA/TO	FIOL	Caetité/BA – Entr. FNS (Figueirópolis/TO)	894,0
Leste-Oeste	GO/MT	FICO	Entr. FNS – Lucas do Rio Verde/MT	1.066,0
Total				1.960

A importância das ferrovias FICO e FIOL:

- Estabelecer alternativas mais econômicas para os fluxos de carga de longa distância;
- Interligar e integrar a malha ferroviária brasileira a outros modos de transporte (rodovias e hidrovias), favorecendo a multimodalidade;
- Propor nova alternativa logística para o escoamento da produção agrícola e de mineração por meio do terminal portuário de Ilhéus/BA; e
- Incentivar investimentos para incrementar a produção e induzir a processos produtivos e industriais contemporâneos.

Os benefícios da implantação das ferrovias FICO e FIOL:

- Reduzir os custos de transporte de grãos, álcool e minérios destinados aos mercados internos e externos;
- Potencializar o aumento da produção agroindustrial da região de influência,

motivada por melhores condições de acesso aos mercados nacional e internacional;

- Interligar os estados de Mato Grosso, Goiás, Tocantins e Bahia possibilitando mais uma alternativa portuária para escoamento da produção via estado da Bahia;
- Reduzir a emissão de poluentes;
- Reduzir o número de acidentes em rodovias.

As rodovias BR-080/GO/MT e BR-242/TO/MT (Tabela 28) foram priorizadas com base na capacidade de alimentação das ferrovias FNS, FICO e FIOL, considerando o potencial de atração de carga. Além disso, essas rodovias em conjunto com as ferrovias citadas formarão um eixo com conexão com as rodovias BR-158/MT/PA e a BR-153/GO/TO, aumentando ainda mais o potencial desse sistema.

Tabela 28: Carteira de projetos de construção de trechos rodoviários priorizados.

Eixo Logístico	UF	Rodovia	Trecho	Extensão
Leste-Oeste	GO/MT	080	Entr. BR-153/GO-237 (Uruaçu) - Entr. GO-244 (Div. GO/MT) (Luiz Alves) Div. GO/MT - Entr. BR-158/242 (Vila Ribeirão Bonito)	388,4
Leste-Oeste	TO/MT	242	Entr. BR-153 - Div. TO/MT (São Félix do Araguaia) Entr. MT-100 (Div. TO/MT) (São Félix do Araguaia) - Entr. BR-158/MT-424	291,1
Total				679,5

Adicionalmente, a Figura 49 mostra o eixo logístico central norte-sul e o eixo leste-

oeste, considerando as carteiras de projetos ferroviários e rodoviários priorizadas.

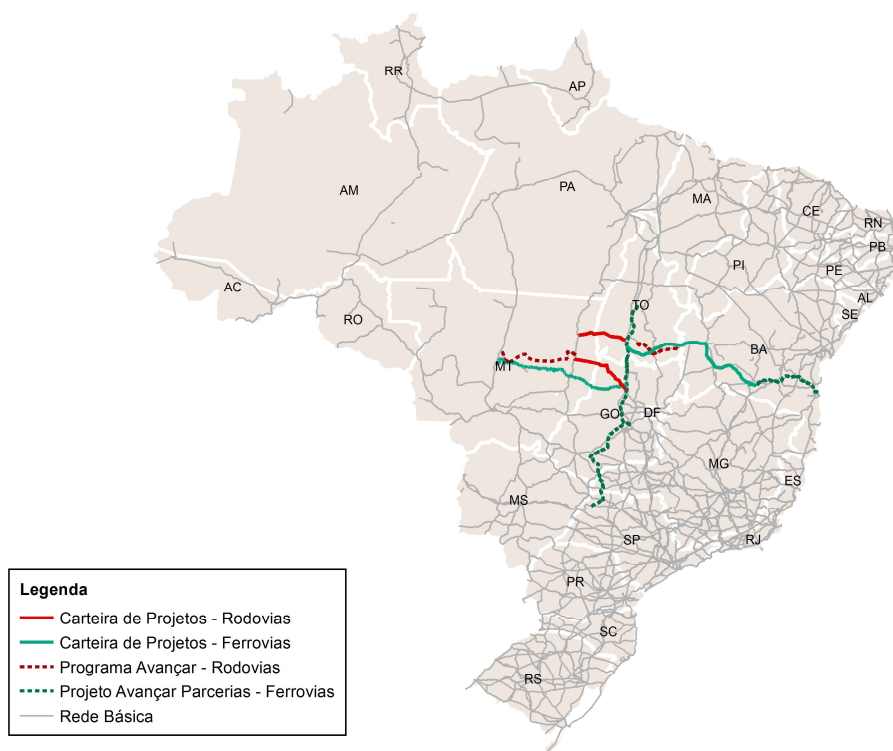


Figura 49: Carteira de projetos ferroviários e rodoviários – Eixo central norte-sul e o eixo leste-oeste.

Da análise dos gargalos remanescentes, fora da área de influência da FNS, foram identificados trechos rodoviários que compõem importantes eixos logísticos, justificando-se a

indicação dessas vias para priorização de investimentos, conforme Tabela 29.

Tabela 29: Carteira de projetos de adequação de trechos rodoviários priorizados.

Eixo Logístico	UF	BR	Trecho	Extensão
1	PA	010	Entr. BR-316/308 - Início Pista Dupla	34,9
1	PA	316	Entr. BR-010 (P/Santa Maria do Pará) - Div. PA/MA (Alto Bonito)	171,5
1	MA	316	Div. PA/MA (Boa Vista do Gurupí) - Entr. BR-226/343 (Div. MA/PI) (Teresina/Timon)	620,9
1	PE	232	Entr. BR-116/361 (Salgueiro) - Entr. BR-316 (Parnamirim)	50,5
1	PE	316	Div. PI/PE - Entr. BR-232 (Parnamirim)	144,9
1	PI	316	Entr. BR-226 (Div. MA/PI) (Timon) (Início da Ponte Rio Parnaíba) - Div. PI/PE	417,8
2	PE	116	Entr. BR-232/361 (Salgueiro) - Div. PE/BA (Início Ponte Sobre o Rio São Francisco)	65,9
2	BA	101	Entr. BR-324 - Entr. BA-698 (p/ Mucuri)	772,3
2	BA	116	Fim da Ponte Sobre o Rio São Francisco (Ibó) - Entr. BR-324/BA-502/503 (Feira de Santana)	422,6
3	MG	116	Div. BA/MG - Entr. BR-381/451 (Viaduto Contorno Gov. Valadares)	408,5
3	MG	135	Entr. BR-122/251/365 (Montes Claros) - Entr. BR-451 (Bocaiúva) Entr. BR-259 - Entr. BR-040	94,8
3	MG	251	Entr. BR-116 - Entr. BR-122 (Início do Perímetro Urbano Montes Claros)	328,8
3	MG	365	Entr. BR-251 - Entr. BR-146/352/354 (p/Patos De Minas)	399
4	SC	153	Div. PR/SC - Entr. BR-282 (p/Ponte Serrada)	59,5
4	SC	282	Entr. BR-283/SC-455 (Campos Novos) - Entr. BR-480/SC-156 (p/ Chapecó)	194,1
4	SC	283	Entr. BR-470/SC-284 (Tupitinga) - Entr. BR-153 (p/ Irani)	70,9
4	SC	470	Entr. BR-116 - Div. SC/RS (Início da Ponte Sobre o Rio Pelotas)	123,1
4	RS	285	Entr BR-470 (Lagoa Vermelha) - Entr BR-153 (p/ Erechim)	102,9
4	RS	470	Div SC/RS (Início da Ponte Sobre o Rio Pelotas) - Entr BR-285 (Lagoa Vermelha)	75,6
Total				4.558,5

Esses eixos foram priorizados com base no “ranking” dos índices de saturação de capacidade e de volume de toneladas úteis movimentadas, sendo ainda avaliados como de importância relevante para o sistema logístico do país e que são preferenciais na solução dos gargalos.

- Eixo 1: Trechos rodoviários entre os estados do Pará (BR-010/316), Maranhão (BR-316), Piauí (BR-316) e Pernambuco (BR-316/232), totalizando 1.440,5 km. Com a adequação de tais trechos, busca-se melhorar o escoamento de produtos provenientes do interior dessas regiões até as principais ferrovias do norte e nordeste (Estrada de Ferro Carajás, Transnordestina e FIOCR).

- Eixo 2: complementar do Eixo 1 permitindo a ligação do nordeste com sudeste do país, passando por Pernambuco (BR-116), com conexão para outras importantes rodovias e Bahia (BR-116 e BR-101). Esse Eixo visa tornar mais eficiente o escoamento de produtos provenientes do sudeste do país, região de intensa industrialização, que seguem para o nordeste, sendo uma rota altamente dependente da logística rodoviária. Além disso, o eixo também possibilita uma melhor interligação da produção nordestina até grandes polos de consumo no sudeste brasileiro. Esse eixo totaliza 1.260,8 km.

- Eixo 3: composto por rodovias no estado de Minas Gerais e complementar aos Eixos

1 e 2, totalizando 1.231,1km de extensão. A partir da adequação desse eixo, é possível melhorar o transporte inter-regional do país ao interligar zonas consumidoras do Sudeste e do Nordeste, com conexão ferroviária em Montes Claros. Além disso, ao adequar rodovias para ligação ao triângulo Mineiro, como é o caso da BR-365/MG, também se promove a melhor eficiência do transporte de cargas oriundo daquela região, onde se tem um dos maiores centros de distribuição logística do país. A BR-116/MG contemplada nesse eixo, atualmente se configura com o único trecho da rodovia deste Salvador até a divisa com o Rio grande do Sul que não está concedido a iniciativa privada e que não está duplicado ou ainda não tem previsão de duplicação. A BR-251/MG se configura como uma rodovia com expressivo fluxo de veículos de carga e que necessita de intervenções para adequação de sua capacidade.

- Eixo 4: composto pelas rodovias BR-153/SC, BR-282/SC, BR-283/SC, BR-285/RS e BR-470/SC/RS, totalizando 626,1km. Esse eixo facilitará a interligação da região do Meio Oeste/Planalto Serrano Catarinense e Noroeste/Nordeste do Rio Grande do sul ao prover um sistema de transporte mais eficiente que conecta as zonas produtoras da região com outras rodovias e com a ferrovia Rumo Malha Sul, permitindo maior facilidade de escoamento pelos principais portos do sul. Adicionalmente, possibilitará maior integração com outros países do Mercosul ao facilitar a entrada e saída de produtos.

A Figura 50 mostra a carteira de projetos rodoviários priorizados nos quatro eixos logísticos indicados.

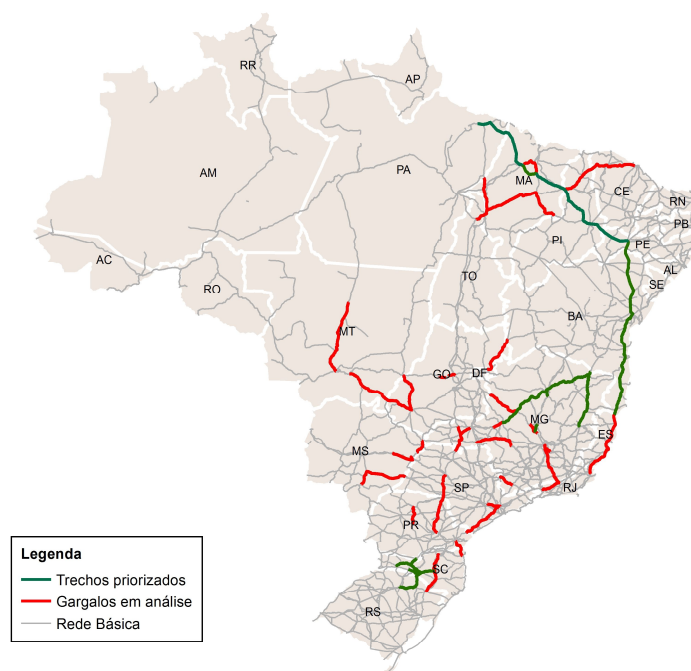


Figura 50: Carteira de projetos rodoviários.

Como ganhos decorrentes da construção desses novos trechos e adequação de trechos existentes, estima-se uma redução de 24% no custo médio unitário de transporte, em R\$/TKU, quando todas as intervenções estiverem concluídas e operacionais. Essa redução se dará pela diminuição do desgaste dos veículos e redução dos tempos de viagem.

Além disso, dentre todos os meios de transporte, o rodoviário é o que apresenta maior índice de acidentes, logo com as melhorias previstas das vias esses acidentes tendem a reduzir substancialmente.

