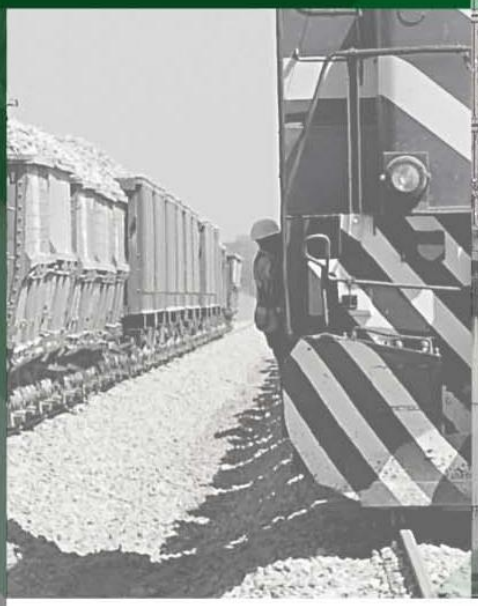
PNL 2035

PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA



EPL

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

Tarcísio Gomes de Freitas
Ministro da Infraestrutura

Marcelo Sampaio Cunha Filho
Secretário-Executivo

Secretaria de Fomento, Planejamento e Parcerias
Natália Marcassa de Souza
Secretária de Fomento, Planejamento e Parcerias

Departamento de Política e Planejamento Integrado
Tito Livio Pereira Queiroz e Silva
Diretor do Departamento de Política e Planejamento Integrado

Equipe Técnica - Coordenação Geral de Política e Planejamento Integrado
Vicente Correia Lima Neto
Coordenador-Geral

Rubem Oliveira de Paula
Coordenador-Geral substituto

Marcelo Leme Vilela
Coordenador

Carlos Eduardo Gomes Souza
Coordenador

Juliana Gomes Gularte
Assistente Técnica - Superior Sênior

Antônio Alberto Castanheira de Carvalho
Chefe de Divisão

Sarom Rodrigues de Medeiros Lima
Assistente Técnica - Superior Pleno

Empresa de Planejamento e Logística S.A.
Arthur Luís Pinho de Lima
Diretor Presidente

Rafael Antônio Cren Benini
Diretor de Planejamento

Marcelo Guerreiro Caldas
Diretor de Gestão

Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento Logístico
Leandro Rodrigues e Silva
Gerente

Equipe Técnica - Coordenação de Planos
Tiago Henrique França Baroni
Coordenador

Brunno Santos Gonçalves,
Assessor Técnico

Emygail Lorena Silva Azevedo
Assistente Técnico

Igor Moreira Mota
Assessor Técnico

Lucas Miranda França
Assistente Técnico

Luiza Neis Ramos
Assessora Técnica

Thiago Caetano Ferraz Costa
Assessor Técnico

Agradecimentos
Às pessoas que passaram pelas equipes do Ministério da Infraestrutura e Empresa de Planejamento e Logística, e contribuíram igualmente para o desenvolvimento do presente Plano.

Andrés Felipe Idrobo Samboni
Bernardo Cascão Pires e Albuquerque
Cicero Rodrigues de Melo Filho
Daniel Klinger Vianna
Debora Canongia Furtado
Eduardo Dornelas Munhoz
Eimair Bottega Ebeling
Emmanuel Albano de Franca Monteiro
Érico Reis Guzen
Fabio de Souza Pereira Borges
Marcelo Matos Laender
Maria Carolina Piloto Noronha
Tetsu Koike

Diagramação
Renata Momoe Tanabe (EPL)
Fernando M. Saliba Steele Fusaro (MINFRA)

Sumário

APRESENTAÇÃO 9
1. INTRODUÇÃO 10
1.1. PLANEJAMENTO INTEGRADO DE TRANSPORTES 10
1.2. BREVE HISTÓRICO DO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES NO BRASIL 13
1.3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO 20
2. PRINCÍPIOS, DIRETRIZES E OBJETIVOS DO PNL 21
2.1. INICIATIVAS ESTRATÉGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE TRANSPORTES NACIONAL 23
3. VISÃO GERAL 26
3.1. INOVAÇÕES 30
4. CENÁRIO BASE 2017 32
4.1. MATRIZES ORIGEM-DESTINO 32
4.1.1. Matrizes origem-destino de cargas 32
4.1.2. Matrizes origem-destino de pessoas 43
4.2. REDE DE SIMULAÇÃO INTEGRADA 46
4.3. FLUXOS ALOCADOS 61
4.4. CAMADA ESTRATÉGICA DE ANÁLISE 79
4.5. SISTEMA DE INDICADORES 84
5. CONCEPÇÃO DOS CENÁRIOS FUTUROS 86
5.1. PROJEÇÃO DAS MATRIZES ORIGEM-DESTINO 90
5.1.1. Projeção das matrizes origem-destino de cargas 90
5.1.2. Projeções das matrizes origem-destino interurbanas de pessoas 92
5.1.3. Matrizes origem-destino para 2050 93
5.2. EMPREENDIMENTOS E INTERVENÇÕES EM INFRAESTRUTURA CONSIDERADOS NO PNL 2035 93
5.3. LEGISLAÇÃO E MARCO REGULATÓRIO 97
5.3.1. Simulação do impacto do BR do mar 97
5.3.2. Simulação do impacto de trechos ferroviários específicos 99
5.4. TENDÊNCIAS EM TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA 100
6. PROGNÓSTICO 103
6.1. AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS CENÁRIOS 103
6.1.1. Racionalidade da matriz de transportes 106
6.1.2. Sustentabilidade ambiental 113
6.1.3. Acessibilidade 114
6.1.4. Eficiência 116
6.1.5. Confiabilidade 117
6.1.6. Segurança 117
6.1.7. Integração internacional 118
6.1.8. Atendimento às demandas de defesa e segurança nacional 118
6.1.9. Sustentabilidade econômica 119

6.1.10. Impacto no desenvolvimento econômico nacional e regional 120
6.2. CENÁRIO 1 - EMPREENDIMENTOS EM ANDAMENTO 121
6.3. CENÁRIO 2 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS - REFERENCIAL 127
6.4. CENÁRIO 3 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS - TRANSFORMADOR 134
6.5. CENÁRIO 4 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS E BR DO MAR REFERENCIAL 142
6.6. CENÁRIO 5 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS REFERENCIAL 146
6.7. CENÁRIO 6 - EMPREENDIMENTOS PROPOSTOS PELA SOCIEDADE E MERCADOS - REFERENCIAL 152
6.8. CENÁRIO 7 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS E AUTORIZAÇÕES FERROVIÁRIAS - REFERENCIAL 158
6.9. CENÁRIO 8 - UNIÃO DOS CENÁRIOS 1 A 7 - TRANSFORMADOR 165
6.10. CENÁRIO 9 -PRINCIPAIS OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA REDE DE TRANSPORTE NACIONAL - REFERENCIAL 170
6.10.1. Concepção do Cenário 9 170
6.10.2. Análise e resultados do Cenário 9 181
7. NECESSIDADES E OPORTUNIDADES 186
7.1. OPORTUNIDADES GERAIS 186
7.2. OPORTUNIDADES ESPECÍFICAS 187
7.3. NECESSIDADES GERAIS 189
7.4. NECESSIDADES ESPECÍFICAS 191
7.5. TENDÊNCIAS DOS FLUXOS LOGÍSTICOS 201
8. GOVERNANÇA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE TRANSPORTES 206
8.1. PARTICIPAÇÃO SOCIAL 207
8.2. MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO, REVISÕES E ATUALIZAÇÕES DO PNL 208
8.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS 209
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 213
APÊNDICES 214
APÊNDICE I: SISTEMA DE INDICADORES DO PNL 2035 214
APÊNDICE II: RESPOSTAS AOS QUESTIONAMENTOS DOS WEBINARS E DA CONSULTA PÚBLICA 214
APÊNDICE III: VISUALIZAÇÃO DOS CARREGAMENTOS NOS DIFERENTES CENÁRIOS. 214
APÊNDICE IV: MATRIZES ORIGEM-DESTINO. 214
APÊNDICE V: CAMADA ESTRATÉGICA DE ANÁLISE. 215
APÊNDICE VI: QUADRO DE EMPREEDIMENTOS SIMULADOS POR CENÁRIO. 215
APÊNDICE VII: DETALHAMENTO DAS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS ESTUDADAS. 215
APÊNDICE VIII: QUADRO DE PORTOS, TERMINAIS DE USO PRIVATIVO E ESTAÇÕES DE TRANSBORDO DE CARGAS POR PORTO-CIDADE SIMULADOS NOS CENÁRIOS. 215
ANEXOS 216
ANEXO I: PORTARIA Nº123, DE 21 DE AGOSTO DE 2020, DO MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA 216
ANEXO II: PORTARIA Nº792, DE 1º DE JULHO DE 2021, DO MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA 216

Listas de Figuras

Figura 1: Planejamento Integrado de Transportes 11
Figura 2: Plano Rebelo 14
Figura 3: Plano Moraes 15
Figura 4: Plano Ramos de Queiroz - 1874 16
Figura 5: Visão Geral do Processo de Elaboração do PNL 2035 29
Figura 6: Inovações do PNL 2035 31
Figura 7: Sequência metodológica para obtenção das MOD Cargas 2017 33
Figura 8: Resultados macro das MOD Cargas 2017 em peso (milhões de toneladas) 38
Figura 9: Resultados macro das MOD Cargas 2017 em valor (em R$ Bilhões) 38
Figura 10: Mapa de linhas de desejo da MOD Cargas 2017 em Peso 40
Figura 11: Mapa de linhas de desejo da MOD Cargas 2017 em Valor 41
Figura 12: Mapa de linhas de desejo da MOD Pessoas 2017 45
Figura 13: Zoneamento Externo da rede de simulação integrada 47
Figura 14: Rede Rodoviária (ano-base 2017) 49
Figura 15: Rede Ferroviária ativa (ano-base 2017) 51
Figura 16: Rede Aquaviária (ano-base 2017) 53
Figura 17: Rede de Navegação de Cabotagem (ano-base 2017) 54
Figura 18: Rede de Navegação de Longo-Curso (ano-base 2017) 55
Figura 19: Rede de Navegação Interior (ano-base 2017) 57
Figura 20: Portos-Cidades (ano-base 2017) 58
Figura 21: Rede de Simulação do PNL 2035 (ano-base 2017) 60
Figura 22: Fluxo Interurbano de pessoas alocado (Ano-base 2017) 62
Figura 23: Matriz de transporte interurbano pessoas no Brasil em 2017 (em Pessoas.km, ou RPK. 63
Figura 24: Distribuição modal do transporte de pessoas, em RPK, por faixa de distância em 2017 (%). 63
Figura 25: Distribuição das viagens de pessoas por faixa de distância de viagem considerando os modos de transporte (pessoas) 64
Figura 26: Fluxos Alocados 2017 - Todos os Veículos (Cargas) 65
Figura 27: Fluxos Alocados 2017 - Todas as Cargas (por valor) 66
Figura 28: Fluxos Alocados 2017 - Todas as Cargas (por peso) 67
Figura 29: Fluxos Alocados 2017 - Graneis Sólidos Minerais - GSM (por peso) 68
Figura 30: Fluxos Alocados 2017 - Outros Graneis Sólidos Minerais - OGSM (por peso) 69
Figura 31: Fluxos Alocados 2017 - Graneis Sólidos Agrícolas GSA (por peso) 70
Figura 32: Fluxos Alocados 2017 - Graneis Líquidos - GL (por peso) 71
Figura 33: Fluxos Alocados 2017 - Cargas Gerais Conteinerizáveis - CGC (por peso) 72
Figura 34: Fluxos Alocados 2017 - Cargas Gerais Não Conteinerizáveis - CGNC (por peso) 73
Figura 35: Dispersão Geral da Alocação 74
Figura 36: Divisão modal por grupo de carga no Brasil em 2017 (TKU em %) 78
Figura 37: Divisão modal por grupo de carga no Brasil em 2017 (VKU em %) 79
Figura 38: Metodologia de Identificação da Camada Estratégica de Análise PNL 2035 81
Figura 39: Camada Estratégica de Análise do PNL 2035 - Cenário Base 2017 83
Figura 40: Sistema de Indicadores do PNL 2035 85
Figura 41: Aspectos considerados para formulação de cenários 86
Figura 42: Taxas de crescimento do volume das matrizes origem-destino de carga entre 2017 e 2035, por grupos de carga 91
Figura 43: Taxas de crescimento do volume das pessoas transportadas na origem-destino interurbana de pessoas entre 2017 e 2035, por modo de transporte 92
Figura 44: Infraestruturas de transporte que tiveram intervenções consideradas no PNL 2035 (Cenários 1 a 9). Fonte: EPL (2021) 96
Figura 45: Divisão modal de TKU de CGC para os cenários simulados. 108
Figura 46: Divisão modal de VKU de CGC para os cenários simulados 108
Figura 47: Divisão modal de TKU de CGNC para os cenários simulados. 109
Figura 48: Divisão modal de VKU de CGNC para os cenários simulados 109
Figura 49: Divisão modal de TKU de GSA para os cenários simulados 110

Figura 50: Divisão modal de VKU de GSA para os cenários simulados. 110
Figura 51: Divisão modal de TKU de GL para os cenários simulados. 111
Figura 52: Divisão modal de VKU de GL para os cenários simulados. 111
Figura 53: Divisão modal de TKU de GSM para os cenários simulados. 112
Figura 54: Divisão modal de VKU de GSM para os cenários simulados. 112
Figura 55: Divisão modal de TKU de OGSM para os cenários simulados. 113
Figura 56: Divisão modal de VKU de OGSM para os cenários simulados. 113
Figura 57 - Evolução da participação modal no transporte interurbano de pessoas 2017, 2035 referencial (Cenários 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9) e 2035 transformador (Cenários 3 e 8). 116
Figura 58 - CENÁRIO 1 - Empreendimentos em Andamento - carregamento de GSA. 123
Figura 59: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 1 126
Figura 60 - CENÁRIO 2 - Empreendimentos previstos - carregamento de OGSM. 129
Figura 61 - CENÁRIO 2 - Empreendimentos previstos - carregamento de GSA. 130
Figura 62: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 2 133
Figura 63: Fluxos Alocados Cenário3 - Todas as Cargas (por peso) 135
Figura 64: Fluxos Alocados Cenário3 - Todas as Cargas (por valor) 136
Figura 65 - CENÁRIO 3 - Empreendimentos previstos - Economia Transformadora - carregamento de CGC. 138
Figura 66 - CENÁRIO 3 - Empreendimentos Previstos - Economia Transformadora - carregamento de CGNC. 139
Figura 67: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 3 141
Figura 68: Fluxos Alocados Cenário 4 - Todas as Cargas (por peso) 143
Figura 69: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 4 145
Figura 70 - Fluxos Alocados no Cenário 5 - Cargas Gerais Conteinerizáveis por Peso. 147
Figura 71 - Fluxos Alocados no Cenário 5 - Cargas Gerais Não Conteinerizáveis, por Peso. 148
Figura 72- Fluxos Alocados Cenário 5 - Granéis Sólidos Minerais por Peso. 149
Figura 73: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 5 151
Figura 74 - Camada Estratégica de Análise considerada para o Cenário 6. 153
Figura 75 - Fluxos Alocados Cenário 6 - Graneis Sólidos Agrícolas - GSA (por peso). 155
Figura 76: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 6 157
Figura 77: Fluxos Alocados Cenário 7 - Todas as Cargas (por peso) 159
Figura 78: Fluxos Alocados Cenário 7 - Todas as Cargas (por valor) 160
Figura 79: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 7. 164
Figura 80 - Fluxos Alocados Cenário 8 - Todas as Cargas em Veículos 167
Figura 81: Fluxos Alocados Cenário 8 - Todas as Cargas (por valor). 168
Figura 82: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 8. 169
Figura 83: Custo médio de transporte de cargas para os Cenários 1, 2, 6 e 7, em R$/1000TKU, por Região Geográfica Intermediária. 173
Figura 84: Tempo médio ponderado para o transporte de Pessoas para os Cenários 1, 2, 6 e 7, em horas, por Região Geográfica Intermediária. 174
Figura 85: Volumes de emissões de gases de efeito estufa emitidos para os Cenários 1, 2, 6 e 7, em Ton de CO2Eq, por Região Geográfica Intermediária. 175
Figura 86: Índice de segurança para os Cenários 1, 2, 6 e 7, por Região Geográfica Intermediária. 176
Figura 87: Alterações nos indicadores de Custo Médio de Transporte de Cargas, Tempo Médio Ponderado para Cargas, Volume de Gases de Efeito Estufa Emitidos e Índice de Segurança, em relação ao Cenário 1, por Região Geográfica Intermediária. 177
Figura 88: Fator de impacto das infraestruturas de transporte nos indicadores. 178
Figura 89: Infraestruturas de transporte que tiveram intervenções consideradas no PNL 2035 (Cenário 9). 180
Figura 90 - Fluxos Alocados Cenário 9 - Todas as Cargas - em toneladas 183
Figura 91 - Fluxos Alocados Cenário 9 - Todas as Cargas - em Reais 184
Figura 92: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 9. 185
Figura 93: Infraestruturas de transporte que tiveram intervenções consideradas no PNL 2035 para o Cenário 9 - Grupo de oportunidades específicas identificadas. 188
Figura 94: Municípios utilizados para a definição de indicadores de Integração Internacional. 190
Figura 95: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Custo médio do transporte de cargas. 192

Figura 96: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Tempo médio de viagem para pessoas. 193
Figura 97: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Emissões de gases de efeito estufa. 194
Figura 98: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Segurança rodoviária. 195
Figura 99: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Aeroviário Nacional. 197
Figura 100: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial de Transportes Terrestres, modo rodoviário. 198
Figura 101: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial de Transportes Terrestres, modo ferroviário. 199
Figura 102: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial Hidroviário. 200
Figura 103: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial Portuário. 201

Listas de Quadros

Quadro 1: Relação entre os grupos de carga do PNL e as 38 categorias de macroprodutos 35
Quadro 2: Demanda em viagens individuais de pessoas nas matrizes 2017.....44
Quadro 3: Demanda em viagens veiculares e número de ligações de pessoas nas matrizes 2017 44
Quadro 4: Rede de Simulação do PNL 2035 em números (ano-base 2017).....59
Quadro 5: Distribuição da matriz modal do transporte de pessoas por faixa de distância, Ano-Base 2017. 64
Quadro 6: TKU calculado no Cenário 2017 (de calibração), para todos os modos de transporte. 75
Quadro 7: Resultados publicados pelo PNL 2025 e resultados encontrados pelo PNL 2035 carregado com matrizes do ano de 2015. 77
Quadro 8: VKU calculado no Cenário 2017 (de calibração), para todos os modos de transporte. 78
Quadro 9: Camada Estratégica de Análise do PNL 2035 em números 81
Quadro 10: Síntese da combinação dos aspectos considerados na construção dos cenários 2035. 89
Quadro 11: Indicadores de avaliação dos Cenários - Parte 1. 104
Quadro 12: Indicadores de avaliação dos Cenários - Parte 2. 105
Quadro 13: Projeções de Emissões de CO2 equivalentes por modo de transporte, para os cenários Contrafactual (2035) e 5 (2035). 114
Quadro 14: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2017 e 1, em peso. 125
Quadro 15: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 1 e 2, em peso. 131
Quadro 16: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 3, em TKU. 137
Quadro 17: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 4, em peso. 144
Quadro 18 - Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 5, em TKU. 150
Quadro 19- Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 6, em TKU. 156
Quadro 20: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários Contrafactual e 7, em TKU. 161
Quadro 21 - Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 3 e 8, em TKU. 165
Quadro 22: Variação máxima dos indicadores dos cenários 2, 6 e 7 em relação ao Cenário 1. 172
Quadro 23 - Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 9, em TKU. 182
Quadro 24: Investimentos necessários em infraestruturas previstas no Cenário 9. 189
Quadro 25: Principais características dos cenários simulados para 2035. 212

APRESENTAÇÃO

Com grande orgulho, a Empresa de Planejamento e Logística (EPL) apresenta para a sociedade brasileira o Plano Nacional de Logística 2035 (PNL 2035). A materialização desta versão do PNL representa um marco para a EPL e, sobretudo, para o planejamento integrado de transportes no Brasil.

Por meio de esforços conjuntos com o Ministério da Infraestrutura, buscou-se, com ineditismo, sistematizar e integrar todo o ciclo de planejamento de transportes em nível federal. O PNL 2035 contempla o planejamento estratégico integrado de todos os modos de transporte. Além disso, o PNL subsidiará a elaboração dos Planos Táticos Setoriais, que disporão de ferramental tecnológico e informacional robusto para a priorização e implantação de ações e projetos com maior assertividade.

Os resultados do PNL 2035 são materializados por meio de um sistema de indicadores que permitem a comparação entre cenários, com a utilização de parâmetros transparentes, alinhados à Política Nacional de Transportes do Ministério da Infraestrutura. Desta forma, torna-se possível que o Poder Público e a sociedade interessada apreciem de forma objetiva os cenários testados.

A EPL tem como missão planejar a logística e apoiar o desenvolvimento da infraestrutura de transportes e a visão, expressa em seu mapa estratégico, de ser parceira estratégica do planejamento e desenvolvimento da infraestrutura brasileira. As inovações metodológicas incorporadas ao PNL 2035 levaram a EPL ao estado da arte em termos de planejamento de transporte. Assim, é com muita satisfação que constato que a EPL vem cumprindo sua missão e que sua visão de futuro se torna realidade a cada dia.

Por fim, reforço o caráter dinâmico e perene do PNL, que será atualizado a cada quatro anos e o compromisso da EPL de buscar a melhoria contínua das suas práticas de planejamento, de modo a consolidar-se como uma empresa de excelência no desenvolvimento de estudos de planejamento de transporte e logística.

Arthur Luís Pinho de Lima
Diretor Presidente da EPL

1. INTRODUÇÃO

Planejar é uma atividade essencial para o desempenho das funções públicas. Ao gestor público, cabe a responsabilidade de desenvolver e implementar iniciativas, programas e ações que sejam eficientes, eficazes e efetivas. Seja em momentos de crise, seja em períodos típicos, ou em situações de pujante desenvolvimento econômico, não há outro meio mais assertivo para se tomar decisões estratégicas, senão através de análises objetivas e sistematizadas. É nesse aspecto que o planejamento se insere como atividade constante e essencial e, por sua vez, o planejamento de transportes traz um conjunto de técnicas e métodos em constante evolução que possibilitam ampliar cada vez mais os benefícios de uma gestão nele baseada.

O *Plano Nacional de Logística - PNL,* aqui apresentado é a materialização dessa atividade de planejamento para o horizonte do ano de 2035, e reúne, além dos resultados, uma série de dados, informações, questões e modelos que contribuem para o desenvolvimento de análises específicas e para o constante uso do planejamento na tomada de decisões estratégicas por parte do governo federal, governos dos estados e do Distrito Federal, municípios, agências reguladoras, empresas públicas e privadas inseridas no sistema de transportes nacional. Logo, o PNL é um instrumento do Estado Brasileiro, que visa lançar um olhar para as necessidades e oportunidades atuais e futuras do sistema de transportes.

Qual a necessidade de investimentos em infraestrutura de transportes para o Brasil até 2035? Qual a perspectiva de divisão modal futura? Estamos desenvolvendo uma rede de transporte mais sustentável? Como o transporte pode impactar no desenvolvimento econômico e social do país, dadas as perspectivas econômicas atuais? A rede de transporte futura nos proporcionará deslocamentos mais eficientes que a atual? Como novas tecnologias e alterações legais podem impactar na logística nacional? Essas e outras questões são respondidas nesse PNL, que pela primeira vez desde a Proclamação da República brasileira apresenta cenários futuros integrando todos os modos de transporte, contemplando o transporte de bens (doméstico, de exportação e de importação) e de pessoas (público ou particular), possibilitando avaliar diferentes tipos de impactos no território nacional.

O PNL faz parte do conceito de *Planejamento Integrado de Transportes,* que harmoniza e integra diferentes instrumentos para que os níveis de decisão estratégica, tática e operacional sejam exercidos como uma cadeia auto dependente, reduzindo a probabilidade de conflitos e inconsistências, e com o foco no subsídio de iniciativas, programas ou ações também integradas como detalhado a seguir.

1.1. PLANEJAMENTO INTEGRADO DE TRANSPORTES

De acordo Constituição Federal brasileira (Brasil, 1988), compete à União elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social. O Decreto nº 10.368, de 22 de maio de 2020, confere ao Ministério da Infraestrutura (MInfra) - órgão da Administração Pública Federal Direta - competências para a formulação, a coordenação e a supervisão das políticas nacionais de transportes ferroviário, rodoviário, aquaviário, aeroportuário e aeroviário. Em meio a esse arcabouço legal, o Planejamento Integrado de Transportes (PIT), que tem como um dos principais

elementos o PNL, cujo objeto central é o planejamento estratégico de transportes, caracteriza-se como um dos instrumentos da Política Nacional de Transportes.

A Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020 (Anexo 1), do Ministério da Infraestrutura, instituiu o Planejamento Integrado de Transportes, que contempla os subsistemas federais rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário, bem como as ligações viárias e logísticas entre esses subsistemas e destes com os sistemas de viação dos municípios, dos estados e do Distrito Federal. Por sua vez, a Portaria nº 792, de 1º de julho de 2021 (Anexo 2), do Ministério da Infraestrutura, complementou os elementos do Planejamento Integrado de Transportes ao instituir o Plano Geral de Ações Públicas.

A Figura 1 sintetiza os elementos presentes nas portarias nº 123/2020 e 792/2021, que, uma vez institucionalizados e implementados, consolidam o processo de planejamento de transportes no nível federal. A EPL subsidia técnica e operacionalmente o Ministério da Infraestrutura no desenvolvimento dos instrumentos de Planejamento Integrado de Transportes.

Figura 1: Planejamento Integrado de Transportes
Fonte: EPL (2021)

Cada instrumento do Planejamento Integrado de Transportes gera resultados que são utilizados como insumos para instrumentos subsequentes, até a consolidação por meio dos investimentos em infraestrutura de transportes, políticas públicas, programas, ações normativas ou regulatórias. Do PNL, espera-se uma análise da logística em escala nacional, e a avaliação de aderência para com os objetivos estratégicos da Política Nacional de Transportes, inclusive por meio de indicadores. A visão de futuro do Plano permite a identificação das principais necessidades e oportunidades para desenvolvimento da rede de transportes.

As macrossimulações intermodais realizadas no PNL permitem avaliar e identificar conjuntos de infraestruturas, áreas territoriais ou mesmo fluxos de demandas específicas, que necessitam ou podem ter seus atributos evoluídos. Contrapondo essas demandas com a rede futura e com o rol de projetos de curtos e médios prazos já definidos, é possível identificar novas necessidades e oportunidades para o desenvolvimento planejado da rede de transportes.

Os resultados dessas análises, assim como as matrizes Origem-Destino futuras e a camada mais estratégica de infraestrutura identificada no PNL (Camada Estratégica de Análise, explanada posteriormente neste documento), são *inputs* para o desenvolvimento dos Planos Setoriais:

- Plano Setorial Terrestre;
- Plano Setorial Portuário;
- Plano Setorial Hidroviário; e
- Plano Aeroviário Nacional.

Nos Planos Setoriais, as análises são específicas de cada subsistema, o que permite um maior detalhamento e avaliação da forma como as necessidades e oportunidades identificadas no PNL podem ser supridas. Novas necessidades também podem ser identificadas nesses planos, como por exemplo, necessidades de aumento de capacidades específicas de cada elemento das infraestruturas de transporte. Como resultados principais dos Planos Setoriais, apresentam-se as indicações de pré-viabilidade de infraestruturas, com destaque para aquelas que virão a compor os Planos Setoriais de Parcerias, por meio de Concessões, PPPs ou outras modalidades de outorgas específicas.

Os Planos Setoriais de Parcerias geram subsídios para o desenvolvimento do Plano Geral de Parcerias; mais uma vez, a intermodalidade é premissa para compor projetos integrados que maximizem o potencial de eficiência para a rede.

Como resultado natural, as infraestruturas que não fizerem parte do Plano Geral de Parcerias, comporão um grupo de ativos a serem mantidos e desenvolvidos diretamente pelo Poder Público e, em conjunto com as iniciativas estratégicas destinadas ao aperfeiçoamento das práticas setoriais, constituirão o Plano Geral de Ações Públicas.

Ao final dessa etapa de consolidação dos instrumentos de planejamento previstos na Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020, obtém-se uma sólida carteira de iniciativas, que norteiam as ações diretas do Ministério da Infraestrutura, das entidades a ele vinculadas, e da iniciativa privada. As iniciativas que dizem respeito a investimentos em infraestrutura são então estruturadas em projetos específicos[1].

1 A EPL se insere mais uma vez com o apoio técnico ao Ministério da Infraestrutura até a implementação ou efetivação da parceria para tais projetos, como foi o caso da estruturação de projetos da Ferrovia Norte-Sul –FNS, de Terminais Portuários nos Portos de Vila do Conde – PA, de Belém – PA, de Vitória – ES, de Santos –SP e de Rodovias como a BR-365/364/MG/GO e da BR-101/290/386/448/RS, apenas citando projetos já concluídos pela Empresa.

1.2. BREVE HISTÓRICO DO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES NO BRASIL

Planejar uma rede de transportes em um país como o Brasil é um desafio técnico considerável. Além da dimensão continental, existe uma grande diversidade de vocações territoriais que geograficamente podem aparecer de formas segregadas ou sobrepostas. O território nacional apresenta relevos e ambientes diferentes, tecnologias de transporte em constante evolução, e cadeias de produção e de consumo dinâmicas.

Entretanto, esses desafios não são recentes, embora se mantenham atuais. Os primeiros planos de transporte documentados no Brasil datam da primeira metade do século XIX, quando a interiorização do território brasileiro ainda era pouco expressiva. Em um país cujos deslocamentos de longa distância eram realizados basicamente pela navegação marítima, as demandas por transporte começam a se manifestar para outros caminhos do recém instituído Brasil Império. Em 1838, por exemplo, o Conselheiro José Silvestre Rebelo propõe um conjunto de três estradas reais com a clara intensão de integração nacional das cidades estabelecidas e emergentes à época (Figura 2). Em 1869, o engenheiro militar Eduardo José de Moraes desenvolveu um plano focado na navegação fluvial, buscando a exploração deste recurso junto às poucas ferrovias já implantadas (Figura 3). A preocupação, segundo Brasil (1974), era o estabelecimento de vias de comunicação associadas às vias de transporte, assim como garantir uma redução de custos para o escoamento de produções localizadas no interior.