Por fim, ainda estima-se que a operacionalização desses trechos poderá gerar 117 mil empregos diretos, indiretos e efeito renda, e um aumento de até 5% no PIB regional dos 266 municípios por onde essa infraestrutura passar, sem considerar tributos.

A partir do aumento da população ocupada e sua respectiva renda, e dos benefícios gerados por esse aumento, estima-se que os empregos gerados pelos programas Avançar e Avançar Parcerias, bem como da possível repactuação de contratos ferroviários e ainda os investimentos da carteira de projetos do PNL, juntos poderão gerar cerca de 356 mil empregos (diretos, indiretos e efeito renda), o que poderá gerar um incremento de aproximadamente 0,1% a.a. no PIB Brasil após a conclusão das respectivas obras.

Os resultados do PNL mostram ganhos globais de eficiência no sistema logístico nacional, comparativamente ao cenário onde não foram consideradas as intervenções propostas.

Durante a execução dos investimentos programados, estimam-se 356 mil empregos gerados, dos quais:

- 239 mil empregos gerados pelos programas: Avançar e Avançar Parcerias, incluindo a antecipação de investimentos nos trechos ferroviários concedidos;
- 117 mil empregos gerados pelos investimentos propostos pela Carteira de Projetos do PNL.

Com relação ao PIB, considerando o incremento na renda proporcionado pelos empregos gerados a partir desses investimentos, espera-se uma elevação potencial de aproximadamente 0,1% a.a. no PIB Brasil.

Por outro lado, caso as adequações de capacidade nas ferrovias citadas anteriormente não estejam finalizadas até 2025, o ganho logístico anual estimado no “Cenário PNL 2025”, R\$ 54,7 bilhões/ano, será reduzido para 21,2 bilhões/ano a partir desse horizonte.

Para solução dos gargalos identificados no PNL, foram priorizados empreendimentos que possuem alta relevância e produzem impactos significativos no custo logístico e na capacidade de competição internacional dos produtos brasileiros, com potencial de incorporação à infraestrutura nacional no horizonte 2025:

- Ferrovias (construção): 02 – 1.960 km (FICO e FIOL);

- Rodovias (Construção): 02 - 679,5 km (BR-080/GO/MT e BR-242/TO/MT);
- Rodovias (Adequação): 19 - 4.558,5 km.

Finalmente, para os gargalos não atendidos, as possíveis soluções serão objeto de novas avaliações considerando:

- Adequação de capacidade da infraestrutura indicada como gargalo;
- Adequação de capacidade de outra infraestrutura que tenha influência direta com o gargalo identificado;
- Construção de nova infraestrutura.

Para tal, o PNL já indicou uma carteira de estudos futuros conforme Anexo 3. Essa carteira de estudos será atualizada após a finalização da consulta pública, permitindo a simulação de novos cenários que contemplem outras alternativas de soluções logísticas integradas.

Além disso, dentre as atividades futuras do PNL estão previstos os seguintes estudos:

- Simulações de cenários considerando as matrizes origem e destino até 2035 e 2050 considerando os efeitos climáticos;
- Sustentabilidade Socioambiental – Avaliação Ambiental Estratégica;
- Sistema ferroviário nacional e integração sul-americana;
- Sistema rodoviário nacional e integração sul-americana;
- Sistema aquaviário nacional integração sul-americana (incluindo a cabotagem);
- Sistema dutoviário;

- Sistema aeroviário;
- Sistema Portuário – integração PNLP
- Logística e Mobilidade Urbana.

Reitera-se que o PNL é um processo dinâmico, permanente e com atualizações periódicas, que visa contribuir para o pla-

nejamento estratégico dos transportes, com o objetivo de racionalização dos investimentos, redução do custo Brasil e o aumento da competitividade logística nacional.

ANDRADE, L. E. C.; BRINATI, H.L. Um estudo sobre terminais intermodais para granéis sólidos. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil.

ANTAQ. Análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privado. 2013. Disponível em <www.antaq.gov.br>.

ANTAQ. Cenário da cabotagem brasileira – 2010 a 2012. Brasília, 2013. Disponível em <www.antaq.gov.br>.

ANTAQ. Estatísticas da navegação interior. Brasília. 2011.

ANTT; DEC. Manual de custos referenciais de investimentos ferroviários: ação 6 – função de orçamentação aplicada ao transporte ferroviário Metodologia da função referencial de preços. Brasília. 2012.

ANTT; DEC. Sistemática de cálculo de custos referenciais de investimentos ferroviários. Volume 9 – Manual de Orçamentação Referencial Ferroviário Tomo I – Metodologia. 2012.

BAUMGARTNER, J.P. Prices and costs in the railway sector. École Polytechnique Fédérale de Lausanne. 2001.

BONELLI, R.. Produtividade e armadilha do lento crescimento. In Produtividade no Brasil: Desempenho e determinantes. Org.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L.R. Volume 1. Brasília: ABDI:IPEA. 2014. (111-141).

CASTRO, N. Estrutura, desempenho e perspectivas do Transporte ferroviário de carga. Pesquisa e Planejamento Econômico. Brasília, v32, n.2, p251-283, 2002.

HOLT, C. C. Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted moving averages. ONR Research Memorandum, Carnegie Institute of Technology 52. 1957.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS. Railway

Handbook 2012, Energy Consumption and CO₂ Emissions. 2012.

IPEA. Portos Brasileiros: Diagnóstico, Políticas e Perspectivas. Comunicados do IPEA, n. 48. 2010.

IPEA. Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional. Comunicados do IPEA, n50. 2010.

KUSSANO, M.R. Proposta de modelo de estrutura do custo logístico do escoamento de soja brasileira para o mercado externo: O caso do Mato Grosso. 2010, 43f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2010.

LIMA, T.P. A regulação do transporte aquaviário e da exploração da infraestrutura portuária. In: Forum Portos Brasil, 12, 2011, 2011.

LINDGREEN, E.; SORENSON, S.C. Simulation of energy consumption and emissions from rail traffic. 2005.

LUNKES, R.J.; SANTOS, V.F.; SOUZA, P. Tarifas Portuárias: Estudo Comparativo entre os Modelos Brasileiro e Português. In: Congresso UFSC de Controladoria e Finanças & Iniciação Científica em Contabilidade, 5, 2014, Florianópolis-SC.

MANHEIM, MARVIN L., 1979 Fundamentals of transportation systems analysis. Published. Cambridge, MIT Press.

MARINHA DO BRASIL. Normas da Autoridade Marítima para Aquaviários: NORMAM 1133//DDPPC. 2003.

MARINHA DO BRASIL. Normas e procedimentos da capitania fluvial do Araguaia-Tocantins. 2011.

NIELSEN, L. D.; PEDERSEN, P. H.; PETERSEN, T.; HANSEN, L. G. Freight transport growth: a theoretical and methodological framework. European Journal of Operational Research, v. 144, p. 295-305, 2003.

NORFOLK SOUTHERN. Locomotive Engineer Training Handbook, fevereiro de 2006. NTC. Custos operacionais, fretes e renovação de frotas. 2001.

NTC. Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas. 2001.

Ortuzar J. D. e Willumsen L. G., 2011. Modeling Transport. Modeling Transport. 4th edition. John Wiley & Sons. Canada.

PARAJULI, A. Modelling road and rail freight energy consumption: A comparative study. 2005, 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). School of Urban Development, University of Queensland. 2005.

Plano CNT de Transporte e Logística, CNT 2014, disponível em <<http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Plano%20CNT%20de%20Log%C3%ADstica/Plano%20CNT%20de%20Transporte%20e%20Logistica%202014.pdf>>

PEREIRA, N.N. Um estudo sobre instalações propulsoras para empurradores fluviais. 2007, 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, USP. 2007.

REIS, M.A.S. CONSTANTE, J.M. Metodologia para o Cálculo dos Custos Logísticos Associados ao Fluxo de Mercadorias. 2011.

RIBEIRO, L.B.; GHIOTTI, V. Simulador de Operação Ferroviária Módulo Óleo Diesel. Apresentação. 2006.

SCHLAICH J, HEIDL U E MÖHL P. Multimodal macroscopic transport modelling: State of the Art with a focus on validation & approval, 2013. 17th IRF (International Road Federation) World Meeting.

TOKARSKI, A. Hidrovias brasileiras. In: Encontro Nacional de Entidades Portuárias e Hidroviárias, 22., 2007, Maceió- AL.

TRANSPETRO. Tarifas de referência para serviços de movimentação de etanol. Revisão 39, 2014. Disponível em www.transpetro.com.br.

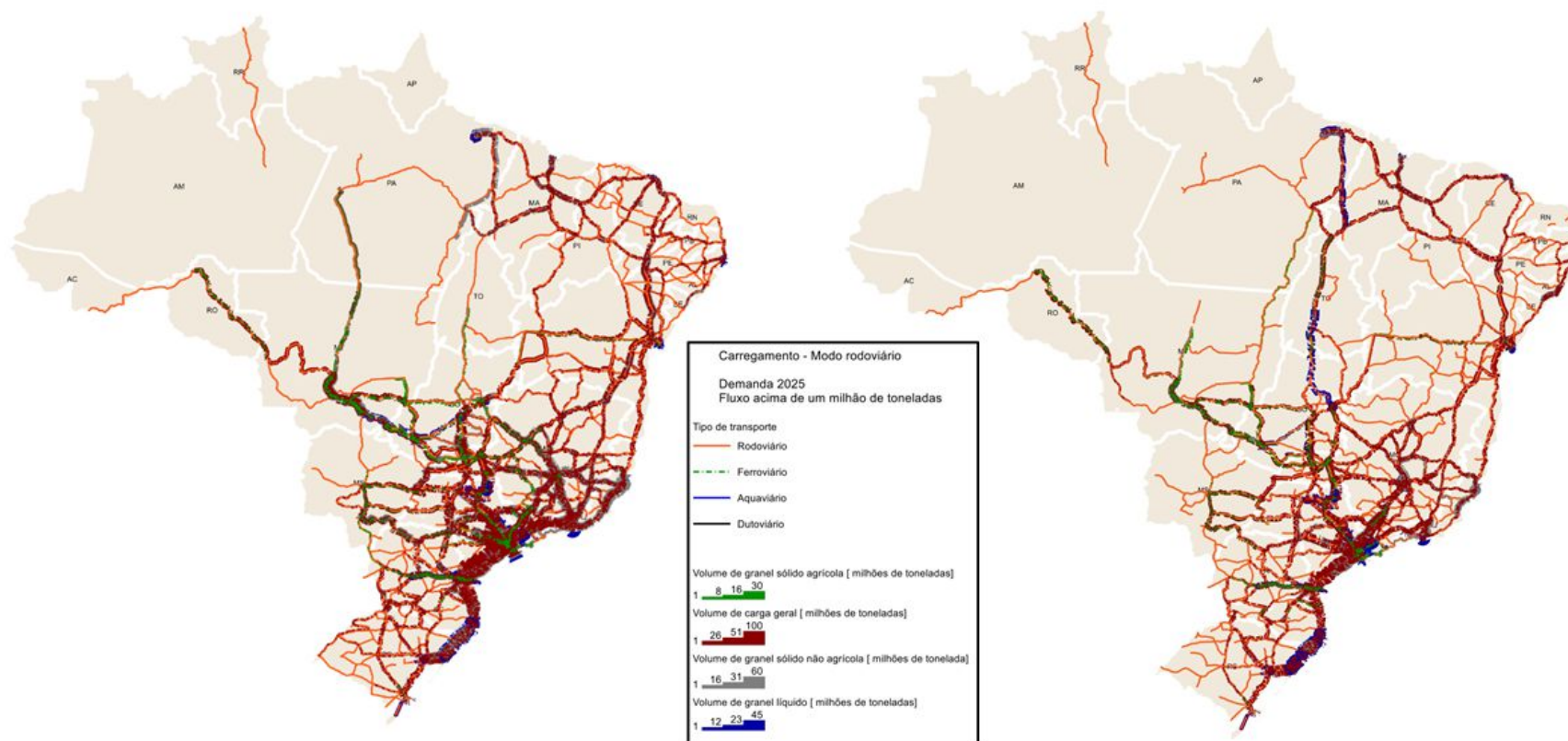
U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. National Transportation Statistics. 2012.