O potencial da intermodalidade, que é uma das premissas do atual planejamento integrado de transporte, já era também explorado nos planos do século XIX. Nas propostas do Engenheiro Ramos de Queiroz, de 1874 e de 1882 (Figura 4), observa-se o intuito de conectar áreas do interior do país por meio da implantação de ferrovias, cujos traçados iniciais revelam similaridade com ferrovias em implantação ou que iniciaram recentemente a operação. Entre os objetivos do plano, destaca-se a preocupação tanto voltada ao transporte de mercadorias para exportação, como para o transporte de pessoas:

> "(...) franquear os tesouros ocultos no coração do Brasil aos povos de todas as nações do globo; disseminar a civilização pelo interior do nosso país; economizar o tempo gasto em percorrer as distâncias, de harmonia com os altos interesses políticos e estratégicos (...)" Brasil (1974).

Figura 2: Plano Rebelo
Fonte: Brasil (1974), adaptada

Figura 3: Plano Moraes
Fonte: Brasil (1974), adaptada

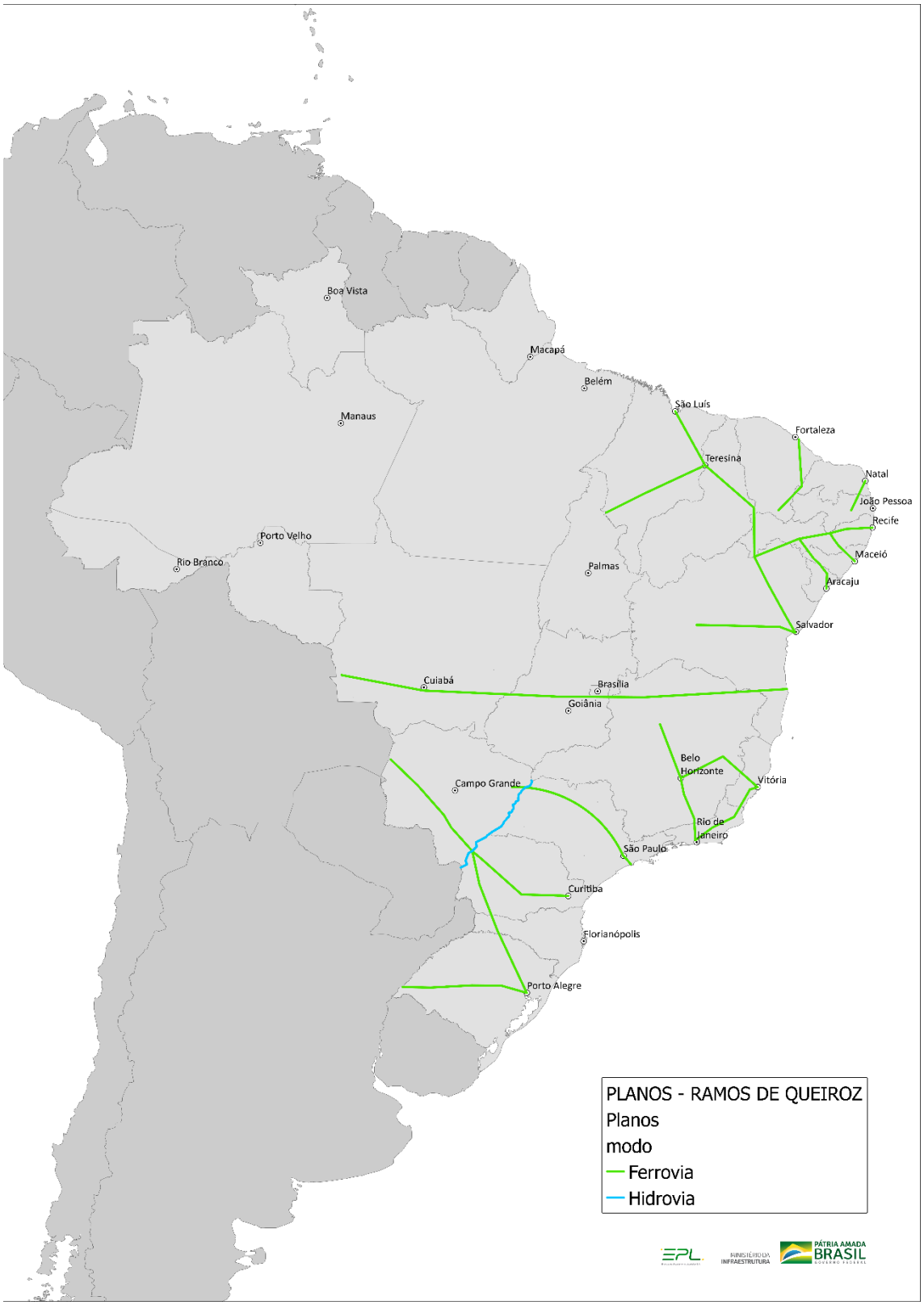


Figura 4: Plano Ramos de Queiroz - 1874
Fonte: Brasil (1974), adaptada

Os planos desenvolvidos naquele século não possuíam metodologia ou formato dos planos atuais, com processos de diagnósticos, identificação de problemas e simulações de soluções. Os dados eram escassos. Porém, revelam-se providos de pensamento técnico conforme a leitura da época, na medida em que buscam soluções para atingir objetivos políticos e estratégicos definidos.

Vários outros planos de viação marcam a história institucional dos transportes na ótica nacional. Porém, as alterações governamentais, a situação econômica do País nas diferentes décadas, o tempo das discussões parlamentares sobre as propostas, ou mesmo a factibilidade de alguns planos, limitavam as suas implantações como um todo.

Os planos desenvolvidos entre 1808 e 1890 demonstraram, em sua grande maioria, certa preocupação com a intermodalidade, e um foco mútuo no transporte de pessoas e no transporte de bens, principalmente devido à característica da principal tecnologia de transporte terrestre à época, o transporte ferroviário, que permitia a operação de vagões de passageiros e de cargas simultaneamente.

Na mesma linha de proposições alinhada principalmente ao objetivo de *integração nacional*, apresenta-se o Plano Geral de Viação proposto pelo Ministro da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, Rodrigo Augusto da Silva, em 1886; o Plano de Viação Federal da Comissão de 1890; e até os planos onde as rodovias começam a surgir como soluções troncais, como o Plano Catrambi (1926) e o Plano Geral de Viação Nacional, de 1934.

A partir da Proclamação da República, alterações institucionais significativas ocorriam com maior frequência no sistema gestor dos transportes, o que começa a segregar dados e a visão dos diferentes planejadores. Àquela época, as rodovias se mostravam como a infraestrutura que poderia ser construída com agilidade, alinhando aos interesses de desenvolvimento almejados pelos governantes. Logo, essa tecnologia de transporte ganhou foco das ações federais. Percebe-se a partir do século XX vários planos por modo de transporte, como o plano da Comissão de Estradas de Rodagem Federais (CERF) - rodoviário, em 1927; o Plano Geral de Viação Nacional, em 1934 - contemplando ferrovias e vias navegáveis, mas sem integração com as rodovias existentes; o Plano Rodoviário do DNER, em 1937; o Plano Ferroviário Nacional de 1956; dentre outros. Com planos separados por modo de transporte ou focados em demandas específicas, perdia-se um pouco da visão sistêmica da rede para com o território.

Um marco importante na história do planejamento de transportes no Brasil foi a criação do Grupo Executivo de Integração da Política de Transporte - GEIPOT, em 1965, quando se iniciou uma série de estudos e de diagnósticos de deficiências da infraestrutura de transportes existente. Isso resultou em uma nova fase do planejamento de transporte nacional, com diretrizes que seriam incorporadas pelo Ministério dos Transportes e pelo Programa Estratégico de Desenvolvimento (Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, 1968/1970).

Os planos e programas da segunda metade do século XX que tiveram a participação do GEIPOT mantiveram o foco do planejamento no transporte de cargas, tentando vencer a segregação institucional e a falta de integração entre as instituições referidas anteriormente. São eles: o Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico-social (1963-1965); o Programa de Ação Econômica - PAEG (1964-1966); o Programa Estratégico de

Desenvolvimento (1958-1970); e o Programa de Desenvolvimento do Setor Transportes - PRODEST (1986), quando o Grupo foi transformado em Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, mantendo-se a sigla GEIPOT.

Após o PRODEST, houve um período em que os projetos e as iniciativas isoladas voltaram a ascender na atuação do Governo Federal, gerando um hiato no planejamento integrado de transporte do país. Esse cenário perdurou até 2001, com a reestruturação institucional do setor de transportes, que compreendia a criação do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT) e das Agências Reguladoras Federais - ANTT e ANTAQ, em 2001, e da ANAC, em 2005. A partir de então, o Ministério dos Transportes retomou as discussões do processo de planejamento e de elaboração da política de transportes, conjecturando a ideia de políticas envolvendo uma cadeia logística integrada, originando o Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT (2007).

O PNLT foi elaborado em parceria com o Ministério da Defesa, por intermédio do Centro de Excelência em Engenharia de Transportes - CENTRAN. O plano visou o desenvolvimento de uma modelagem estratégica do transporte, considerando os principais tipos de cargas, além de passageiros - ressaltando a necessidade de estudos posteriores específicos, em razão da baixa confiabilidade dos dados de projeções dos fluxos de transporte de passageiros de média e longa distância à época. Os cenários avaliados levaram em conta o nível de agregação espacial dos principais corredores entre as microrregiões brasileiras, conforme definições estabelecidas pelo IBGE.

Em 2009, ao longo das revisões do PNLT, diversas técnicas de modelagem e de tratamento de informações foram aprimoradas, representando um avanço metodológico para o desenvolvimento de planos estratégicos de logística e transportes. Ainda com grande enfoque no transporte de cargas, e limitações de dados às infraestruturas federais, o resultado foi a propositura de uma carteira de investimentos para os diferentes modos de transporte. Importante destacar que, quanto ao transporte de pessoas, o modelo se limitou à projeção da demanda de alguns dos subsistemas, sem que fossem realizadas a análises mais detalhadas.

Posteriormente, planos setoriais continuaram a ser desenvolvidos, a exemplo do Plano Hidroviário Estratégico - PHE (MTPAC, 2013), do Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP (SEP, 2015), e do recém-publicado Plano Aeroviário Nacional - PAN 2018-2038 (MTPAC, 2018).

O mais recente esforço de planejamento nacional de transportes publicado, o Plano Nacional de Logística - PNL 2025 (EPL, 2018), desenvolvido pela Empresa de Planejamento e Logística S.A. - EPL, também abordou exclusivamente o transporte de cargas, assim como os modos terrestres e marítimo. O próprio PNL 2025 já previa que o transporte de passageiros e o transporte aeroviário seriam estudados em trabalhos futuros, limitações estas que começam a ser solucionadas neste PNL 2035.

A segregação do planejamento por modo de transporte e ausência de incorporação de estudos aprofundados acerca da mobilidade das pessoas nos planos anteriormente desenvolvidos reverberam na rede de transportes brasileira, sendo os principais impactos relacionados:

a. Ao desbalanceamento da matriz e à dependência do Brasil ao transporte rodoviário;

b. Aos altos custos de transporte, especialmente em comparação a outros países, devido às grandes distâncias territoriais e às poucas alternativas de transporte;

c. À criação de uma cultura de planejamento que prioriza o modo de transporte, e não as características e necessidades da demanda;

d. Às dificuldades na intermodalidade para o transporte de bens e de pessoas, como falta de conexões e de terminais de transbordo, corroborando para a ausência de complementaridade entre os modos; e,

e. Aos investimentos públicos e privados sobrepostos, conflitantes ou desconectados.

Atualmente, com a criação do Ministério da Infraestrutura (MInfra) - resultante da fusão das antigas pastas ministeriais de portos (Secretarias de Portos - SEP), de aviação civil (Secretaria de Aviação Civil - SAC), de transportes terrestres e aquaviários (Ministério dos Transportes) - evidencia-se um amadurecimento institucional que tende a evoluir a visão do planejamento integrado do setor. A Secretaria de Fomento, Planejamento e Parcerias, que possui entre outras atribuições, a integração dos processos de planejamento, bem como a orientação e o estabelecimento de critérios para os planos de transporte, corrobora para essa visão (Brasil, 2019).

Nesse sentido, coube à Empresa de Planejamento e Logística - vinculada ao MInfra - o desenvolvimento de novos estudos nessa seara, atentando-se para as limitações apontadas nos trabalhos anteriores e aprimorando os métodos, as análises e os resultados do Plano Nacional de Logística. Desta forma, originou-se essa nova versão do referido plano - o PNL 2035 - apresentada neste Relatório Executivo.

Aprendendo com o passado, foram identificados vários elementos e conceitos que são aplicados nas técnicas de planejamento atuais, ao mesmo tempo em que se busca superar limitações. O esforço do desenvolvimento do PNL 2035 vai muito além da atualização de dados. A nova metodologia busca a compreensão de todo o sistema de transportes de forma inédita, e isso implicou na utilização de novas bases de dados, novos modelos de simulação e de avaliação, alinhados à uma visão estratégica que prega a intermodalidade e a eficiência em rede.

1.3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Na sequência deste *Capítulo 1* introdutório, o *Capítulo 2* destaca os princípios, as diretrizes e os objetivos que nortearam toda a concepção e o desenvolvimento do PNL 2035. Também é apresentado como iniciativas por parte do Poder Público podem corroborar com o alcance dos objetivos traçados, evidenciando que além dos investimentos e intervenções em infraestrutura de transporte, outras ações setoriais podem também potencializar impactos positivos futuros.

O *Capítulo 3* aborda a visão geral do Plano, enfatizando os aspectos metodológicos e os principais destaques e avanços do PNL 2035 - como as atividades de participação social, as bases informacionais utilizadas, a estruturação do planejamento integrado e orientado a resultados.

No *Capítulo 4* é apresentado o Cenário Base 2017, ano utilizado para a calibração do modelo funcional utilizado no PNL e o ponto de partida das análises estratégicas. São apresentadas informações relativas às matrizes origem-destino de carga e de pessoas e à rede de infraestrutura para o ano considerado, além dos mapas dos fluxos alocados conforme as simulações. Também é apresentada, a título de validação do modelo de simulação futura, a definição da camada estratégica de análise e dos resultados preliminares dos indicadores para o ano inicial de referência.

O *Capítulo 5* contempla a etapa de concepção dos Cenários para o ano de 2035, assim como os elementos passíveis de alteração em cada cenário avaliado: taxas de projeção das matrizes origem-destino de cargas e pessoas para 2035, carteira de empreendimentos simulados, possíveis alterações legais e perspectivas de alterações decorrentes de inovações tecnológicas.

No *Capítulo 6* são apresentados os principais resultados do Plano, para cada um dos Cenários 2035 simulados e, ainda, os mapas de fluxos alocados de cargas e de pessoas e os valores dos indicadores observados.

O *Capítulo 7* traz a análise técnica do conjunto de cenários futuros, evidenciando regiões e conjuntos de infraestrutura que devem ser alvo de tratamento pelo Poder Público, além de inferências quanto às intervenções que refletem positivamente nos indicadores. Nesse capítulo são evidenciadas as principais necessidades e oportunidades para desenvolvimento da rede de transportes brasileira.

Por fim, o Capítulo 8 apresenta as principais conclusões do Plano, como ocorrerá sua atualização e indica possíveis avanços e estudos a serem incorporados nas próximas versões do PNL.

2. PRINCÍPIOS, DIRETRIZES E OBJETIVOS DO PNL

Os princípios, diretrizes e objetivas que nortearam toda a concepção e elaboração do PNL 2035 advêm da Política Nacional de Transportes - PNT (Portaria Nº 235, de 28 de março de 2018), e da Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020, que instituiu o Planejamento Integrado de Transportes.

Desta forma, tem-se como princípios do PNL 2035, conforme apresentado pela PNT:

a. Respeito à vida;

b. Excelência institucional;

c. Planejamento e integração territorial;

d. Infraestrutura sustentável;

e. Eficiência logística;

f. Desenvolvimento econômico, social e regional;

g. Responsabilidade socioambiental; e

h. Integração e cooperação internacional.

Como base na PNT, tem-se como *diretrizes* para a elaboração do PNL:

a. Promover a oferta de um sistema viário integrado, eficiente, seguro e sustentável, com vistas ao aperfeiçoamento da mobilidade de pessoas e de bens, à redução dos custos logísticos e ao aumento da competitividade;

b. Evidenciar os aspectos socioeconômicos da não implantação da infraestrutura de transportes;

c. Incorporar atributos que possibilitem avaliar a modernização da gestão e a incorporação de inovações no sistema de transportes;

d. Aprimorar o sistema de transportes, com vistas ao fortalecimento de regiões economicamente dinâmicas e consolidadas;

e. Induzir o desenvolvimento de regiões economicamente enfraquecidas ou estagnadas, a partir de um sistema viário eficiente;

f. Planejar as infraestruturas de transportes à luz das particularidades regionais e da sustentabilidade ambiental;

g. Promover o alinhamento das iniciativas nacionais com as políticas e o planejamento dos países vizinhos, em favor da geração de livre trânsito e interoperabilidade setorial;

h. Considerar os aspectos socioambientais e econômicos no planejamento de transportes;

i. Promover a expansão e a manutenção contínuas do sistema viário federal, de forma técnica e financeiramente sustentável; e

j. Alinhar as ações setoriais à luz das diretrizes socioambientais do MInfra.

Os *objetivos* do PNL são os mesmos objetivos da PNT, divididos em dois grupos. No primeiro, constam os objetivos que dizem respeito ao desenvolvimento da rede de transportes, ou seja, os objetivos para os quais a rede deve ser orientada. Tais objetivos são utilizados como base para o sistema de avaliação de cenários do PNL:

a. Prover um sistema acessível, eficiente e confiável para a mobilidade de pessoas e bens;

b. Garantir a segurança operacional em todos os modos de transportes;

c. Prover uma matriz viária racional e eficiente;

d. Promover a cooperação e a integração física e operacional internacional;

e. Considerar as particularidades e potencialidades regionais nos planejamentos setoriais de transportes;

f. Atuar como vetor do desenvolvimento socioeconômico e sustentável do país;

g. Garantir a infraestrutura viária adequada para as operações de segurança e defesa nacional.

O segundo grupo de objetivos oriundos da PNT, dizem respeito à preceitos que devem ser observados durante a construção e implementação do PNL:

a. Promover a participação intra e interinstitucional, considerando sociedade, governo e mercado, no desenvolvimento de uma política de transporte integrada;

b. Planejar os sistemas de logística e transportes a partir de uma visão territorial, integrada e dinâmica;

c. Disciplinar os papéis dos atores do Setor de Transportes do Governo Federal;

d. Dar transparência à sociedade, ao mercado e aos agentes públicos quanto às ações governamentais do Setor de Transportes; e

e. Incorporar a inovação e o desenvolvimento tecnológico para o aperfeiçoamento contínuo das práticas setoriais.

Os princípios, diretrizes e objetivos da PNT acolhidos no PNL 2035 apoiam os objetivos do Planejamento Integrado de Transportes definidos no art. 2º da Portaria nº 123/2020:

contribuir para a competitividade nacional, o bem-estar social, o desenvolvimento regional e a integração nacional.

2.1. INICIATIVAS ESTRATÉGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE TRANSPORTES NACIONAL

A Política Nacional de Transportes estabelece diretrizes que orientam a implementação de iniciativas destinadas ao aperfeiçoamento das práticas setoriais e ao desenvolvimento do setor de transportes, além dos investimentos em infraestruturas. Entre essas diretrizes, destacam-se:

a. Promover e aperfeiçoar a integração e articulação entre os órgãos do Setor de Transportes, bem como entre estes e outros órgãos afins, a partir da visão sistêmica, coordenação e sinergia entre as ações;

b. Estimular a articulação interinstitucional para o aprimoramento do planejamento e avaliação das ações setoriais voltadas ao desenvolvimento socioeconômico e regional;

c. Estruturar o arranjo institucional para uma coerente distribuição de competências no âmbito do Ministério e das instituições vinculadas em prol do desenvolvimento e cumprimento das ações setoriais;

d. Propor, na esfera intersetorial, substratos jurídicos consistentes e coerentes de modo a proporcionar um ambiente seguro e confiável para a aplicação de recurso nos sistemas de logística e transportes;

e. Estabelecer, na esfera intrassetorial, regramentos consistentes e efetivos, de modo a ensejar segurança jurídica no planejamento e investimentos no Setor de Transportes;

f. Divulgar dados, informações e ações do Setor de Transportes, confiáveis e integrados, de modo amplo, periódico e acessível;

g. Aprimorar continuamente a gestão das infraestruturas, operações e serviços de transportes;

h. Regular e fiscalizar, de modo efetivo, os serviços de transporte prestados à sociedade; e

i. Valorizar e qualificar os recursos humanos das instituições governamentais do Setor de Transportes, por meio do desenvolvimento de competências estratégicas, da atração e retenção de talentos, e da criação de ambiente motivacional propício.

O Ministério da Infraestrutura e suas entidades vinculadas vêm implementando uma série de iniciativas voltadas para o aprimoramento das práticas setoriais, que atendem às diretrizes da PNT e auxiliam o alcance dos objetivos. Os impactos projetados para a rede de transporte futura dependem tanto das ações de intervenções diretas nas infraestruturas quanto dessas iniciativas regulatórias, ações, programas ou políticas públicas.

O Planejamento Integrado de Transportes prevê que os Planos Setoriais contemplarão tais iniciativas de forma mais detalhada, mas de forma a orientar essa elaboração posterior, relacionam-se alguns grupos temáticos que se sugere sejam tratados:

- **Veículos:** envolve as ações voltadas para modernização dos veículos de transporte de pessoas e cargas e seus componentes buscando implementar soluções tecnológicas que contribuam para a redução dos impactos socioambientais e o aumento da sustentabilidade econômico-financeira do Setor de Transportes;

- **Equipamentos de apoio ao transporte:** consiste em ações que têm como objeto os equipamentos que auxiliam a operação, a manutenção ou o controle do sistema de transportes, destacando a modernização desses equipamentos e sua adequação à demanda. Assim como as ações voltadas para os veículos, a modernização dos equipamentos também pode contribuir para a redução dos impactos socioambientais e o aumento da sustentabilidade econômico-financeira do Setor de Transportes;

- **Pessoal**: reúne as ações voltadas para a política de pessoal com foco: na capacitação para o desenvolvimento de competências e para o uso de novas tecnologias; no estímulo aos colaboradores, no fortalecimento da comunicação e integração entre as unidades; na incorporação de tecnologias e técnicas inovadoras e de alto desempenho, criando condições de aumento da produtividade; no desenvolvendo de uma cultura organizacional voltada para resultados e para o bem-estar no trabalho que geram a sensação de pertencimento à instituição e o trabalho de equipe integrado;

- **Governança, gestão e operação:** consiste nas ações com o objetivo de melhorar a gestão pública do setor de transportes, abrangendo: revisão, automatização e desburocratização de processos, com vistas a aperfeiçoar a operação dos transportes, com foco na segurança, na redução dos custos e dos tempos de operação, impactando na eficiência do setor; gestão de riscos; redução de custos administrativos e ocasionados por exigências governamentais; revisão da estrutura político-institucional; maior integração interna e entre os órgãos setoriais, incluindo a integração entre seus sistemas; aprimoramento, simplificação e atualização de leis, normas infralegais e regulatórias; incremento da segurança jurídica; comunicação e transparência tanto das informações, quanto dos processos;

- **Informação:** envolve ações destinadas ao aprimoramento da gestão das informações do setor de transportes para a obtenção, o tratamento, a consolidação e a disponibilização de dados e informações integrados e digitalizados, em meio de fácil acesso aos diversos órgãos e ao cidadão, de forma a possibilitar o monitoramento e o conhecimento do estado dos transportes, bem como simplificar o acesso aos serviços públicos prestados pelo Ministério e suas vinculadas.

São exemplos dessas iniciativas, o Programa de Integração das Informações do Setor de Transportes, o Programa de Modernização da Gestão Portuária, o Programa de

Transformação Digital, o Programa de Segurança na Aviação Civil, o Programa *Inov@BR* e o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito - PNATRANS.

Ressalta-se, ainda, que iniciativas de âmbito normativo para a reestruturação dos setores de transportes são fundamentais para a efetividade do alcance dos objetivos e melhoria geral dos serviços. Neste sentido podem-se citar: o Programa de Incentivo à Cabotagem (Projeto de Lei nº 4199/2020), conhecido como BR do Mar; o Programa Voo Simples para modernização das regras da aviação geral; e a proposta do novo Marco Legal Ferroviário.

A união de diferentes iniciativas e ações mais abrangentes pode ainda ser formatada em Políticas Públicas atreladas a instrumentos de incentivo financeiro ou fiscal. São exemplos deste tipo de iniciativa, porém com destinações diferentes, o Fundo da Marinha Mercante - FMM (Decreto-Lei nº 1.801, de 18 de agosto de 1980; Decreto-Lei nº 2.404, de 23 de dezembro de 1987; Lei nº 10.893, de 13 de julho de 2004) e o Fundo Nacional de Aviação Civil - FNAC (Lei nº 12.462/2011), que resultam em ações efetivas de desenvolvimento de setores do transporte por meio de fomento.

Os Planos Setoriais descritos anteriormente na seção 1.1 (Plano Setorial de Transportes Terrestres, Plano Setorial Portuário, Plano Setorial Hidroviário e Plano Aeroviário Nacional) contemplarão de forma detalhada a descrição dessas iniciativas além dos investimentos em infraestrutura e buscarão avaliar o impacto nos objetivos setoriais.

3. VISÃO GERAL

Uma vez definidas as diretrizes, os princípios e os objetivos do novo PNL pelo MInfra, a Empresa de Planejamento e Logística deu início à concepção metodológica do Plano. Para tal, partiu-se da análise de sua versão anterior - o PNL 2025 -, identificando seus aspectos positivos e pontos passíveis de melhoria.

Verifica-se que o PNL 2025 contribuiu como um novo capítulo no processo de planejamento logístico do país e, desde então, vem servindo de referência no desenvolvimento de ações e de programas do MInfra. A maior parte das chamadas *ações de monitoramento* elencadas no PNL 2025 vem sendo continuadas pelo MInfra, entre as quais se destacam:

a) Obras públicas rodoviárias: pavimentação da BR-163/PA (concluída), duplicação da BR-101/SE/AL/PE e duplicação da BR-381-MG;

b) Obras públicas de navegação interior: derrocamento do Pedral do Lourenço;

c) Investimentos programados em concessões existentes: BR-116/BA e BR-050/GO;

d) Relicitações de concessões rodoviárias existentes: BR-116/RJ/SP, BR-040/MG/RJ, BR-116/RJ e BR-153/GO/TO;

e) Adequação de capacidade de ferrovias concedidas: EFC, EFVM, Rumo - Malha Paulista, MRS e FCA;

f) Programa de concessão rodoviária: BR-365/364/MG/GO, RIS e BR-101/SC (leilão realizado), BR-364/RO;

g) Programa de concessão ferroviária: FNS (já leiloada), FIOL (leilão do primeiro tramo realizado) e Ferrogrão.

Além disso, os gargalos logísticos identificados no PNL 2025 serviram como referência para a qualificação de novos trechos para o programa de concessões rodoviárias.

Outro fato relevante a ser mencionado são os resultados da análise do Tribunal de Contas da União (TCU) sobre o PNL 2025, consubstanciados no Acórdão nº 1327/2020-TCU-Plenário. No referido Acórdão, fora recomendado ao Ministério da Infraestrutura e à EPL que, no processo de revisão do PNL, fossem adotadas:

a) Medidas necessárias para que a navegação interior e de cabotagem sejam contempladas, a fim de que o PNL se torne de fato um plano de integração multimodal[2];

2 No presente documento, o termo "intermodalidade" é utilizado para descrever a relação operacional entre diferentes modos de transporte. Isso se deve ao fato de que, exclusivamente no Brasil, a definição de transporte "multimodal de cargas" é definida em Lei (Lei 9.611, de 19 de

b) Medidas com o objetivo de unificar etapas comuns entre o PNLP, o PNL e outros planos do setor de transportes, com vistas à racionalização dos investimentos públicos e a maior integração entre esses planos.

Nesse sentido, avaliou-se que embora o PNL 2025 venha sendo utilizado como instrumento de apoio ao planejamento e à implementação das políticas do MInfra, para sua nova versão - o PNL 2035 - seria necessária uma ampla revisão na modelagem utilizada, de modo a dirimir limitações técnicas identificadas, inclusive aquelas apontadas pelo TCU, eliminar conflitos com outros planos de transporte setoriais da época, desenvolvidos de forma independente, e se adequar ao novo conceito de Planejamento Integrado de Transportes na esfera Federal. Além disso, a incorporação de inovações metodológicas, tecnológicas, informacionais e institucionais são fundamentais para tornar o Plano mais robusto, integrado e abrangente.

A concepção da metodologia para desenvolvimento do PNL 2035 teve como base a análise de diferentes iniciativas internacionais de planejamento de transporte, além de pesquisas e estudos para levantamento de técnicas e procedimentos mais atuais para um planejamento em nível estratégico. O modelo base de planejamento da logística nos Estados Unidos, o *Freight Analysis Framework* (FAF)[3], utilizado pelo país desde os anos 1990, e aperfeiçoado constantemente, é uma das principais inspirações para o PNL 2035, no que tange ao rigor técnico e conceitos de modelagem de transporte utilizados. Naquele instrumento de planejamento, tal como no PNL 2035, o objetivo não é resultar uma carteira de projetos única e sim, subsidiar o desenvolvimento de planos e outros estudos com uma visão integrada, única e coerente do funcionamento do sistema de transportes. As tradicionais etapas do "Modelo de 4 Etapas" (geração de viagens, distribuição de viagens, divisão modal e alocação de tráfego) também continuam presentes no PNL, porém, com técnicas mais atuais, integradas, e com a utilização de *softwares* de modelagem e simulação de referência internacional. Além disso, tais etapas estão inseridas em uma metodologia mais abrangente de avaliação de impactos de cenários, aderentes aos objetivos para qual a rede de transportes deve ser desenvolvida e inseridas em conceitos de planejamento trazidos por Magalhães e Yamashita (2009)[4]; que por sua vez, baseiam-se nos conceitos de planejamento estratégico situacional (político-social) de Matus (1993)[5]. A

fevereiro de 1998), como "*aquele que, regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade única de um Operador de Transporte Multimodal [OTM]*". As relações operacionais entre diferentes modos de transporte para objetivos comuns são benéficas e visam a eficiência da rede, independente da utilização de contrato único ou executada por meio de um OTM. Porém, essas não podem ser assim denominadas pela definição legal. Logo, o termo intermodalidade parece ser mais abrangente e adequado para o caso.