Anexo 1 - Análise por modo de transporte

Comparação de cenários: Rodoviário / Todos os grupos de cargas

Cenário Base

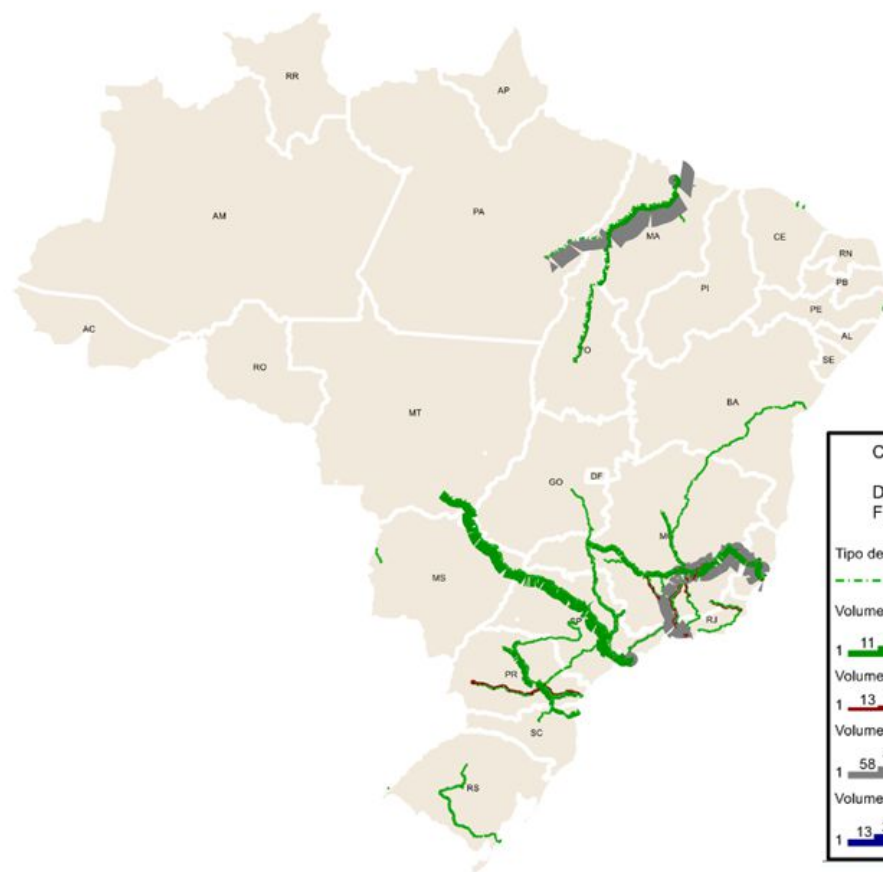
Cenário PNL



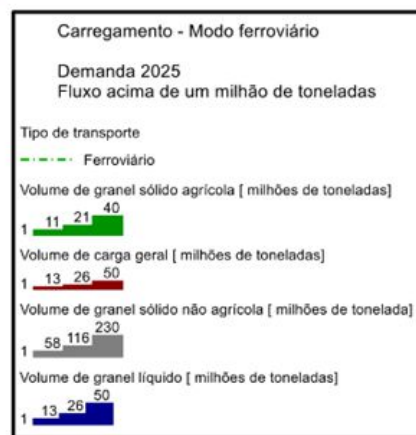
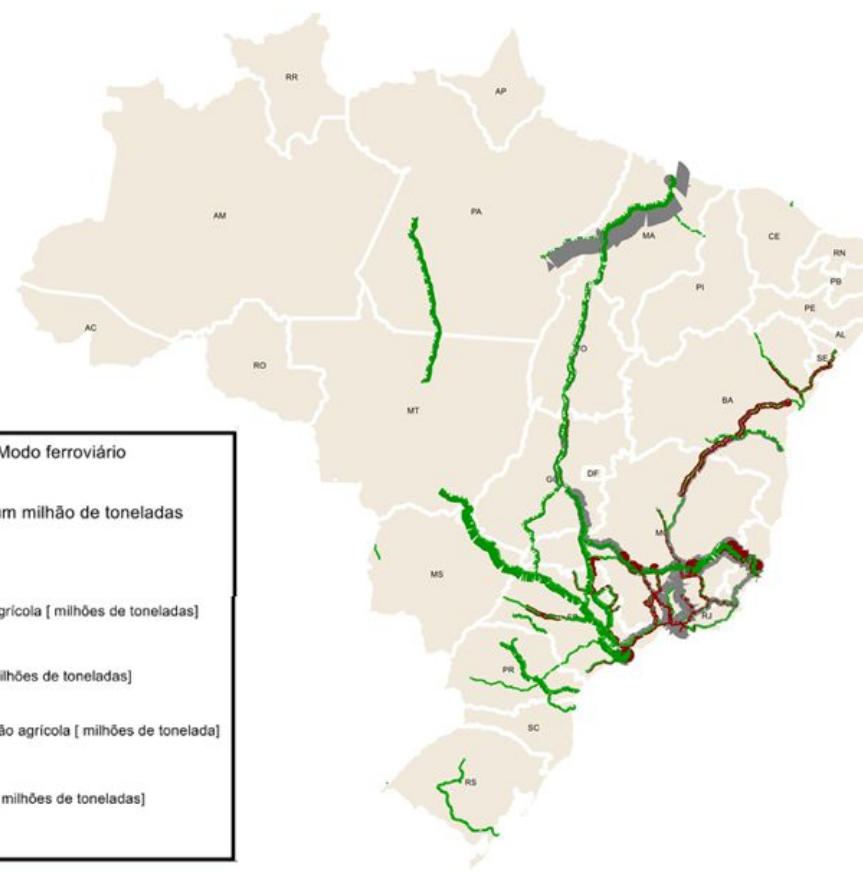
* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Comparação de cenários: Ferroviário / Todos os grupos de cargas

Cenário Base



Cenário PNL



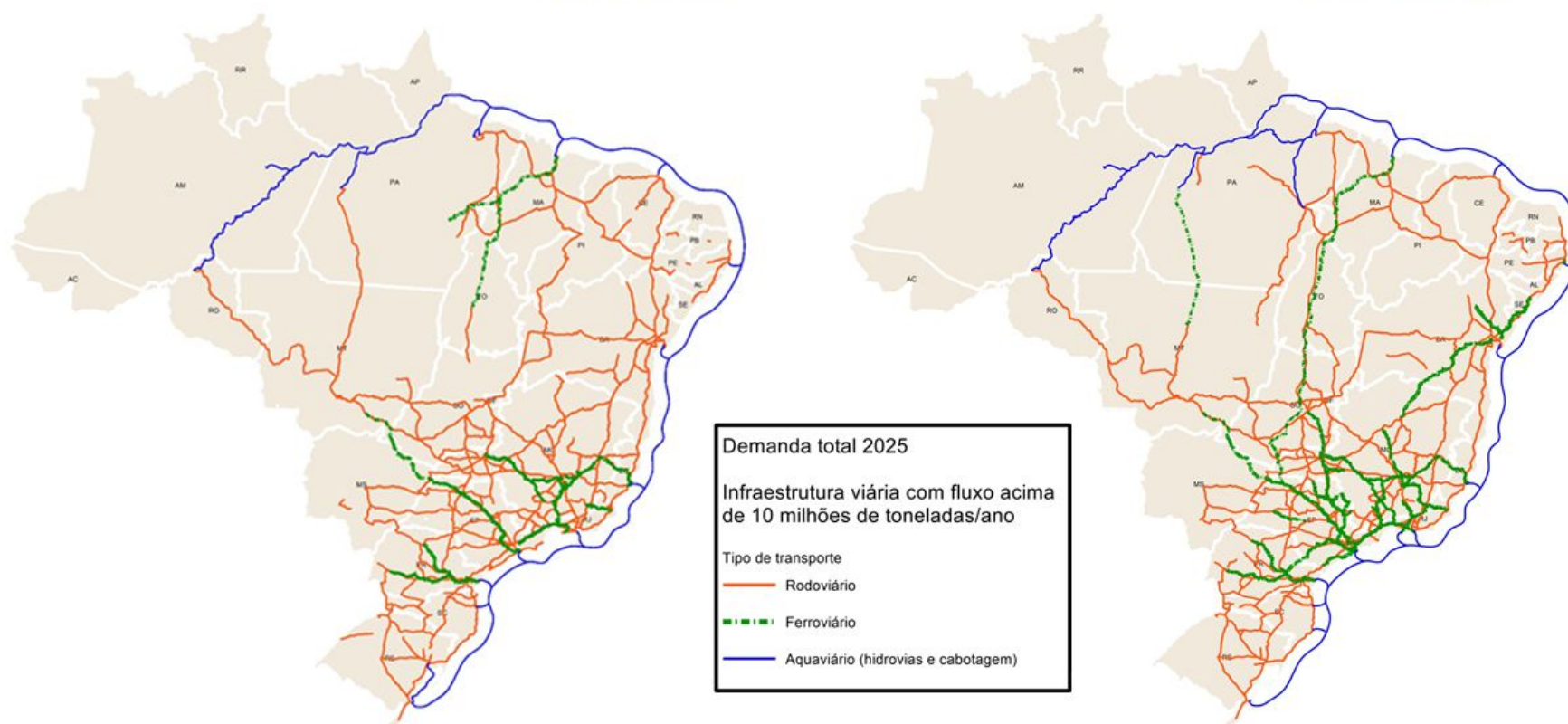
Comparação de cenários: Aquaviário / Todos os grupos de cargas



Comparação de cenários: Todas as cargas e modos de transporte

Cenário Base

Cenário PNL

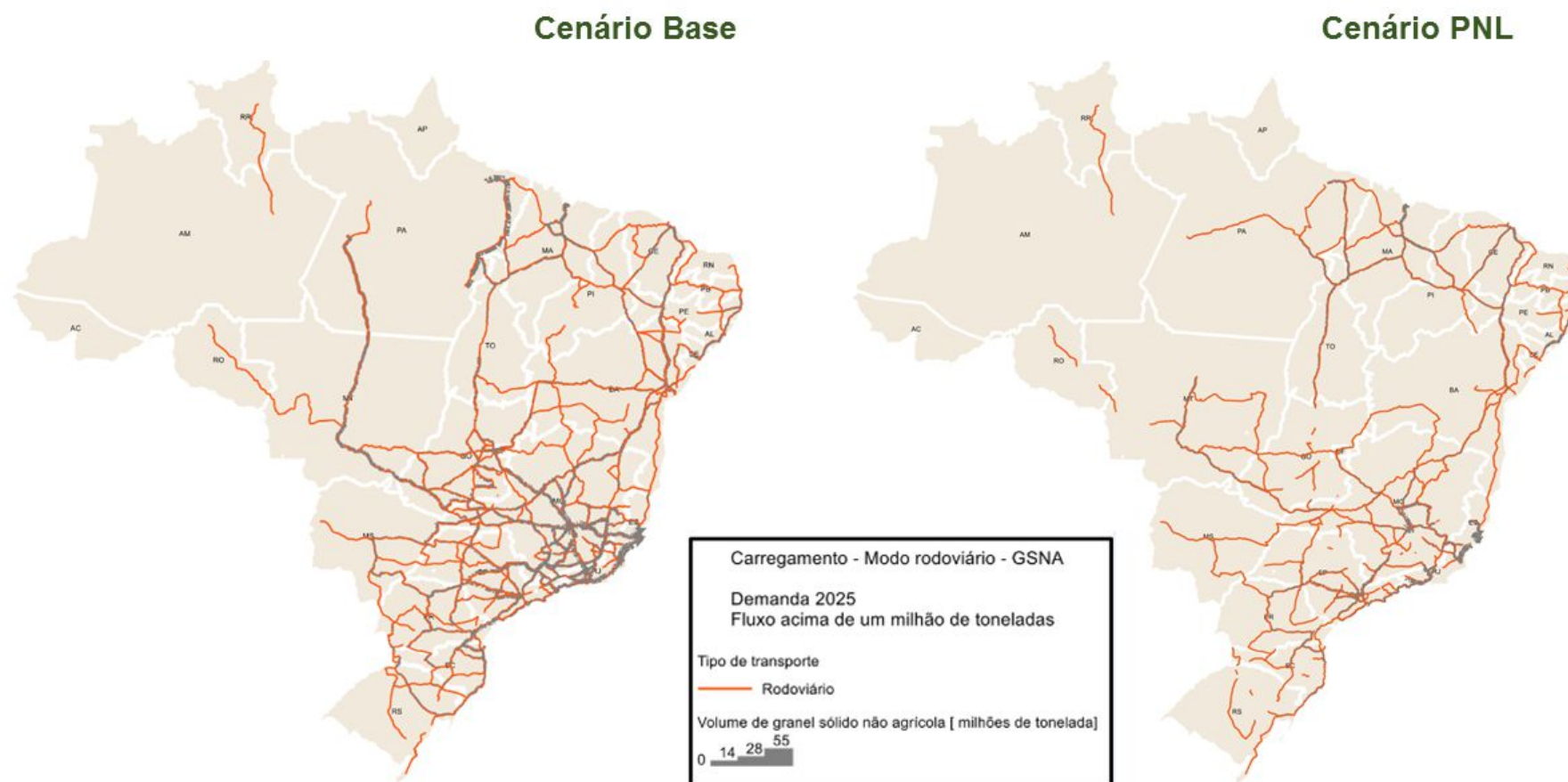


* Infraestrutura com carregamento acima de 10 milhões de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Anexo 2 - Análise para o grupo de mercadoria

GSNA

Rodoviário

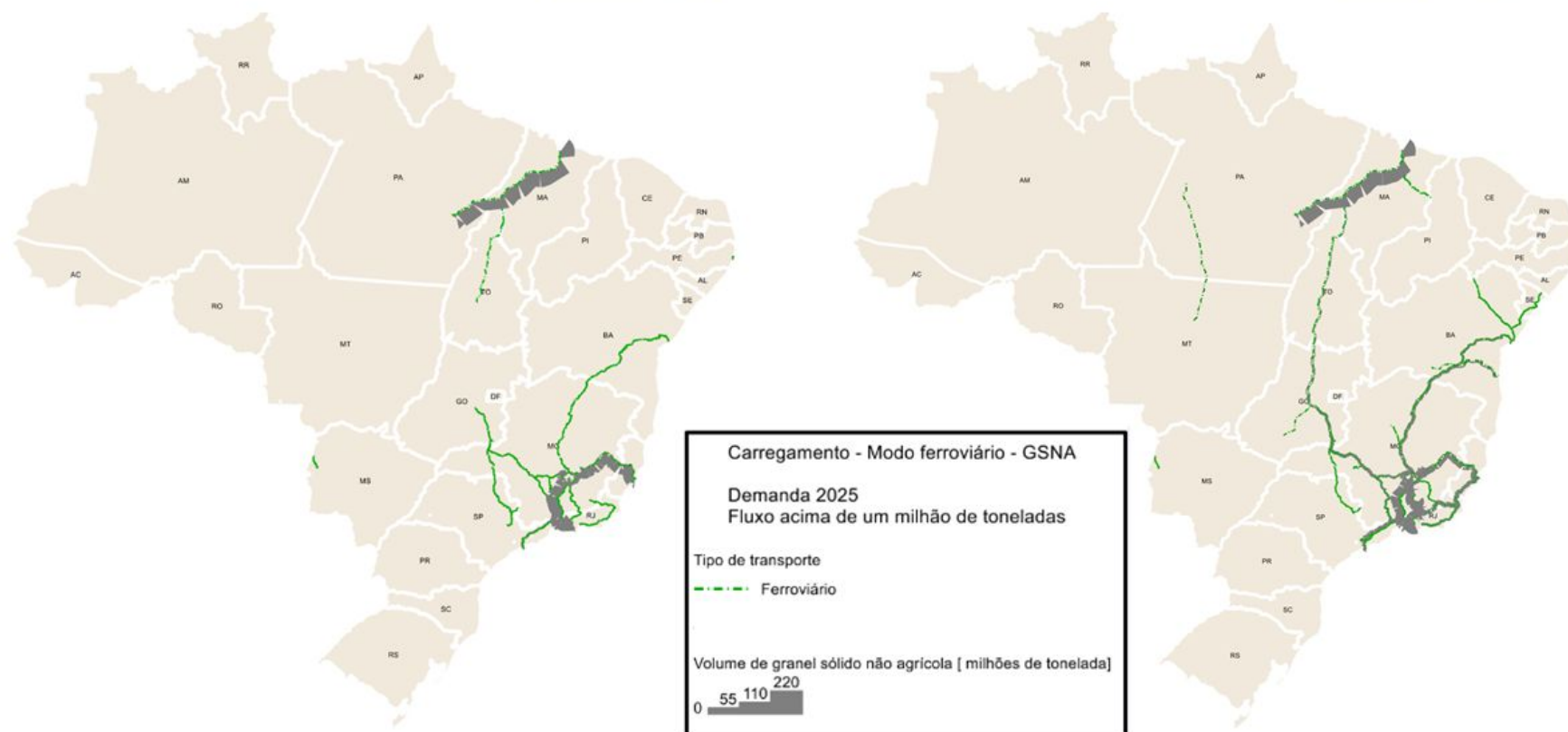


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Ferrovário

Cenário Base

Cenário PNL

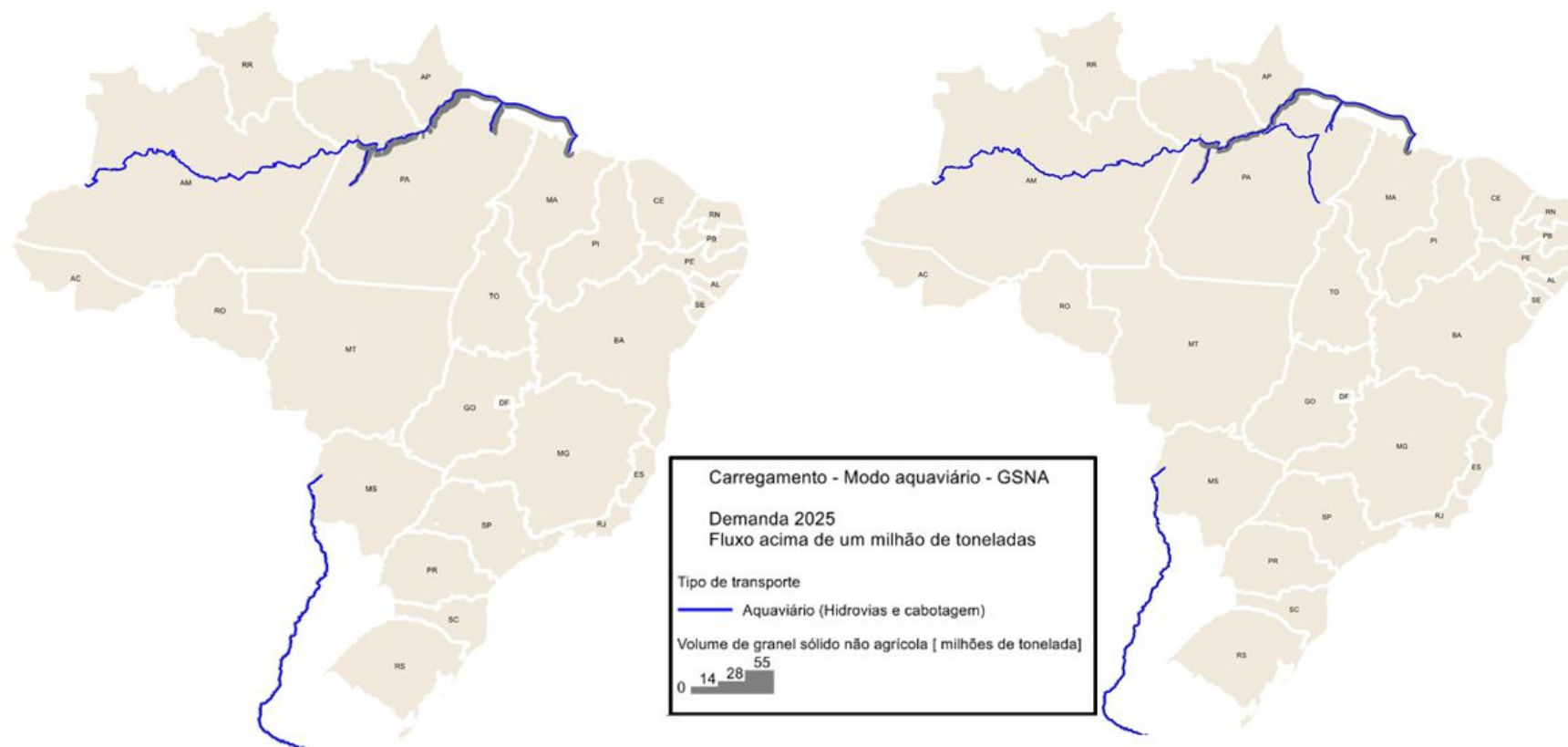


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Aquaviário

Cenário Base

Cenário PNL

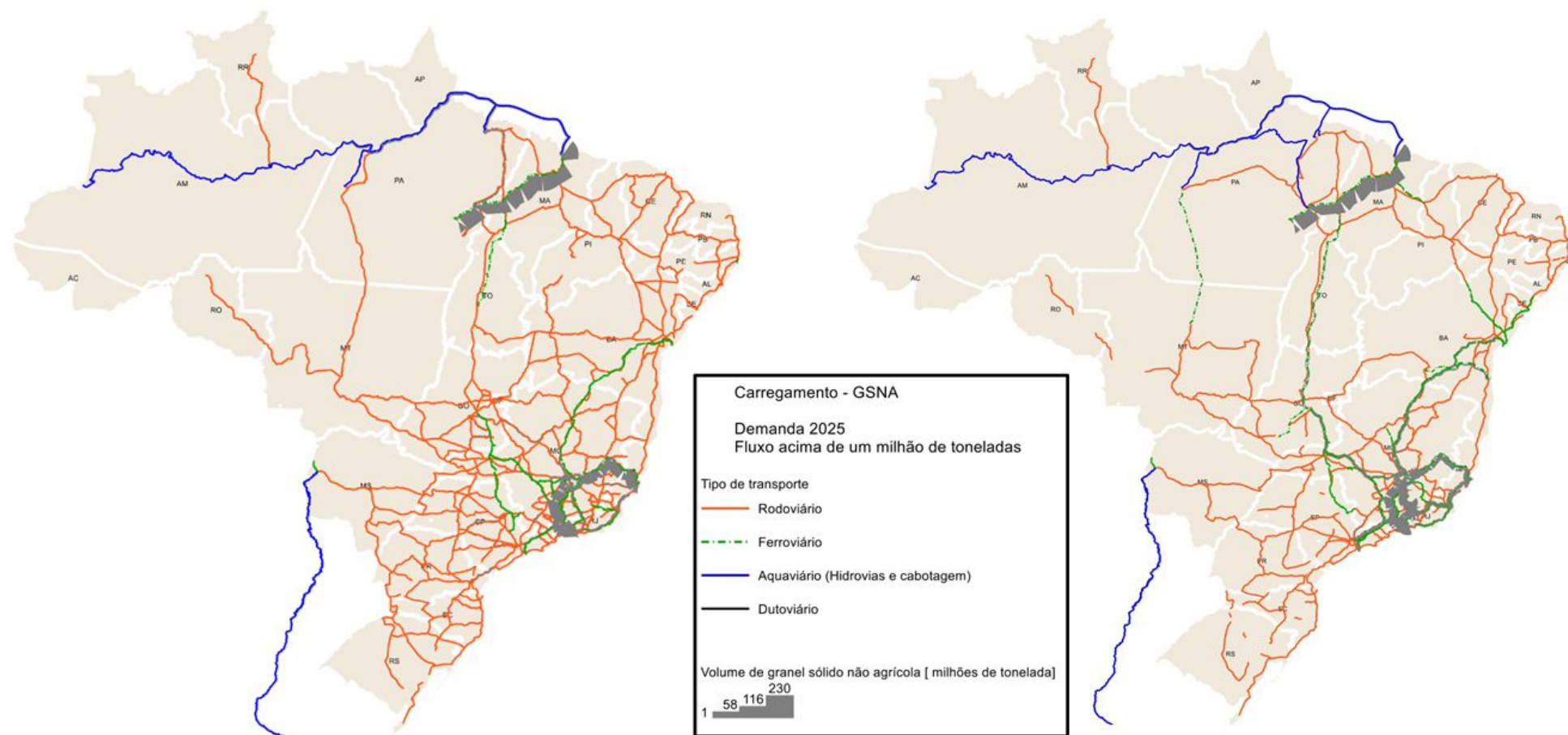


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Todos os modos de transporte