3 Freight Analysis Framework (FAF) (2021). Disponível em: **https://ops.fhwa.dot.gov/freight/freight_analysis/faf/**

4 MAGALHÃES, M. T. Q.; YAMASHITA, Y. Repensando o Planejamento (Rethinking the Planning Process). Textos para Discussão - CEFTRU, v. 04, p. 1-30, 2009.

5 MATUS, C. Política, Planejamento e Governo. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília. 1993.

base teórica se diferencia de outras do planejamento, principalmente por dar mais objetividade na busca de resultados finalísticos, em detrimento de acompanhamentos processuais.

A visão do planejador, na ótica empregada nesse novo PNL, não se limita à identificação de gargalos nas infraestruturas, mas sim, no quão a rede pode contribuir para a evolução dos atributos do território e do ambiente no qual está inserida. Dessa forma, o transporte, como atividade meio, potencializa seus impactos no desenvolvimento socioeconômico e no atendimento às demandas originais.

Por esse motivo, houve grande esforço da EPL em conseguir bases de dados que traduzissem as reais demandas por transporte (como as matrizes O-D de cargas, provenientes das notas fiscais eletrônicas, e as matrizes O-D do deslocamento de pessoas, provenientes de dados de telefonia móvel), em detrimento da soma de demandas já alocadas em cada subsistema. Iniciar o planejamento pelo olhar do território das necessidades primárias altera significativamente a lógica do planejamento de transportes, e, consequentemente, o potencial de contribuição de seus resultados.

Devido à gama de informações necessárias para o desenvolvimento do PNL, foram utilizadas as tecnologias disponíveis atualmente na EPL, principalmente, a informação armazenada, tratada e gerada no Observatório Nacional de Transporte e Logística - ONTL.

Um dos destaques metodológicos do desenvolvimento deste PNL 2035 é a identificação da Camada Estratégica de Análise, que contempla as infraestruturas logísticas mais representativas do ponto de vista do interesse nacional, detalhada na seção 4.4. A simulação de cenários no PNL 2035 é realizada da forma mais ampla e detalhada possível para o nível de análise, como será visto mais à diante, para que os resultados dos diagnósticos e prognósticos sejam mais assertivos. Porém, as análises são focadas nessa camada, mais aderente aos níveis de planejamento do PNL.

No intuito de conferir ao Plano um caráter de planejamento orientado a resultados e de fornecer aos tomadores de decisão instrumentos para a priorização de suas políticas e ações, concebeu-se um sistema de indicadores aderentes aos objetivos expressos na PNT, que permitiram a avaliação dos cenários simulados.

A Figura 5 apresenta esquematicamente a visão geral do processo de elaboração do PNL 2035.

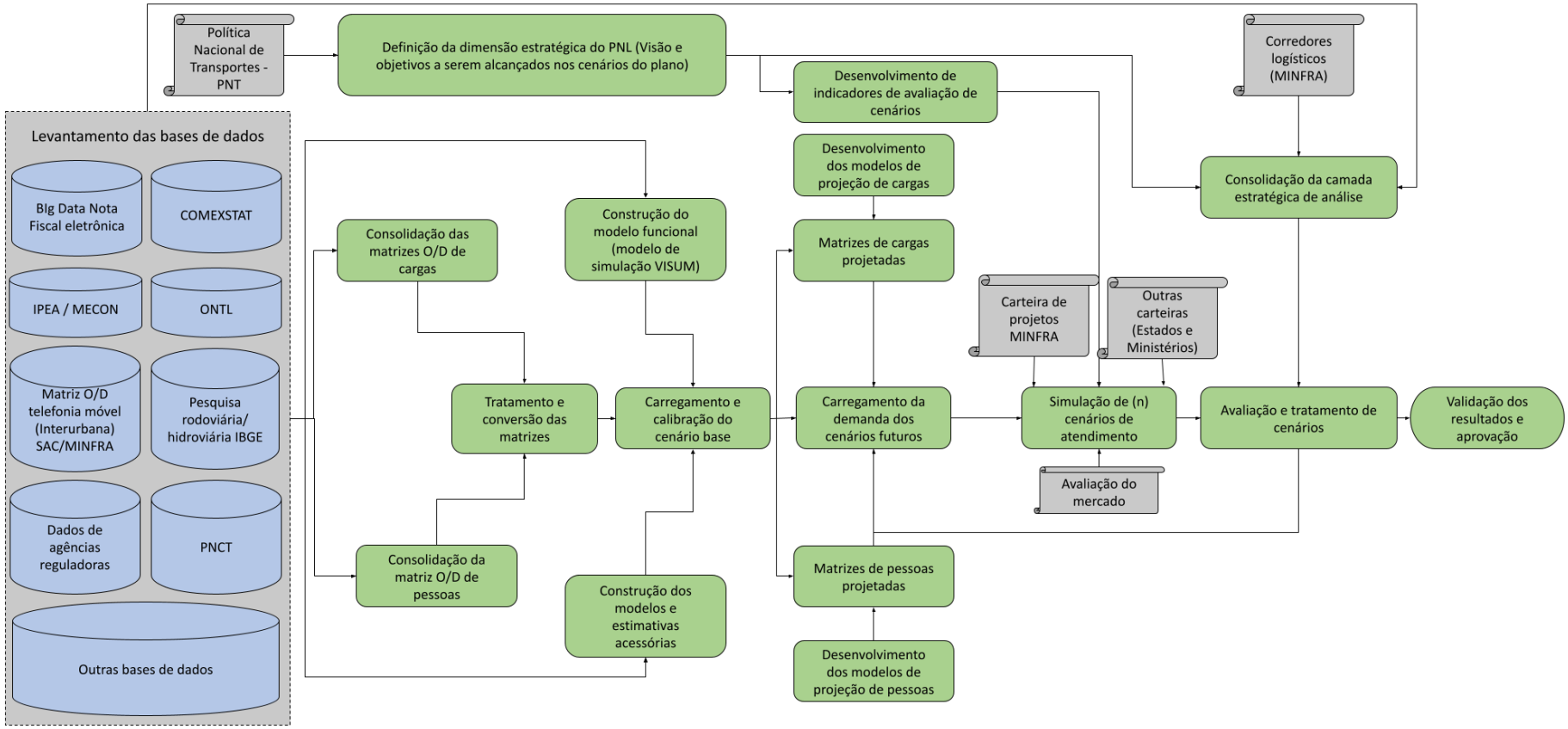


Figura 5: Visão Geral do Processo de Elaboração do PNL 2035
Fonte: EPL (2021)

3.1. INOVAÇÕES

Conforme anteriormente observado, o PNL 2035 propôs diversas inovações em relação às etapas de desenvolvimento do trabalho e métodos utilizados para a elaboração do Plano, entre as quais se destacam:

a. A sistematização do processo de planejamento, com as definições prévias de diretrizes e de escopo advindas do MInfra, contemplando a integração com os Planos Táticos Setoriais;

b. O planejamento voltado a resultados, contemplando o desenvolvimento de sistema de indicadores para a análise de cenários e monitoramento do Plano, vinculados a objetivos estabelecidos na PNT;

c. A visão sistêmica, estratégica, integrada e intermodal da infraestrutura logística nacional, por meio do diagnóstico, prognóstico e análises de todos os modos de transporte responsáveis pelos fluxos de carga intermunicipais e o fluxo de pessoas interurbano;

d. A integração informacional com o Observatório Nacional de Transporte e Logística - ONTL, projeto em desenvolvimento pela EPL, que se encontra em estágio mais avançado do que na época da concepção do PNL 2025, contribuindo fortemente para a obtenção de um volume maior de informações para o conhecimento do setor e para a modelagem do PNL;

e. A utilização de matrizes origem-destino de cargas e de pessoas mais abrangentes, obtidas a partir de dados das notas fiscais eletrônicas e de telefonia móvel, contemplando a movimentação de bens no Brasil e entre o país e o exterior sob a ótica de peso e de valor das cargas;

f. A construção de uma rede de simulação mais ampla e granular, contemplando zoneamento em nível municipal que permite aumentar a abrangência e precisão das alocações nas infraestruturas intermunicipais, chegando a 5.589 zonas, e uma malha rodoviária de mais de 300 mil quilômetros de rodovias federais, estaduais e municipais. Além disso, foi considerada toda a infraestrutura ferroviária e aquaviária (navegação interior, navegação de cabotagem e navegação de longo curso), e portuária, como Portos Públicos e Terminais de Uso Privado - TUPs, agrupados em unidades geográficas nomeadas "Portos-cidade" (o Apêndice VIII apresenta os terminais de uso privativo, os portos e as estações de transbordo de cargas agrupados por Porto-cidade);

g. Uma maior participação social ao longo do processo de elaboração do Plano, contemplando eventos para coleta de subsídios, como a realização de *Webinars,* reuniões participativas com atores do setor e Consulta Pública; e

h. Análise objetiva, baseada em indicadores, levando em consideração tanto a tradicional visão de carregamentos alocados em peso (Tonelada-Quilômetro Útil - TKU), quando a análise dos fluxos em valor da mercadoria (Valor-Quilômetro Útil - VKU), permitindo uma análise diferenciada acerca das infraestruturas de transporte brasileiras.

A Figura 6 ilustra as inovações mais relevantes trazidas no PNL 2035.

Figura 6: Inovações do PNL 2035
Fonte: EPL (2021)

4. CENÁRIO BASE 2017

O Cenário Base foi concebido a fim de validar o modelo funcional de simulação do PNL 2035. A aderência das simulações aos dados reais do ano de 2017 representa a confiabilidade das estimativas e da visão de futuro do Plano. Esse ano foi escolhido como referencial para efeito de calibração do modelo de simulação por não ter apresentado grandes intercorrências, no que tange à movimentação de cargas e pessoas, a exemplo dos efeitos da crise econômica observados em 2015 e 2016 ou a greve de caminhoneiros ocorrida em 2018. O ano de 2019, por sua vez, ainda não apresentava seus dados consolidados quando do início dos trabalhos do PNL 2035.

Nos tópicos subsequentes deste capítulo, são apresentadas informações gerais das matrizes origem-destino de carga e de pessoas, a rede de infraestrutura adotada, os carregamentos observados nos modelos de simulação e os principais indicadores do Cenário Base 2017.

4.1. MATRIZES ORIGEM-DESTINO

4.1.1. Matrizes origem-destino de cargas

As matrizes origem-destino de cargas (MOD cargas) 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 de horizontes de projeto, constituindo-se um dos principais insumos necessários às simulações de tráfego em todos os modos de transporte. Tendo em vista que tanto a produção quanto a demanda evoluem com o passar dos anos, as MOD cargas são um parâmetro temporal e, portanto, devem ser definidas para cada período em análise.

As MOD cargas utilizadas no PNL 2035 possuem como fonte de dados principal o Big Data de Notas Fiscais Eletrônicas (NFe) da Secretaria da Receita Federal (RFB) do ano de 2013, disponíveis à época, com posterior atualização com dados de produção e de transporte reais, como o COMEX STAT, cujos dados são extraídos do SISCOMEX e baseados na declaração dos exportadores e importadores, a Pesquisa Industrial Anual - PIA (IBGE) e a Produção Agrícola Municipal - PAM (IBGE), entre outros. Dessa forma, foi possível trazer a base de fluxos geradas por meio das Notas Fiscais Eletrônicas de 2013 para o ano base - 2017, assim como para os dias atuais, incorporando não somente atualizações monetárias, mas também as reconfigurações de produção e consumo que ocorreram no período.

O menor recorte geográfico adotado para as matrizes do PNL 2035 é o município. Para as viagens domésticas de transporte de cargas, a matriz é intermunicipal, e para as viagens internacionais, os países são agrupados em regiões de interesse, conforme detalhado no item 4.2. O uso da matriz doméstica municipal permite maior detalhamento das simulações, e ao mesmo tempo, revela novos fluxos até então não observados em versões de planos nacionais anteriores.

A Figura 7 apresenta a sequência metodológica percorrida para, a partir dos bancos de dados de Notas Fiscais Eletrônicas (NFe) da Secretaria da Receita Federal (RFB) do ano de 2013, obterem-se as MOD-cargas 2017 da EPL, utilizadas na elaboração do PNL 2035.

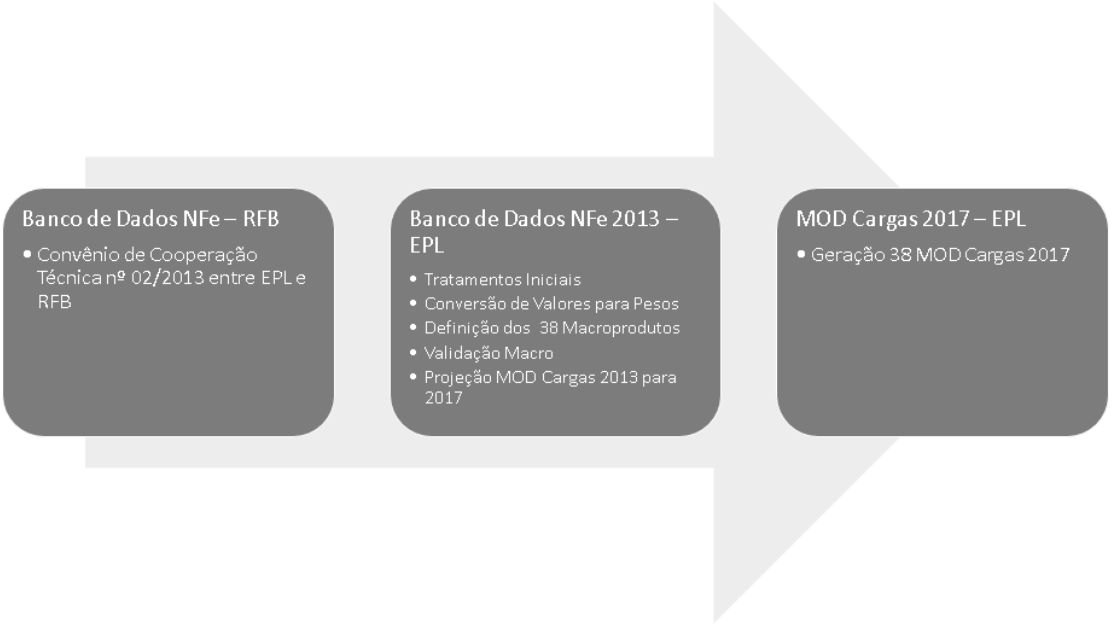


Figura 7: Sequência metodológica para obtenção das MOD Cargas 2017
Fonte: EPL (2021)

Importante frisar que o universo das Notas Fiscais Eletrônicas (NFe) advindas da Secretaria da Receita Federal - RFB foi pela primeira vez utilizado num plano estratégico como fonte de dados primária. A utilização desse dado representa uma quebra de paradigma eliminando a necessidade de inferências estatísticas a partir de fontes de dados secundários considerados em planos de transportes anteriores. Com isso, foi possível analisar a movimentação de bens no Brasil e entre o país e o exterior sob a ótica de peso e de valor.

Para a conversão dos valores da Nota Fiscal Eletrônica (NFe) em volumes de carga, partiu-se da premissa de quanto mais detalhado é o preço de um produto, menor é o erro da conversão. Neste sentido, para o refinamento dos preços para conversão aplicou-se a metodologia com as seguintes etapas:

1. Verificação da representatividade de cada produto (Nomenclatura Comum do Mercosul - NCM com 8 dígitos) em cada capítulo;

2. Seleção dos produtos principais (até 65% de representatividade em valor acumulada no capítulo) - 487 produtos;

3. Diferenciação por agente da cadeia (produtor/atacado/varejo), a partir da análise do CNAE de origem;

4. Diferenciação por tipo de operação comercial (nacional/exportação/importação).

Para o cálculo dos preços por diferentes agentes existentes na classificação do CNAE das empresas emitentes das notas (classificados como CNAE: Produtor, Atacado e Varejo) foram utilizadas as margens de preços para cada um dos produtos calculados a partir das Contas Nacionais (disponibilizadas no IBGE).

Para as operações comerciais de exportação e de importação adotou-se os preços unitários informados pela SECEX/MDIC, como referência para a conversão de valor informado nas NFe em Volumes de Carga.

Para a obtenção dos preços unitários resultados de operações comerciais nacionais para os principais produtos, os técnicos da EPL promoveram uma ampla pesquisa de preço em bases de dados nacionais, e, caso não encontrados, em *sites* de comercialização dos produtos representativos selecionados.

A combinação da pesquisa de preços de 487 produtos principais, que representam cerca de 60% de toda a matriz de valor, associados a 3 possíveis agentes da cadeia e a 3 tipos de operação comercial, resultou em 4.383 preços para conversão direta dos valores dos produtos em peso. Os demais preços também foram detalhados em nível de NCM, baseados nos valores de Exportação e Importação provenientes das bases da SECEX/MDIC, e para o mercado nacional, baseados nas relações entre valores do comércio nacional com comércio exterior encontradas para os produtos principais. Dessa forma, a base final de preços para conversão dos valores para peso, possui 88.182 preços diferenciados.

Cada fluxo dos produtos constantes na base de dados foi então agrupado em matrizes específicas, denominadas "Macroprodutos". Para esse agrupamento, considerou-se a família e o capítulo de cada produto conforme a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), sendo que para produtos que representavam mais que 30% do valor comercializado no capítulo (SH2), foi criada matriz específica.

Uma vez agrupados, procedeu-se a análise logística dos NCM's contidos em cada Macroproduto. Verificou-se se a característica logística de cada NCM, de modo que produtos com características de transportes diferentes de seu Macroproduto, foram alocados a outros Macroproudtos no qual mantenham maior similaridade logística ou destacados com um Macroproduto específico.

Outro agrupamento realizado para fins de simulação nos modelos do PNL se refere ao "Grupo de Carga", que reúne diferentes matrizes com características de transporte similares.

Os grupos de carga e seus respectivos macroprodutos foram então definidos a partir dessas duas óticas e estão listados no Quadro 1.

Quadro 1: Relação entre os grupos de carga do PNL e as 38 categorias de macroprodutos

Grupos de Carga	Macroprodutos
Graneis Sólidos Minerais (GSM)	- Minério de ferro
Outros Graneis Sólidos Minerais (OGSM)	- Fertilizantes - Outros minerais - Subprodutos do minério de ferro
Graneis Líquidos (GL)	- Biodiesel - Etanol - Gás Natural - Óleo diesel - Petroquímicos
Graneis Sólidos Agrícolas (GSA)	- Açúcares - Farelos - Milho em grão - Soja em grão
Cargas Gerais Conteinerizáveis [6](CGC)	- Alimentos processados - Bebidas - Cervejas de malte - Bebidas exceto cervejas de malte - Borracha e suas obras - Carnes - Cosméticos - Fármacos - Instrumentos e equipamentos profissionais - Laticínios - Máquinas e equipamentos elétricos - Máquinas e equipamentos mecânicos - Mobiliário - Outros cereais e Produtos agrícolas - Outras cargas gerais conteinerizáveis - Papel - Plásticos e suas obras - Produtos da indústria gráfica - Produtos químicos industriais - Produtos químicos orgânicos
Cargas Gerais Não Conteinerizáveis[7] (CGNC)	- Animais vivos - Ferro - Máquinas pesadas - Obras de ferro fundido, ferro ou aço - Outras cargas gerais não conteinerizáveis - Veículos

Fonte: EPL (2021)

6 Cargas Gerais Conteinerizáveis: Cargas Gerais passíveis de serem conteinerizadas, por possuírem dimensão e peso compatíveis com a capacidade de um contêiner.

7 Cargas Gerais Não Conteinerizáveis: Cargas Gerais que não são passíveis de serem conteinerizadas, por não possuírem dimensão ou peso compatível com a capacidade de um contêiner.

Os grupos de carga foram necessários para as definições dos veículos-tipo, dos custos de transporte e transbordo e das capacidades imputadas na rede de transporte do modelo de simulação do PNL. Cada um dos 38 macroprodutos possui uma matriz origem-destino específica, cujos fluxos resultantes de sua alocação nos modelos de simulação do PNL foram observados separadamente, permitindo assim um maior nível de detalhamento na análise dos fluxos alocados, quando necessário. Ressalta-se, no entanto, que a análise sistêmica dos cenários por meios de indicadores, ocorre pela análise integrada dos fluxos de cargas e pessoas alocados à rede de simulação.

Importante destacar que as matrizes geradas para o PNL 2035 dizem respeito à carga transportada, e não se confunde com dados de produção. O mesmo produto pode aparecer diferentes vezes na matriz de transporte, visto que foram geradas diferentes Notas Fiscais. A matriz de transporte possui grande parte de fluxos intermediários, por exemplo, os fluxos de produtores para atacadistas, e outro fluxo de um atacadista para um varejista, referente ao mesmo produto. Fluxos intermediários de matrizes para filiais da mesma empresa também estão presentes. Com isso, os quantitativos apresentados não devem ser comparados com dados de produção e consumo sem se atentar a esse fato.

Na sequência as MOD-cargas geradas a partir das NFe foram atualizadas para o ano base de 2017. Para isso foram pesquisados os valores da produção entre 2013 e 2017 dos produtos sugeridos para a matriz, usando dados encontrados, em sua maioria, nas pesquisas do IBGE.

Foi utilizada a Pesquisa Industrial Mensal, por meio do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA) para os seguintes produtos: máquinas e equipamentos mecânicos, veículos, petroquímicos, máquinas e equipamentos elétricos, fármacos, bebidas, produtos químicos industriais, produtos químicos orgânicos, borracha e seus derivados, papel, mobiliário, produtos da indústria gráfica e açúcares.

Da mesma plataforma, utilizando como base a Pesquisa Industrial Anual (PIA), foram extraídos os dados de carnes, fertilizantes, produtos da indústria fotográfica, laticínios, alimentos processados, minério de ferro, máquinas pesadas, cervejas de malte, vestuário, outros vestuários, outros alimentos processados, alumínio e seus derivados, outros minerais, farelos e subprodutos de minério de ferro. No caso específico da PIA foi feita uma ponderação dos valores pelo número de respondentes da pesquisa.

Para produtos específicos, também foram utilizadas fontes como a Associação Brasileira da Indústria do Plástico, a Agência Nacional do Petróleo, Associação Brasileira de Fundição, o Instituto Aço Brasil, a Companhia Nacional de Abastecimento e o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola realizado pelo IBGE.

Algumas categorias de produtos que não tiveram suas correspondências exatas encontradas nas pesquisas foram substituídas por alguns produtos que participam da categoria ou similares. Como exemplo, a categoria de ferro fundido, ferro e aço foi substituída por ferro e aço fundidos; subprodutos de ferro fundido, ferro e aço foi substituída por aços laminados; produtos da indústria gráfica foi substituída por atividades de impressão; cervejas de malte foi substituída por cervejas e chopes; alumínio e seus subprodutos foi substituída por latas de alumínio para embalagem de produtos diversos;

outros minerais foi substituída por alumina calcinada; subprodutos do minério de ferro foi substituída por minério de ferro.

As bebidas foram divididas em duas categorias, uma abrangendo todas as bebidas produzidas, exceto cervejas e chopes, e uma segunda incluindo apenas as bebidas excluídas da primeira categoria.

Os dados de produção foram usados para o cálculo da variação anual de 2013 a 2017, conforme a seguinte equação:

$$Variação_t = \frac{\Delta Produção_t}{Produção_{t-1}}$$

De forma que:

$Variação_t$ é a variação percentual da produção do ano t em relação ao ano t-1.

$\Delta Produção_t$ é subtração da produção no ano t pela produção no ano t-1.

Os dados de importações e de exportações, do país e das unidades federativas foram extraídos do banco de dados COMEX STAT do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Os valores utilizados serão dos anos de 2013 e 2017, em quilogramas líquidos e divididos por seus respectivos NCMs (Nomenclatura Comum do Mercosul).

Para os valores de produção de cada unidade federativa - com exceção dos dados de produção agrícola - foram retirados da tabela 1849 do SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), enquadrando os produtos da matriz nas categorias mais adequadas da base. Os dados estão disponíveis em mil reais, de forma que o valor do primeiro período (2013) foi corrigido pelo IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) para se equiparar ao valor do período final (2017). Os dados de produção agrícola foram pesquisados na base da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), em toneladas.

Os resultados macro das MOD-cargas 2017 em peso e em valor são apresentados, respectivamente, nas Figuras 8 e 9 e nos mapas com as linhas de desejo dos fluxos de carga por peso e por valor nas Figuras 10 e 11.

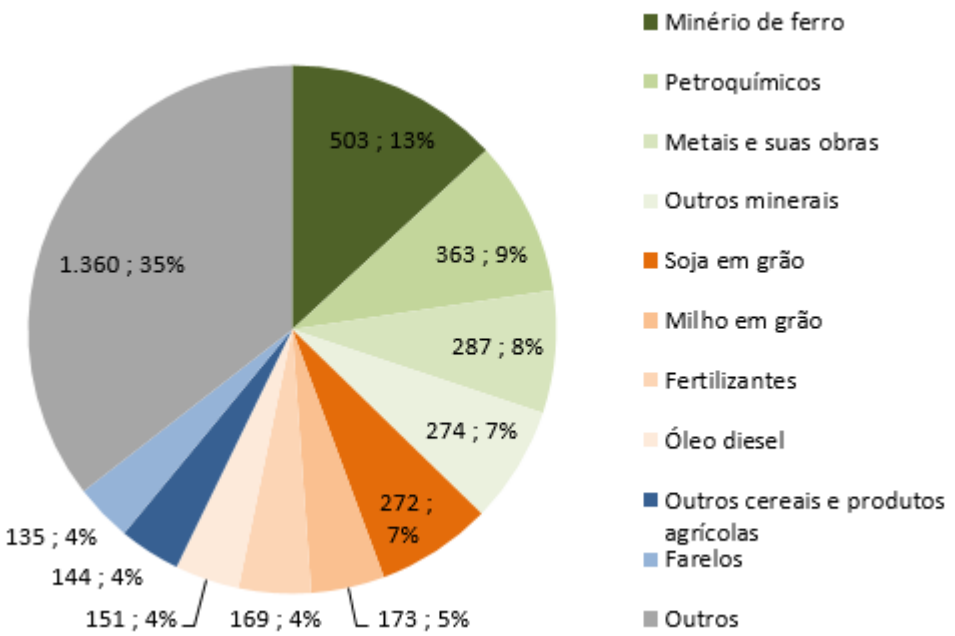


Figura 8: Resultados macro das MOD Cargas 2017 em peso (milhões de toneladas)
Fonte: EPL (2021)

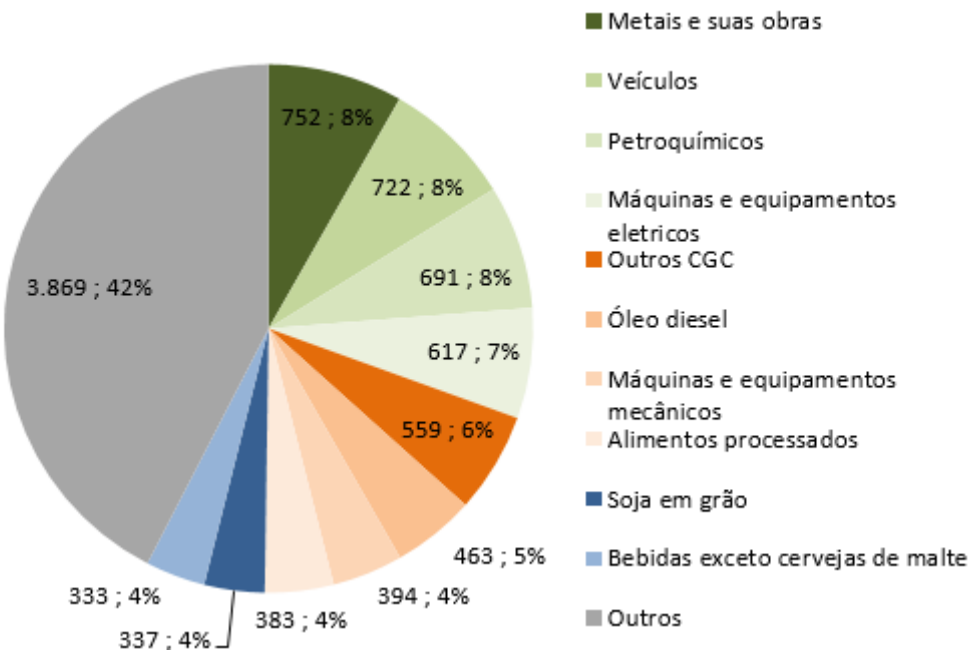


Figura 9: Resultados macro das MOD Cargas 2017 em valor (em R$ Bilhões)
Fonte: EPL (2021)

Observa-se que os macroprodutos não possuem as mesmas representatividades na MOD-cargas 2017 em peso e na MOD-cargas 2017 em valor. Apenas 4 macroprodutos constam entre os 10 macroprodutos com maior representatividade nas duas matrizes (Petroquímicos, Metais e seus derivados, Soja em grão e Óleo diesel) e, mesmo assim, em classificações diversas. Destaca-se que Minério de ferro, macroproduto com maior

percentual de movimentação na MOD-cargas em peso (13%) não está entre os 10 macroprodutos com maior representatividade na MOD-cargas em valor. Por outro lado, os macroprodutos Veículos e Máquinas e equipamentos elétricos, que estão entre os 4 macroprodutos com maior representatividade na MOD-cargas em valor (cada um com 8% da movimentação), não estão entre os 10 macroprodutos com maior representatividade na MOD-cargas em peso.

A distribuição espacial dos macroprodutos com maior representatividade nas MOD-cargas em peso e em valor pode ser visualizada nas linhas de desejo dos fluxos de carga por peso e por valor apresentadas nas Figuras 10 e 11, respectivamente. Classes de menor intensidade de fluxo são omitidas no mapa para melhor visualização.