Cenário Base

Cenário PNL

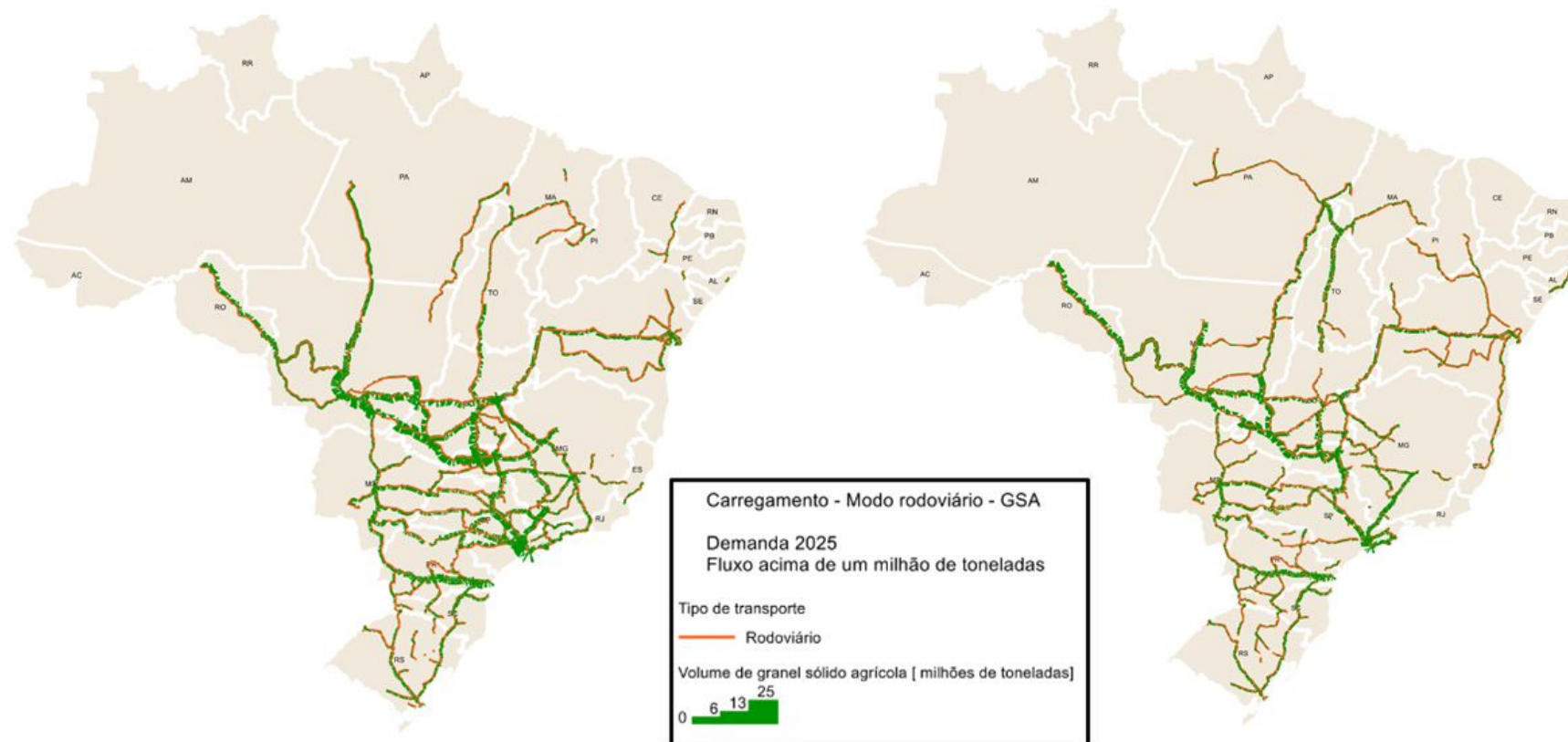


GSA

Rodoviário

Cenário Base

Cenário PNL

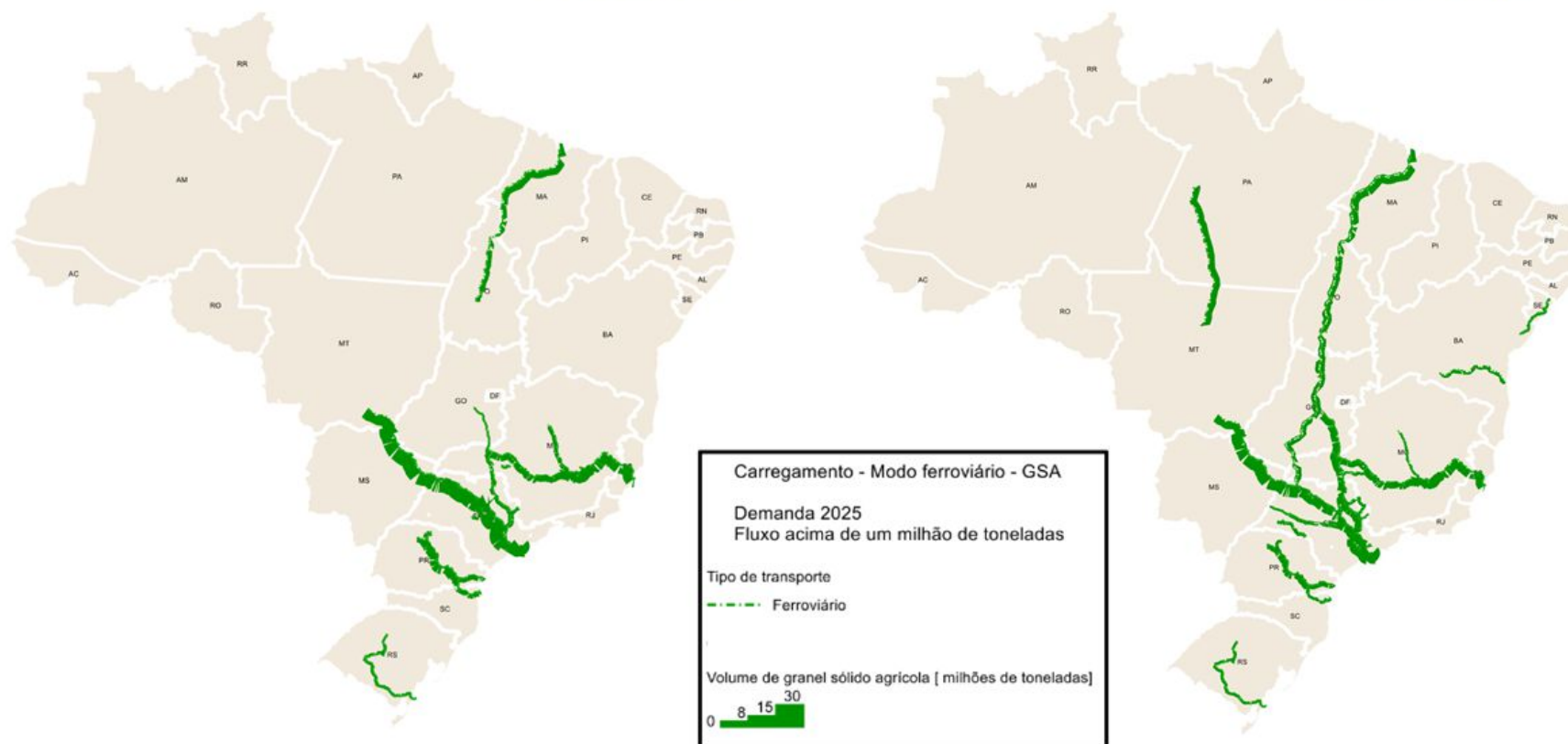


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Ferrovário

Cenário Base

Cenário PNL

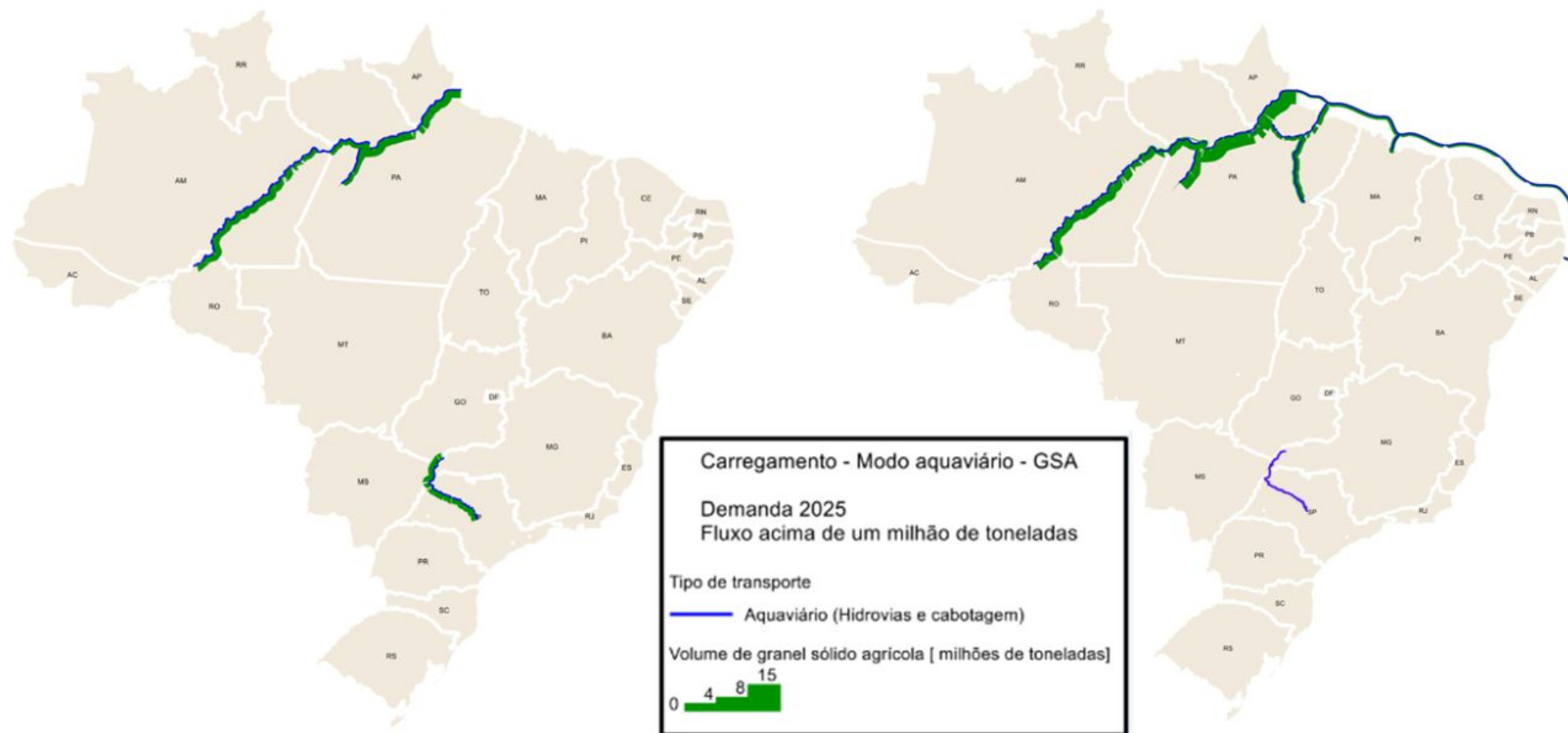


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Aquaviário

Cenário Base

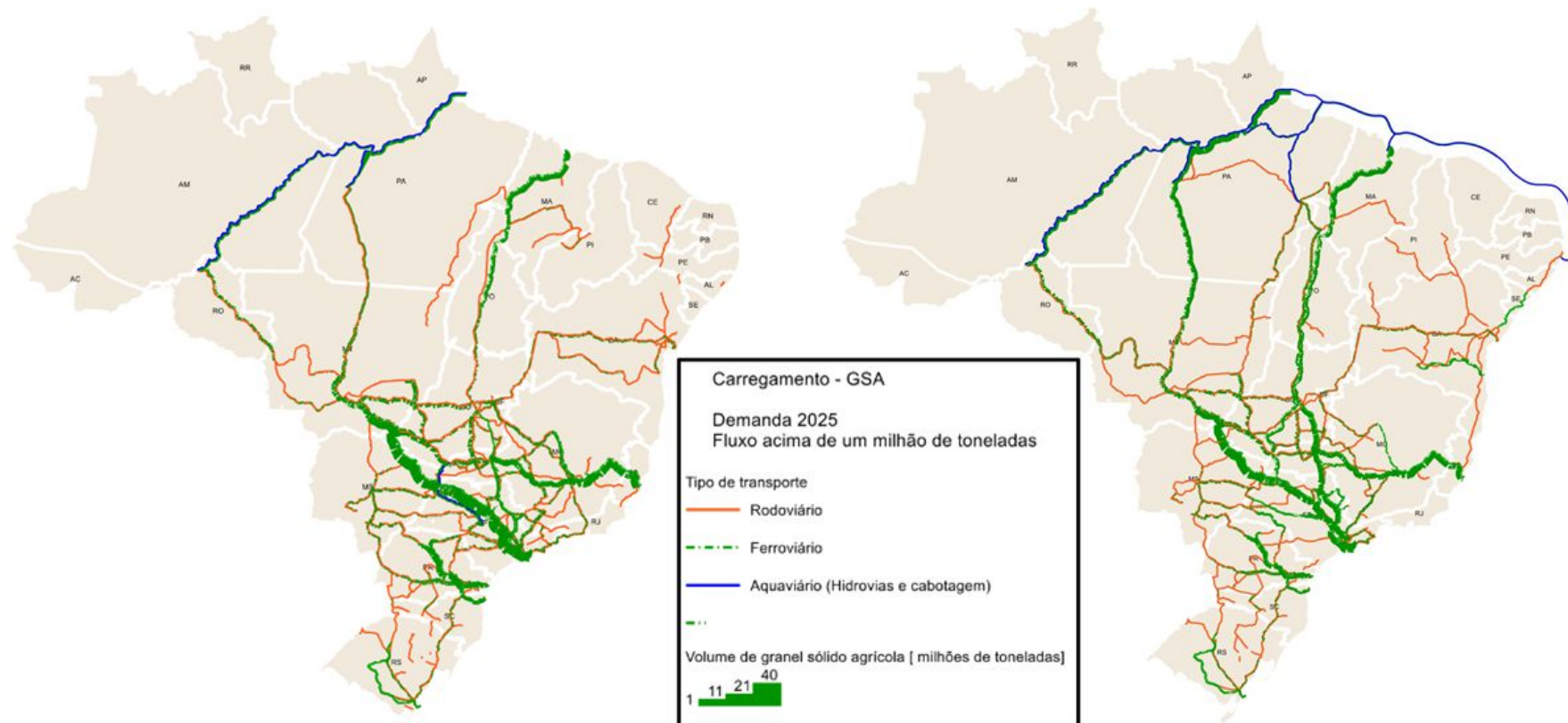
Cenário PNL



Todos os modos de transporte

Cenário Base

Cenário PNL