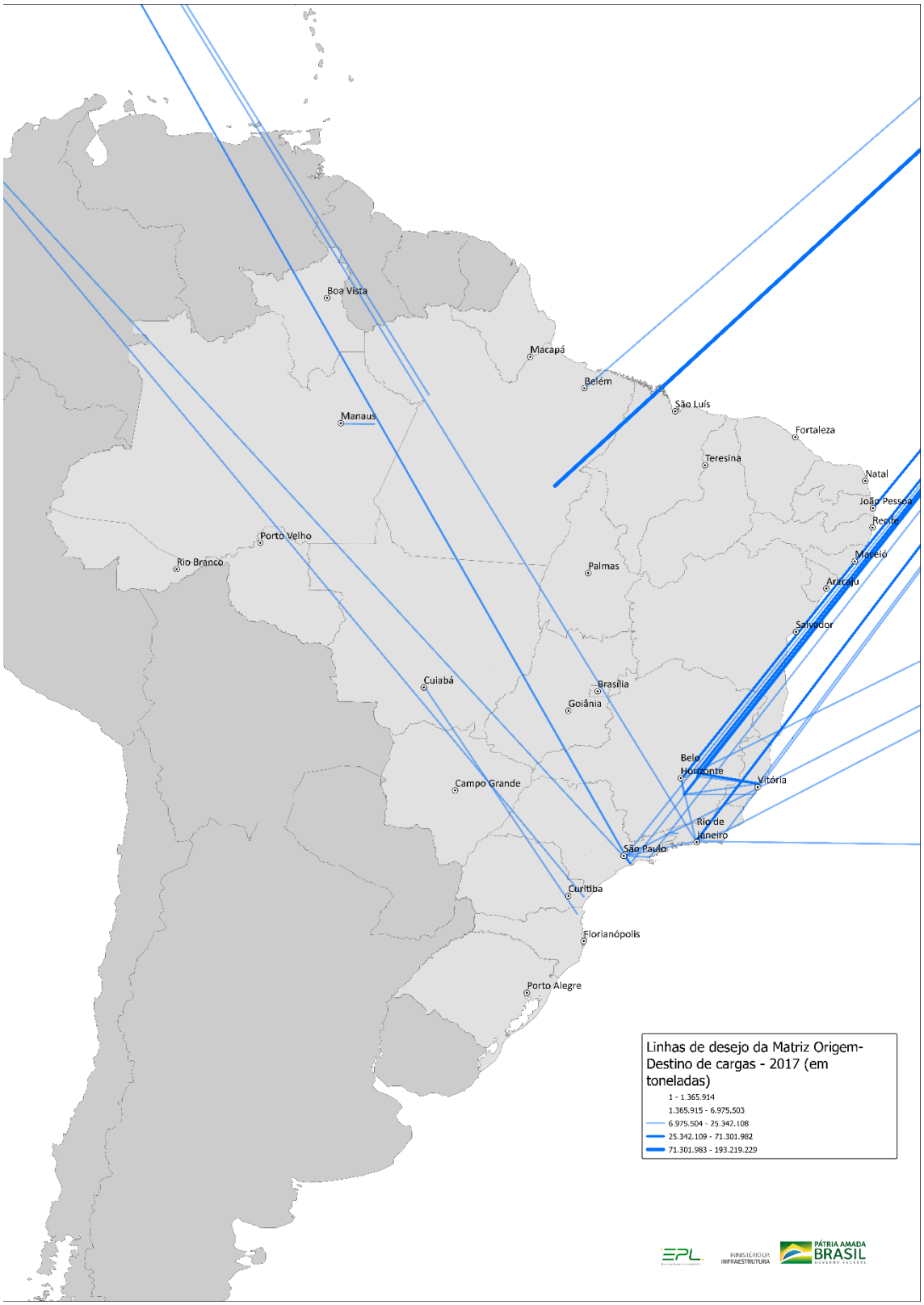


Figura 10: Mapa de linhas de desejo da MOD Cargas 2017 em Peso
Fonte: EPL (2021)

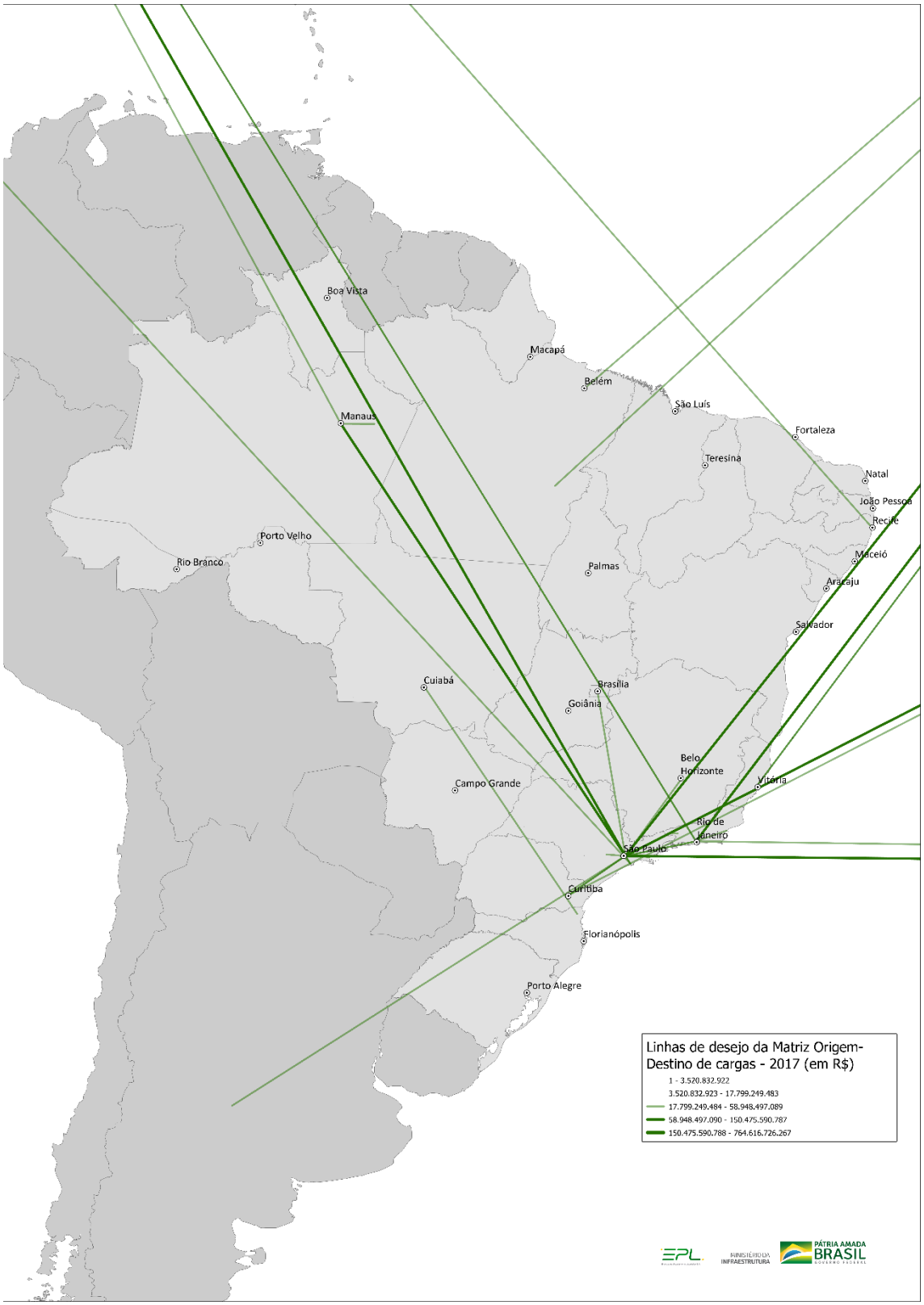


Figura 11: Mapa de linhas de desejo da MOD Cargas 2017 em Valor.
Fonte: EPL (2021)

As linhas de desejo do fluxo de cargas por peso apresentam uma concentração maior em Parauapebas/PA e na Região do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais (regiões produtoras de minérios). Por sua vez, as linhas de desejo do fluxo de cargas por valor apresentam maior concentração em São Paulo, em virtude de a localidade ser tanto origem quanto destino de diversos macroprodutos com maior valor agregado. Essa configuração distingue o arranjo das linhas de desejo dos fluxos de carga por peso e por valor na Região Sudeste.

Situação semelhante é observada na Região Norte, pois Manaus/AM, que não apresenta elevada representatividade no fluxo por peso, exibe destaque nas linhas de desejo do fluxo de cargas por valor, especialmente em virtude da movimentação de Máquinas e equipamentos elétricos para São Paulo, produzidos na Zona Franca de Manaus. Na Região Nordeste, enquanto a linha de desejo do fluxo de cargas por peso está concentrada em João Pessoa/PB, em virtude da movimentação do Porto de Cabedelo, a linha de desejo do fluxo de cargas por valor é concentrada em Recife/PE, com maior diversificação dos macroprodutos movimentados.

Na Região Sul, observa-se uma linha de desejo do fluxo de cargas em valor, entre o Estado de Mato Grosso e o portos de Santa Catarina/SC, em virtude da movimentação metais e seus derivados entre as regiões. Essa linha de desejo entre as regiões Centro-Oeste e Sul também é representativa no fluxo de cargas por peso, em virtude da exportação de produtos agropecuários. Na Região Centro-Oeste, observa-se ainda outra significativa linha de desejo do fluxo de cargas por valor, entre o Distrito Federal e São Paulo, resultante da movimentação de veículos, de produtos da indústria gráfica e de máquinas e equipamentos elétricos.

A matriz proveniente das NFe busca representar a totalidade de mercadorias movimentadas entre os municípios brasileiros e entre eles e o mercado exterior. Os dados são utilizados para as simulações de cenários futuros. As simulações de cenários futuros, por sua vez, ocorrem no PNL de duas formas, sendo parte do cenário simulado no modelo funcional integrado em software específico, e os modos de transporte aeroviário e dutoviário simulados em paralelo conforme estimativas específicas.

Por esse motivo, o tratamento das matrizes do transporte aeroviário de cargas e do transporte dutoviário demandaram fontes adicionais. A matriz de carga aérea doméstica utilizada no PNL 2035 foi desenvolvida pelo MInfra em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, tendo como base os CT-e (conhecimento de transporte eletrônico). Os dados foram tratados para o formato utilizado no PNL e acrescidos de informações do comércio exterior provenientes do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Segundo os resultados, no ano de 2017, o setor aéreo foi responsável pelo transporte de 795.027 toneladas.

Já a matriz de transporte por dutos, foi construída com a união de diferentes fontes de dados dos operadores de dutos, observando os respectivos impactos nas matrizes do PNL. Os dados apontam que os dutos transportaram 115.539.200 toneladas em 2017.

As MOD Cargas estão disponibilizadas no Apêndice IV deste Relatório Executivo, e o procedimento metodológico de tratamento e geração das informações será objeto de publicação específica.

4.1.2. Matrizes origem-destino de pessoas

Cada vez mais buscam-se alternativas aos meios tradicionais para a obtenção de dados de movimentação de pessoas para estudos e planejamento de transportes. A utilização dos dados de deslocamentos de sinais de telefonia móvel e de GPS tem se mostrado alternativa interessante nesse sentido.

O amplo acesso da população aos dispositivos de telefonia móvel possibilita uma robusta massa de dados que fornece informações de deslocamento praticamente 24 horas por dia, durante todos os dias do ano.

Essa grande quantidade de informações tem ampliado horizontes de planejamento em diferentes áreas do conhecimento como saúde, segurança pública, educação, transportes etc., tornando-se importante ferramenta - e, certamente, será mandatória, num futuro breve - para as atividades de planejamento inerentes ao Estado.

Nessa esteira, a EPL direcionou esforços na busca de dados que possibilitassem uma análise macro estratégica de forma a observar o comportamento do deslocamento de pessoas, tendo acesso aos dados de telefonia móvel obtidos pela Secretaria Nacional de Aviação Civil do Ministério da Infraestrutura - SAC/MInfra, respeitando as diretrizes legais quanto ao sigilo de informações.

De maneira complementar, os dados fornecidos foram tratados e expandidos para representar a totalidade de movimentação de pessoas nas viagens internas ao território nacional. A matriz de transporte de pessoas desenvolvida considera a movimentação entre UTP[8] (Unidades Territoriais de Planejamento), que compreendem conjuntos de municípios que buscam representar as aglomerações urbanas e arranjos populacionais brasileiros, em consonância com o objeto de análise da movimentação de pessoas no PNL 2035, que é o transporte interurbano.

Por meio do cruzamento com outras bases de dados e o uso de modelos de transporte, foi gerada a divisão modal da matriz, entre o transporte realizado por automóvel, por ônibus rodoviário, transporte ferroviário de passageiros, transporte aquaviário de passageiros e o transporte aeroviário.

Ademais, para fins de simulação integrada no modelo funcional junto ao transporte de cargas, foi gerada também uma matriz complementar no formato intermunicipal, com o complemento de dados de outras fontes, como pesquisas e matrizes O/D de regiões metropolitanas e modelos desenvolvidos exclusivamente para essa matriz.

Os principais resultados numéricos das matrizes de transporte interurbano e transporte intermunicipal de pessoas podem ser observados nos quadros 2 e 3 e no mapa com as linhas de desejo dos fluxos de pessoas na Figura 12.

8 Para maiores informações, o arranjo das UTP consta do Apêndice IV do presente relatório.

Quadro 2: Demanda em viagens individuais de pessoas nas matrizes 2017

Modo	Interurbano (entre UTP)	Intermunicipal
Automóveis	1.492.218.197	7.002.037.671
Ônibus rodoviário	439.068.664	890.236.121
Ônibus urbano	-	7.218.034.542
Ferroviário	14.726.281	28.438.424
Hidroviário	6.251.031	9.329.797
Aéreo	76.829.091	76.829.091
Outros	-	13.698.859
Total	**2.029.093.265**	**16.038.604.505**

Fonte: EPL (2021)

Quadro 3: Demanda em viagens veiculares e número de ligações de pessoas nas matrizes 2017

Demanda	Interurbano (entre UTP)	Intermunicipal
Número de viagens em veículos de passeio	717.412.595	3.366.151.734
Número de viagens de ônibus rodoviário	55.303.321	98.027.546
Número de viagens de ônibus urbano	-	130.643.362
Número de ligações O/D	76.011	5.155.924

Fonte: EPL (2021)

Dos 2,01 bilhões de viagens interurbanas no Brasil em 2017, aproximadamente, 95% ocorreram exclusivamente o modo rodoviário, com destaque para as pessoas que utilizaram automóveis particulares (73,5% das viagens individuais interurbanas realizadas em 2017). Na sequência, aproximadamente, 21,6% das viagens interurbanas em 2017 foram realizadas por meio de ônibus rodoviário, 3,8% ocorreram por meio do transporte aeroviário, 0,7% ocorreram no transporte ferroviário e 0,3% ocorreram no modo hidroviário.

Essa distribuição modal do transporte interurbano de pessoas reflete a tendência histórica de oferta de infraestruturas e serviços entre as cidades brasileiras com elevada concentração, e consequente maior capilaridade, no modo rodoviário. Os demais modos de transporte presentes na matriz apresentam-se como opções específicas diante de condições locais ou regionais (caso do transporte hidroviário) ou como preferências para viagens de longa distância em virtude do tempo de deslocamento (caso do transporte aeroviário). A divisão modal do transporte interurbano, porém, apresenta resultados diferentes quando analisada na ótica de produtividade (pessoas x km), como será visto mais adiante.