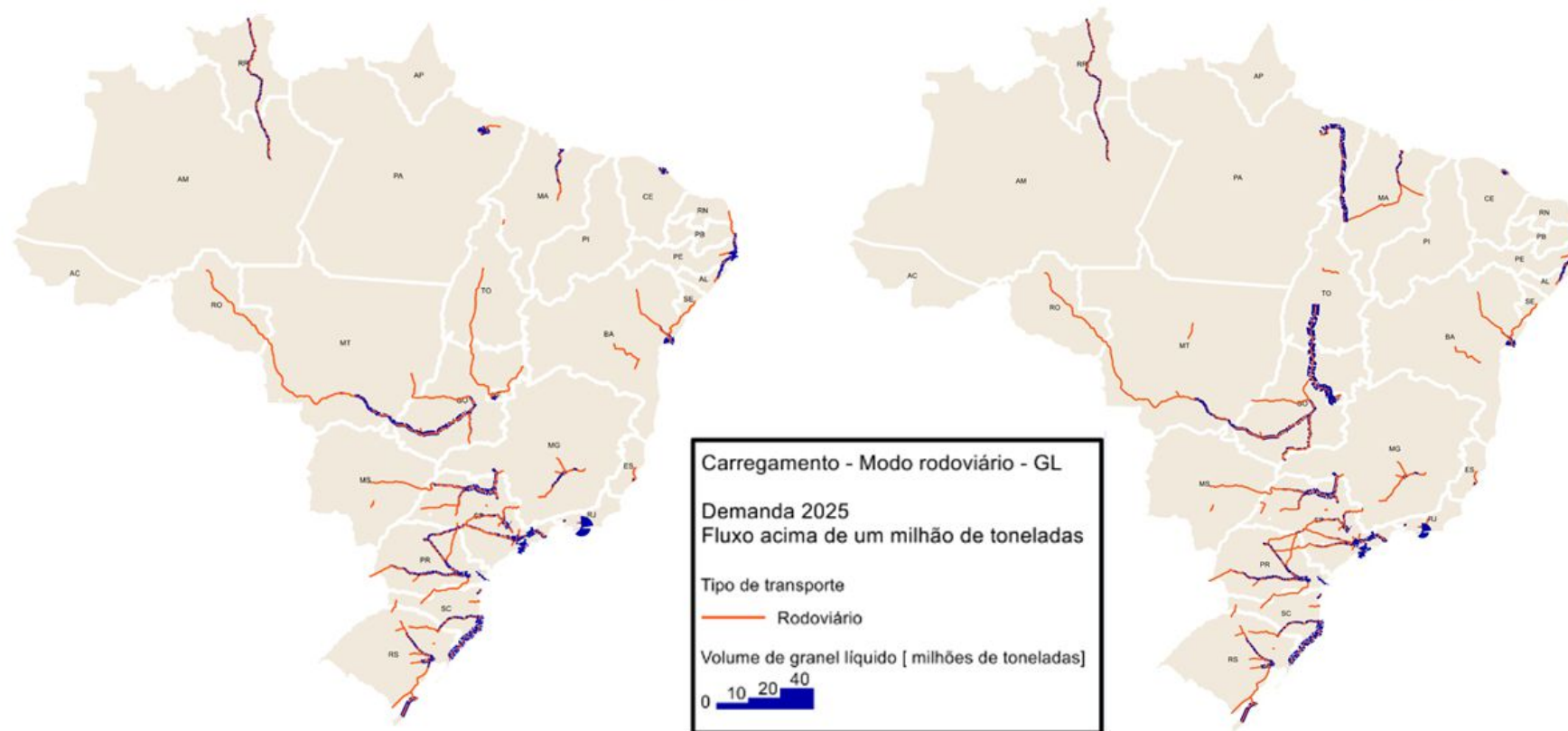
* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

GL

Rodoviário

Cenário Base

Cenário PNL

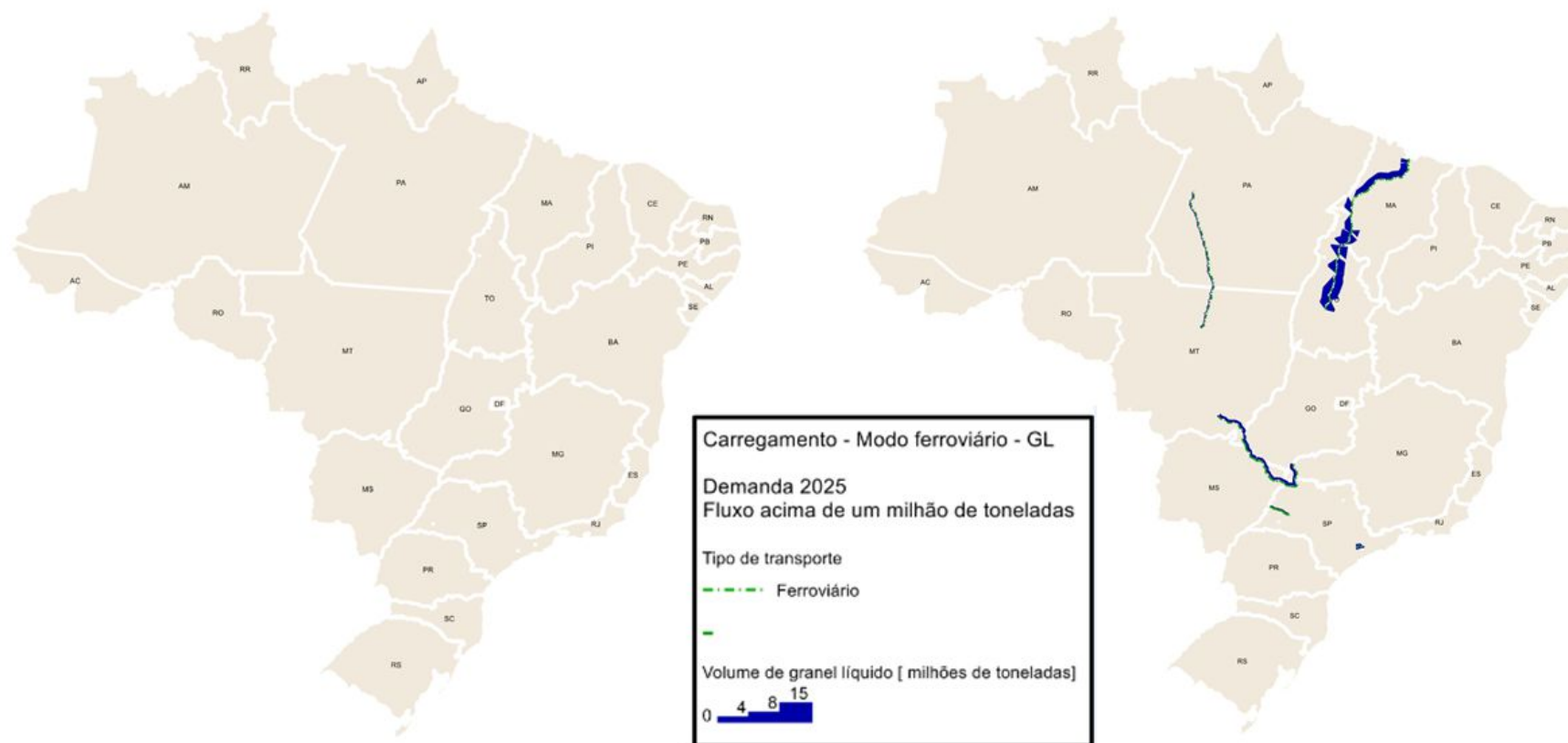


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Ferrovário

Cenário Base

Cenário PNL



* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Aquaviário

Cenário Base

Cenário PNL

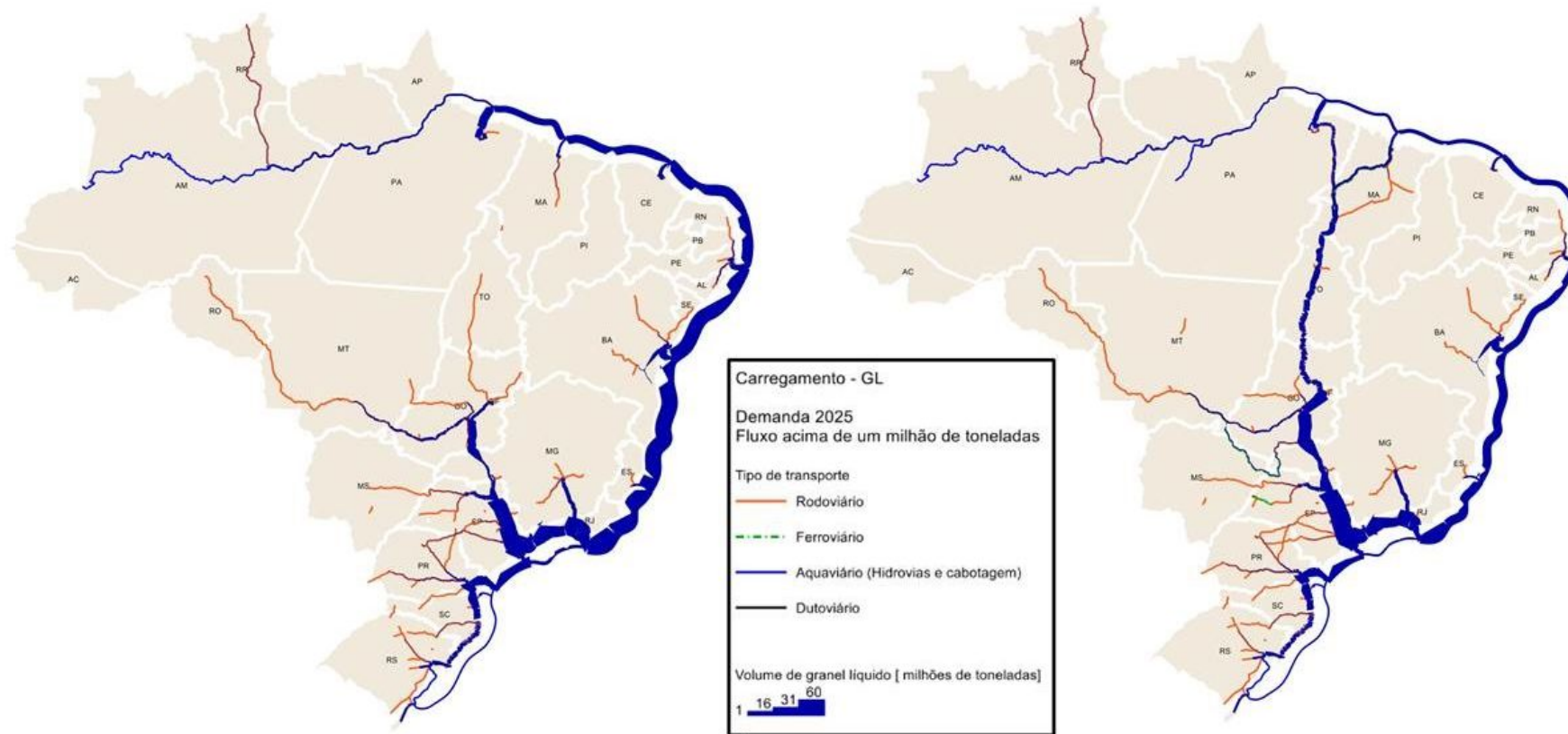


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Todos os modos de transporte

Cenário Base

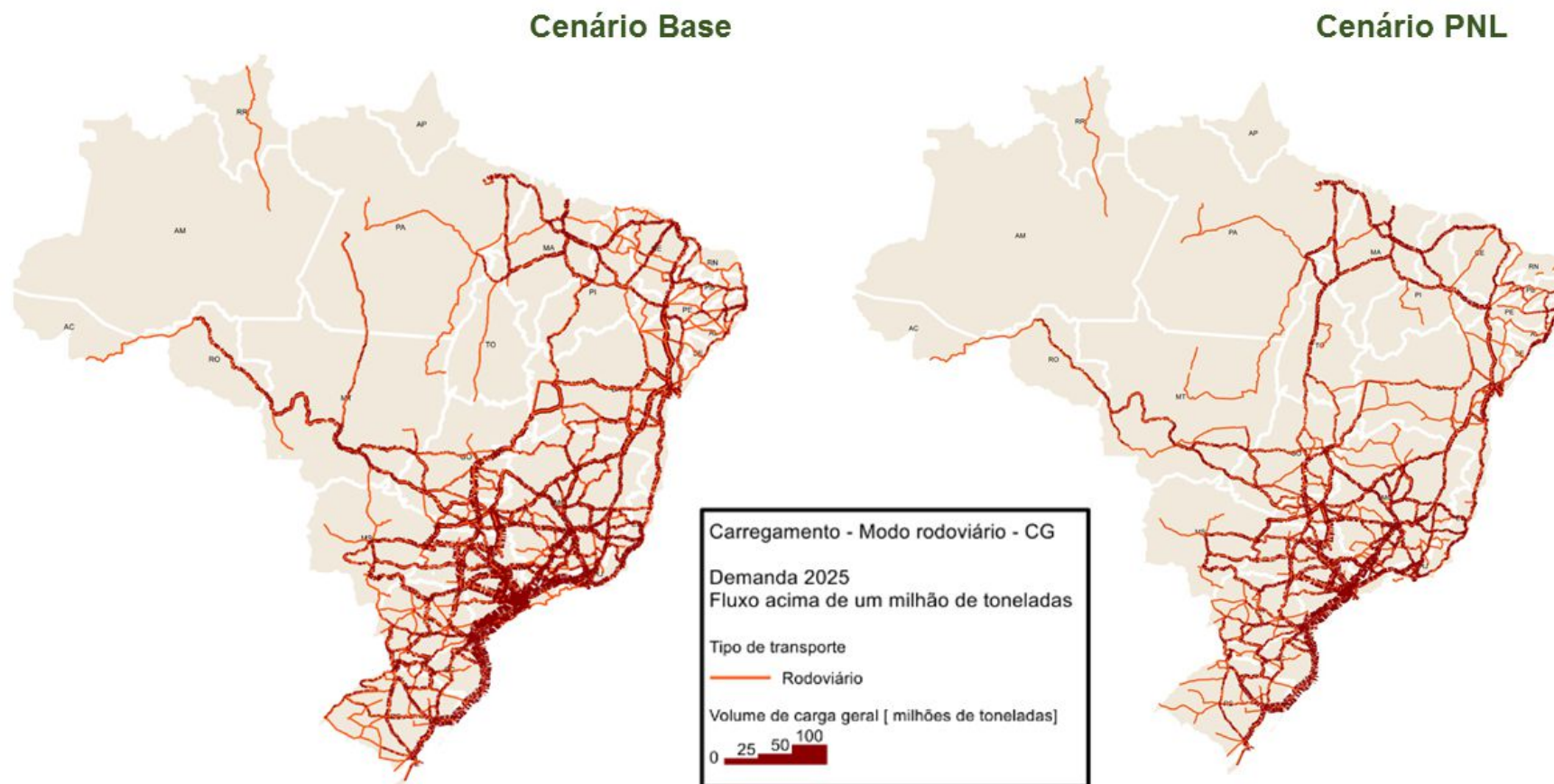
Cenário PNL



* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

CG

Rodoviário

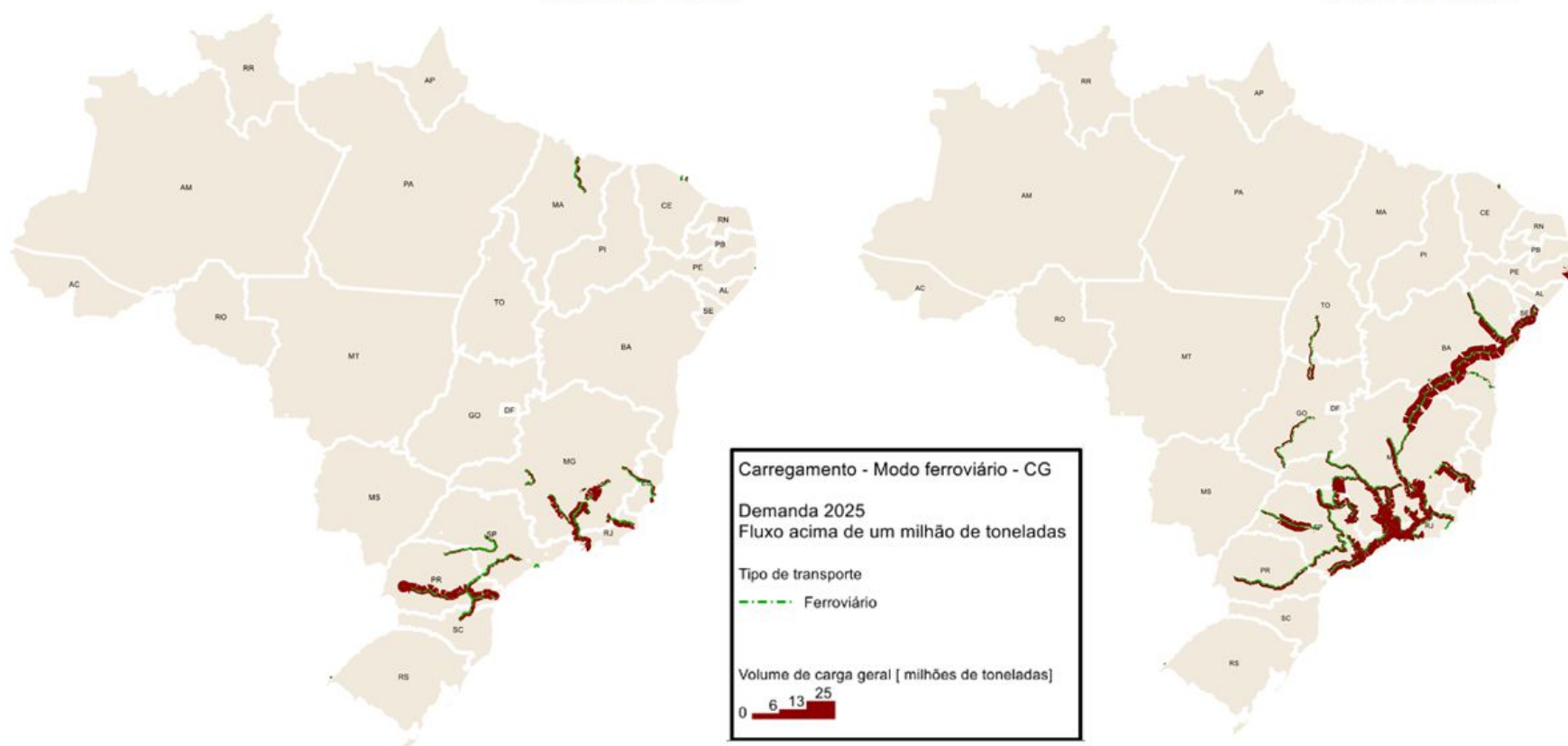


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Ferroviário

Cenário Base

Cenário PNL

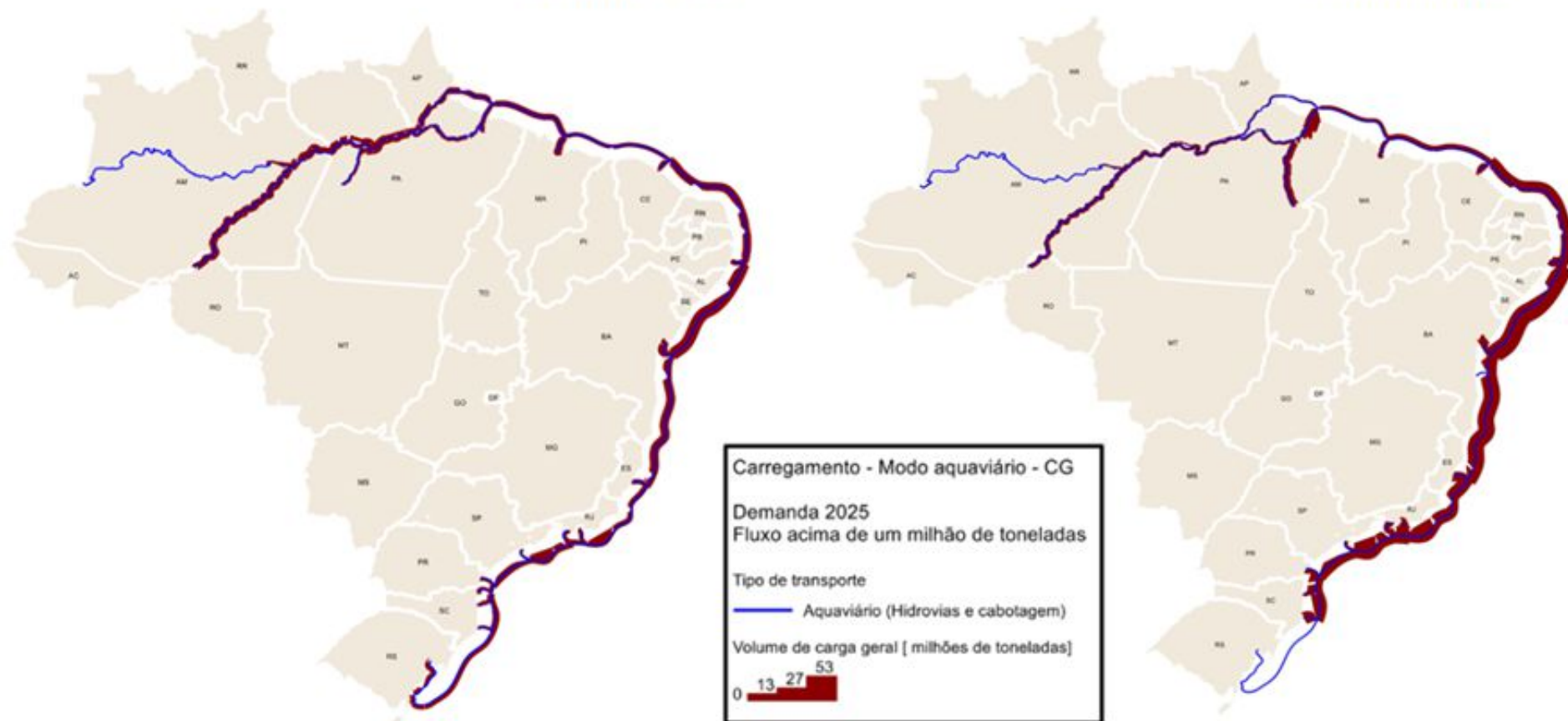


* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Aquaviário

Cenário Base

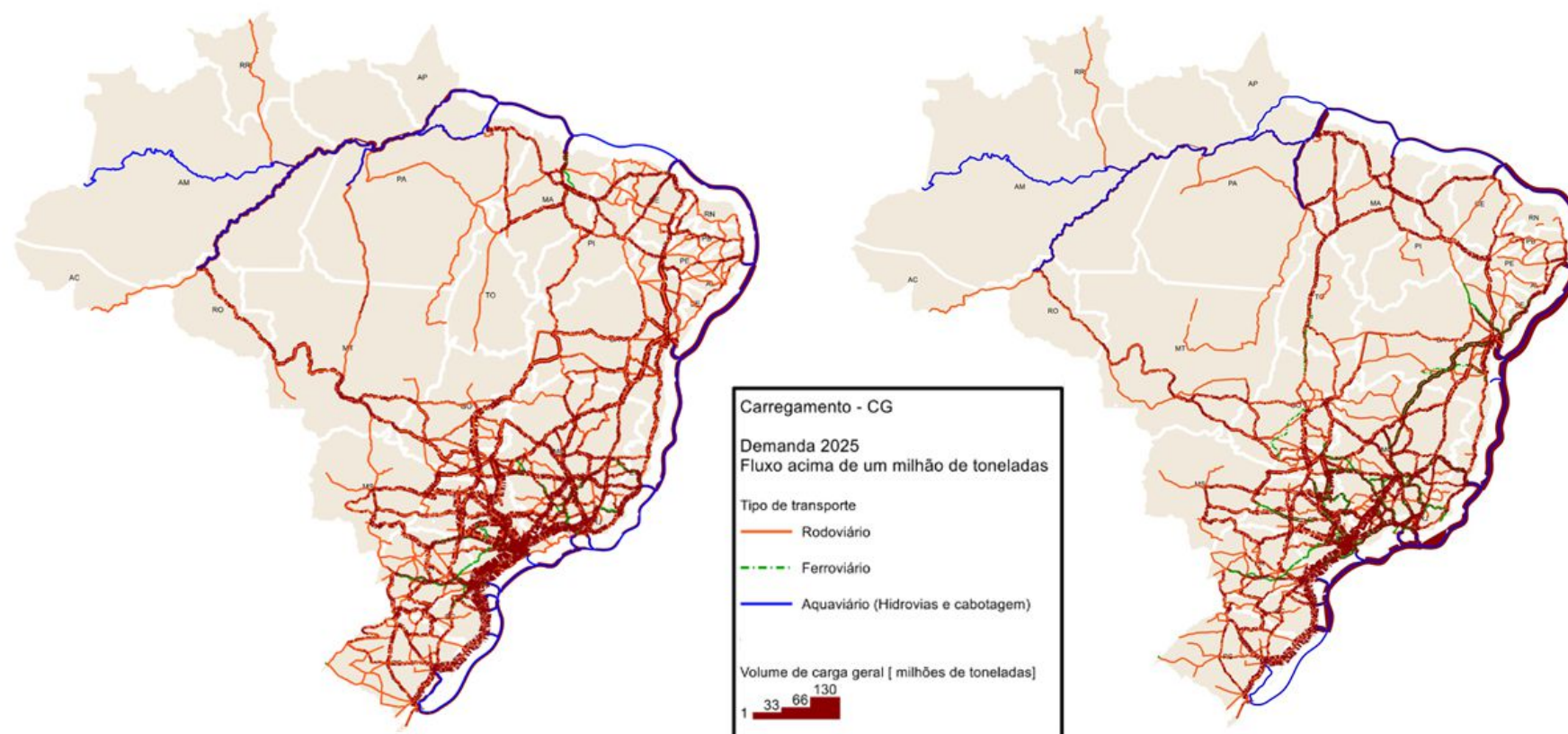
Cenário PNL



Todos os modos de transporte

Cenário Base

Cenário PNL



* Infraestrutura com carregamento acima de 1 milhão de toneladas por ano. Ambos os cenários foram simulados com a Demanda 2025.

Anexo 3 – Carteira de estudos PNL - 2025

Tabela 30: Carteira de estudos PNL – Rodovias

BR	UF	Trecho	Extensão (km)
020	BA	Entr. BR-349 (Div. GO/BA) - Entr. BR-349	18,1
020	BA	Entr. BR-135/242 (Barreiras) - Div. BA/PI	485,2
030	BA	Entr. BR-135 (Div. MG/Ba) - Entr. BR-122/430/BA-569 (Caetité)	266,5
324	BA	Entr. BR-116/BA-502/503 (Feira de Santana) - Entr. BR-101 (P/Humildes)	22,9
222	CE	Acesso Oeste Caucaia - Div. CE/PI	327,5
101	ES	Div. BA/ES - Div. ES/RJ	461,1
262	ES	Entr. Es-060 (São Torquato) - Complexo Rodoviário	5,8
020	GO	Entr. BR-030 (Div. DF/GO) - Entr. BR-349(B) (Div. GO/BA)	252,5
030	GO	Entr. BR-020/GO-468 (Distrito de Bezerra) - Entr. GO-468 (Div. GO/MG)	38,2
070	GO	Entr. BR-153 - Entr. GO-164 (Cidade de Goiás)	102,5
153	GO	Entr. BR-070 - Entr. GO-080 (P/Sao Francisco de Goiás)	7,0
158	GO	Entr. BR-070 (Div. MT/GO) (Aragarças) - Início Pista Dupla	263,3
364	GO	Entr. BR-060 - Div. GO/MT (Santa Rita do Araguaia) *Trecho Urbano*	194,8
010	MA	Entr. BR-226/230/MA-138 (Estreito) - Entr. BR-222 (Açailândia)	191,0
135	MA	Entr. BR-222 (Miranda do Norte) - Entr. BR-316 (Cachucha)	72,2
135	MA	Entr. BR-226 (Presidente Dutra) - Entr. BR-230/MA-364 (Dois Irmãos)	230,4
222	MA	Entr. BR-135 (Miranda do Norte) - Entr. BR-316 (Bela Vista do Maranhão)	101,3
222	MA	Entr. BR-010 (Açailândia) - Div. MA/PA (Rio Itinga)	58,9
226	MA	Entr. BR-135/MA-127 - Entr. BR-010 (Porto Franco)	368,8
030	MG	Div. GO/MG - Entr. BR-135 (Div. MG/BA)	344,7
040	MG	Div. GO/MG - Entr. BR-365	224,7
040	MG	Entr. BR-259 (Felixlândia) - Entr. BR-135	63,0
040	MG	Entr. BR-262/381 - Div. MG/RJ	295,1
146	MG	Entr. BR-459 - Fim Per. Urb. Poços de Caldas *Trecho Municipal*	15,2
153	MG	Entr. BR-365 (P/Monte Alegre de Minas) - Entr. BR-262 (Div. MG/SP)	181,9
262	MG	Entr. BR-354 (P/Bambuí) - Entr. BR-050	234,1
354	MG	Entr. BR-262 - Entr. MG-176 (P/Bambuí)	38,7
356	MG	Entr. BR-040 - Entr. MG-440 (Cachoeira do Campo)	46,2
459	MG	Entr. BR-146/267 - Entr. BR-381	98,0
497	MG	Entr. Contorno Oeste de Uberlândia - Entr. BR-153/464 (Prata)	71,3
158	MS	Fim de Pista Dupla - Acesso Três Lagoas	169,1
163	MS	Entr. BR-376 - Entr. BR-267 (Nova Alvorada Sul)	94,1
262	MS	Fim Pista Dupla - Final Pista Dupla *Trecho Urbano*	135,1
267	MS	Div. SP/MS (Início Travessia Rio Paraná) - Entr. BR-163 (Nova Alvorada do Sul)	249,3
163	MT	Acesso Rondonópolis (Ii) - Entr. BR-070/MT-140 (São Vicente)	121,5
163	MT	Entr. BR-070/MT-060 (Trevo Lagarto) - Entr. MT-423	528,2
364	MT	Entr. MT-100 (Div. GO/MT) (Alto Araguaia) - Entr. BR-163	201,0
020	PI	Div. BA/PI - Entr. BR-230/316	328,6

222	PI	Div. CE/PI - Acesso a Piripiri	76,2
226	PI	Entr. BR-343/PI-352 (Altos) - Entr. BR-316 (Div. PI/MA) (Fim Ponte Rio Parnaíba) (Timon)	47,1
343	PI	Entr. BR-222 - Entr. BR-226/PI-352 (Altos)	121,5
404	PI	Entr. BR-222/407/PI-111/117 (Piripiri) - Entr. BR-343	3,0
153	PR	Entr. BR-369 (Div. SP/PR) - Entr. BR-376	246,5
369	PR	Entr. BR-376 (Jandaia do Sul) - Entr. BR-466 (São José)	10,5
376	PR	Entr. Acesso II Mandaguari - Entr. BR-369/466 (Jandaia do Sul)	3,5
376	PR	Entr. BR-153 (P/Tibagi/Ipiranga) - Entr. BR-373/487 (Caetano)	35,7
376	PR	Entr. BR-116 - Div. PR/SC (Entr. BR-101)	67,7
466	PR	Entr. BR-369 (São José) - Entr. BR-487 (p/ Manoel Ribas)	114,9
487	PR	Entr. BR-466 - Manoel Ribas	4,2
040	RJ	Div. MG/RJ - Entr. BR-393 (p/ Três Rios)	21,7
101	RJ	Div. ES/RJ - Entr. RJ-224 (Acesso Travessão)	46,9
393	RJ	Entr. BR-040 - Fim da Concessão	121,4
494	RJ	Entr. RJ-157 - Entr. BR-393	5,8
116	RS	Div. SC/RS (Fim Ponte s/ Rio Pelotas) - Entr. BR-285 (p/ Vacaria)	37,3
101	SC	Div. PR/SC (Entr. BR-376) - Entr. BR-280	57,4
116	SC	Entr. BR-477 (p/ Papanduva) - Div. SC/RS (Fim Ponte s/ Rio Pelotas)	256,7
116	SP	Entr. BR-050/272/374/381 (São Paulo) - Div. SP/PR	338,5
153	SP	Entr. BR-154/267 (Lins) - Entr. BR-369 (Div. SP/PR)	169,1
374	SP	Entr. SP-075 - Entr. BR-050/116/272/381 (São Paulo)	64,6
226	TO	Div. MA/TO (Estreito) - Entr. BR-153/TO-010 (Wanderlândia)	71,3
Total			8.829,3

Tabela 31: Carteira de estudos PNL – Ferrovias

UF	Trecho	Extensão (em km)
MT/MS	Rumo – Malha Norte	735,0
SP/MS	Rumo – Malha Oeste	1.973,0
SP/PR/SC/RS	Rumo – Malha Sul	7.223,0
AL/PE/PB/RN/CE /PI/MA	Ferrovia Transnordestina (antiga)	4.295,0
PR	Estrada de Ferro Paraná Oeste	248,0
SC	Ferrovia Tereza Cristina	163,0
MA/PA	Ferrovia Norte-Sul (Açailândia/MA – Barcarena/PA)	477,0
SP/PR/SC/RS	Ferrovia Norte-Sul (Estrela do Oeste/SP – Rio Grande/RS)	2.047,0
SC	Ferrovia do Frango (São Miguel do Oeste/SC - Itajaí/SC)	862,0
MA/PI	Ligação Nova Transnordestina (TLSA) com a Ferrovia Norte-Sul (FNS) (Porto Franco/MA a Eliseu Martins/PI)	620,0
MS/PR	Dourados – Paranaguá/PR	1.000,0
GO/DF/MG/RJ	Uruaçu/GO – Campos/RJ	1.200,0
PA	Ferrovia Paraense (Redenção/PA – Belém/PA)	1.300,0
RJ/ES	Rio de Janeiro/RJ - Vitória/ES	580,0
MT/RO	Ferrovia de Integração Centro-Oeste (Lucas do Rio Verde/MT – Porto Velho/RO)	872,0
Total		23.595,0

Tabela 32: Carteira de estudos PNL - Hidrovias

UF	Trecho	Tipo	Extensão (Em km)
TO	Hidrovia do Tocantins (Miracema do Tocantins/TO - Marabá/TO)	Construção	896,1
MT/PA	Hidrovia Teles Pires e Tapajós (Cachoeira Rasteira - Itaituba/PA)	Construção	1.104,7
BA/MG	Hidrovia do São Francisco (Pirapora/MG - Ibotirama/BA)	Construção	731,7
Total			2.732,6

Tabela 33: Carteira de estudos PNL - Portos⁸

UF	Porto
AP	Complexo Portuário de Santana
BA	Porto de Salvador
BA	Porto de Aratu
CE	Porto de Fortaleza
ES	Porto de Vitória
ES	Porto de Barra do Riacho
PE	Porto de Suape
PR	Porto de Paranaguá
RJ	Porto do Rio de Janeiro
RN	Porto de Natal
RS	Porto do Rio Grande
SC	Porto de Itajaí
SC	Porto de Imbituba
SP	Porto de Santos

⁸ Portos delegados e Companhias Docas. Fonte: SNP/MTPA