Como pode ser observado na Figura 12, as principais demandas por transporte interurbano de pessoas concentram-se nas ligações de São Paulo/SP com cidades próximas e com as demais capitais do País. Os estados de São Paulo e Rio de Janeiro apresentam demandas distribuídas por praticamente todo o território. Por sua vez, os estados da Região Sul, além de Minas Gerais e Goiás possuem demandas concentradas em partes dos respectivos territórios. Notam-se também as ligações das capitais dos Estados da Região Nordeste com as redes de cidades que constituem polos regionais, assim como de Belo Horizonte com o Norte de Minas e de Campo Grande com o Sudoeste do Estado. Os estados da Região Norte e Mato Grosso apresentam demandas de viagens interurbanas de pessoas mais evidentes em níveis local ou regional.

As MOD Pessoas estão disponibilizadas no Apêndice IV deste Relatório Executivo, e o procedimento metodológico de tratamento e geração das informações será objeto de publicação específica.

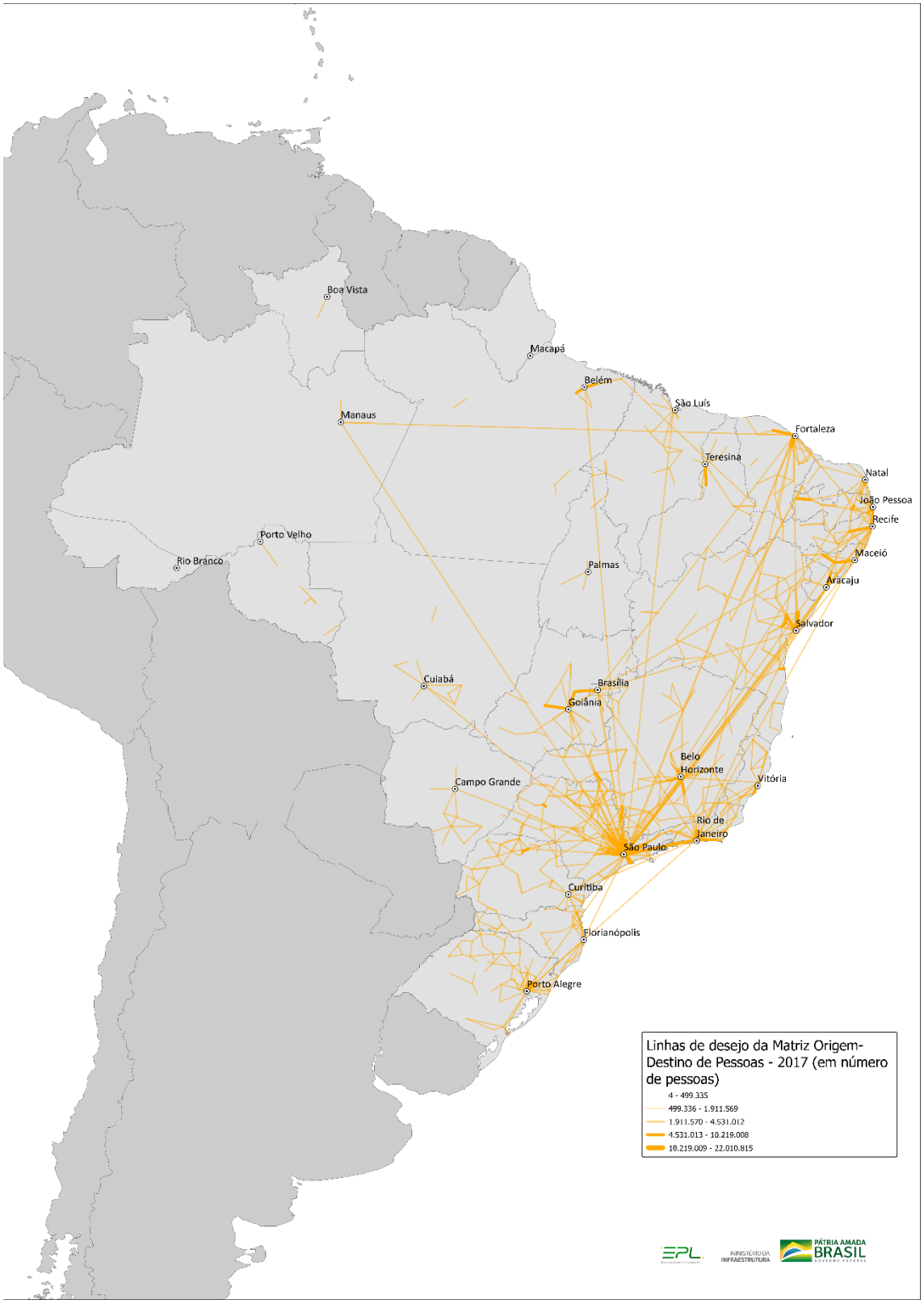


Figura 12: Mapa de linhas de desejo da MOD Pessoas 2017
Fonte: EPL (2021)

4.2. REDE DE SIMULAÇÃO INTEGRADA

A rede de simulação considerada para o PNL 2035 foi totalmente reconstruída em relação à versão utilizada no Plano Nacional de Logística anterior, tornando-se mais abrangente. Partiu-se de um zoneamento interno que considera a divisão do país em municípios. Assim, foi possível caracterizar e prever fluxos que outrora eram descartados por serem intrazonais, sem que tenham sido observadas características excessivamente pontuais, como fluxos intramunicipais.

O zoneamento utilizado foi dividido entre "zoneamento interno" e "zoneamento externo". O zoneamento externo adotado é composto por 19 zonas internacionais, sendo: 1 para cada país da América do Sul; 1 para a América Central; 1 para a América do Norte; 1 para o continente Europeu; 1 para o Oriente Médio; 1 para a África; 1 para a Oceania; e, 1 para a Ásia. As segmentações internacionais utilizadas pelo sistema de zoneamento podem ser observadas na Figura 13.

Figura 13: Zoneamento Externo da rede de simulação integrada
Fonte: EPL (2021)

A rede de rodovias utilizada no modelo interno possui 331.807 quilômetros, dos quais 76.454 quilômetros são rodovias federais e, o restante, vias estaduais ou municipais.

A Figura 14 apresenta a malha rodoviária considerada no modelo de simulação de transportes. Observa-se que os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e parte de Minas Gerais apresentam cobertura rodoviária com elevada capilaridade e distribuída por todos os respectivos territórios, assim como observado na área litorânea da Região Nordeste entre Natal e Salvador. Os estados da Região Sul, Goiás, Maranhão, Tocantins, o interior dos estados do Nordeste e as mesorregiões do Jequitinhonha, Norte, Nordeste e de Minas Gerais apresentam cobertura espacial rodoviária por todos os respectivos territórios, porém com menor capilaridade que São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso apresentam redução não só da capilaridade como também da cobertura espacial rodoviária nos respectivos territórios, especialmente nas mesorregiões do Pantanal Sul Mato-grossense, Norte e Nordeste Mato-grossense. Por sua vez, os estados do Pará, Amazonas, Amapá, Roraima, Rondônia e Acre apresentam grandes áreas dos respectivos territórios sem cobertura rodoviária.

Essa configuração da rede rodoviária brasileira é resultado, especialmente, do histórico dos investimentos em rodovias concentrado em algumas regiões, da dimensão territorial dos municípios (regiões onde os municípios apresentam menor área existe a tendência de maior capilaridade rodoviária) e da presença dos biomas da Amazônia e do Pantanal (nas áreas relacionadas a esses biomas, observa-se a tendência de menor cobertura rodoviária).

Figura 14: Rede Rodoviária (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

Obtida a partir de informações do Observatório Nacional de Transporte e Logística - ONTL desta EPL, a rede ferroviária do PNL 2035 está alinhada com o Sistema de Acompanhamento de Fiscalização do Transporte Ferroviário - SAFF/ANTT, permitindo assim, identificar trechos ferroviários e terminais ativos e com movimentação de carga no ano de 2017. Foram identificados 20.821 quilômetros de malha ferroviária com movimentação de carga e 195 terminais ativos.

A Figura 15 apresenta a malha ferroviária considerada no modelo de simulação integrado de transportes do PNL. Observa-se o fato de a infraestrutura ferroviária ativa se apresentar dividida em redes não totalmente interligadas, com maior cobertura espacial ferroviária nas regiões Sudeste e Sul do país e intensa concentração de terminais nas mesorregiões de Metropolitana de Belo Horizonte e Metropolitana de São Paulo.

A rede ferroviária, no ano de 2017, localizada nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste é constituída pela Rumo Malha Sul (em todos os estados da Região Sul), pela Rumo Malha Paulista (concentrada no Estado de São Paulo), Rumo Malha Oeste (nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul), Rumo Malha Norte (mesorregiões Sul do Mato Grosso e Leste Mato Grosso do Sul em continuidade à Rumo Malha Paulista), Ferrovia Centro Atlântica - FCA (nos estados de Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, Sergipe, São Paulo, Goiás e no Distrito Federal), a MRS (em São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) e Estrada de Ferro Vitória Minas - EFVM (em Minas Gerais e no Espírito Santo).

A rede ferroviária localizada nas regiões Norte e Nordeste é composta pela Estrada de Ferro Carajás - EFC, (nas mesorregiões Sudeste Paraense, Oeste e Norte Maranhense) pela Ferrovia Norte-Sul - FNS, (nas mesorregiões Oeste do Tocantins e Sul Maranhense) e pela Ferrovia Transnordestina Logística - FTL, (nas mesorregiões Leste e Norte Maranhense, Centro Norte Piauiense, Metropolitana de Fortaleza, Noroeste e Norte Cearenses).

Essa configuração da rede ferroviária brasileira reflete os investimentos históricos para a implantação das infraestruturas para o transporte dos produtos das atividades de mineração e agropecuária nacionais.

Figura 15: Rede Ferroviária ativa (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

A rede do transporte aquaviário utilizada para a simulação do PNL é composta pelas redes de transporte de navegação em vias interiores, navegação lacustre, navegação de cabotagem e navegação de longo curso.

Além das vias de navegação, a rede do transporte aquaviário também é composta por 79 portos-cidade, e 103 locais com movimentação de cargas ou pessoas no transporte aquaviário, que compreendem tanto os terminais IP4 sob gestão do Governo Federal, como terminais geridos pelo Estado do Amazonas e Pará, e cidades com movimentações observadas nas matrizes O/D, mesmo que sem infraestrutura caracterizada como "terminais". Os portos-cidade congregam instalações portuárias ativas na mesma localidade, contemplando tanto os Portos Organizados como TUP (Terminais de uso Privado), como listados no Apêndice VIII.

A Figura 16 apresenta a rede aquaviária considerada no modelo de simulação de transportes. Destaca-se que o Rio Amazonas é utilizado tanto para a navegação interior, quanto para a navegação de cabotagem e de longo curso.

As rotas de cabotagem (Figura 17) e longo curso (Figura 18), da rede referente ao Ano-Base 2017, foram estruturadas a partir de informações referentes às rotas marítimas usualmente utilizadas pelas embarcações que navegam por estes trechos, caracterizando rotas aderentes à realidade desse transporte.

A extensão das rotas de cabotagem mapeadas para o Ano-Base 2017 é de 11.007 quilômetros, sendo 8.859 quilômetros de rotas de cabotagem costeira e 2.148 quilômetros de rotas de cabotagem em vias interiores.

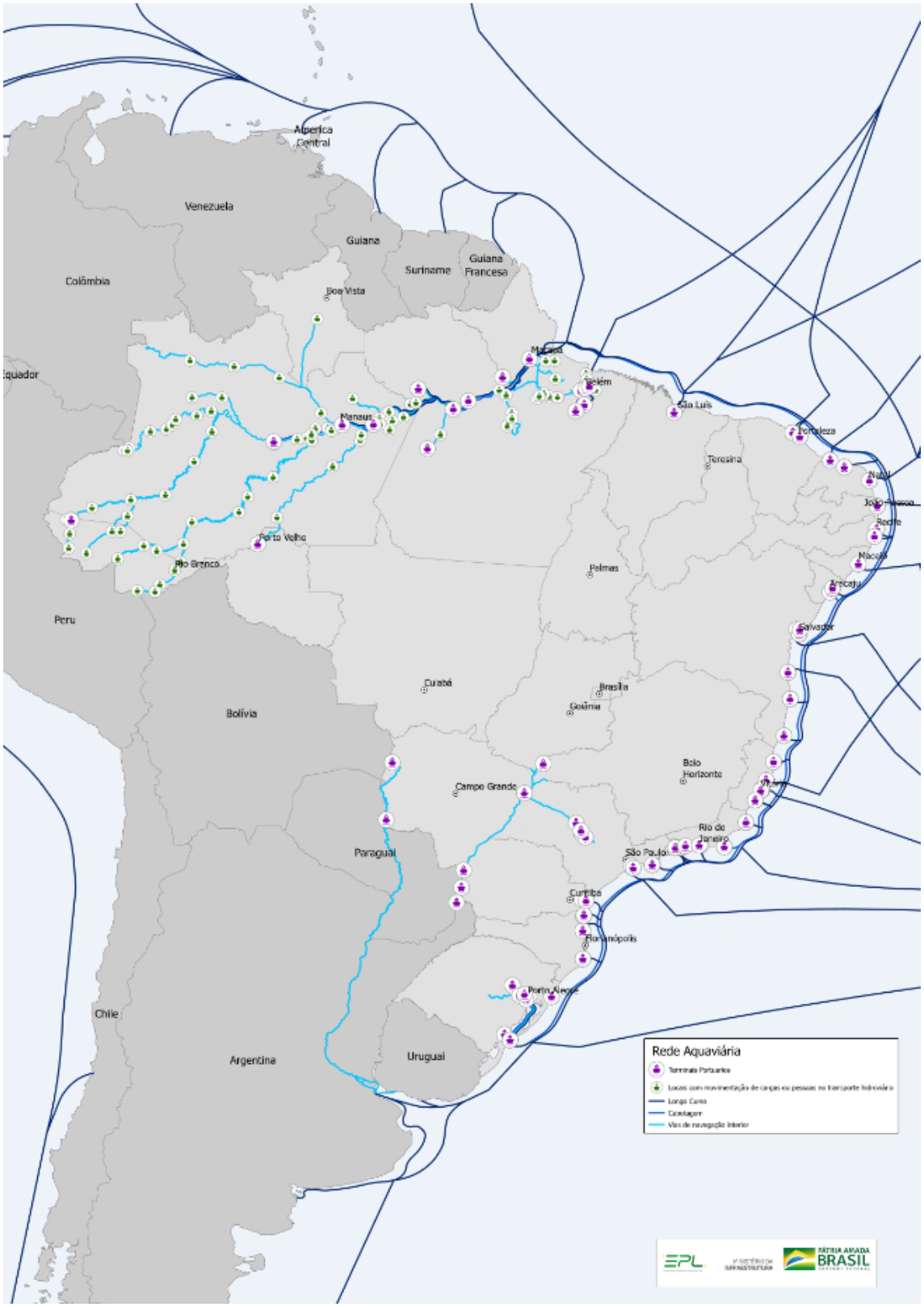


Figura 16: Rede Aquaviária (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

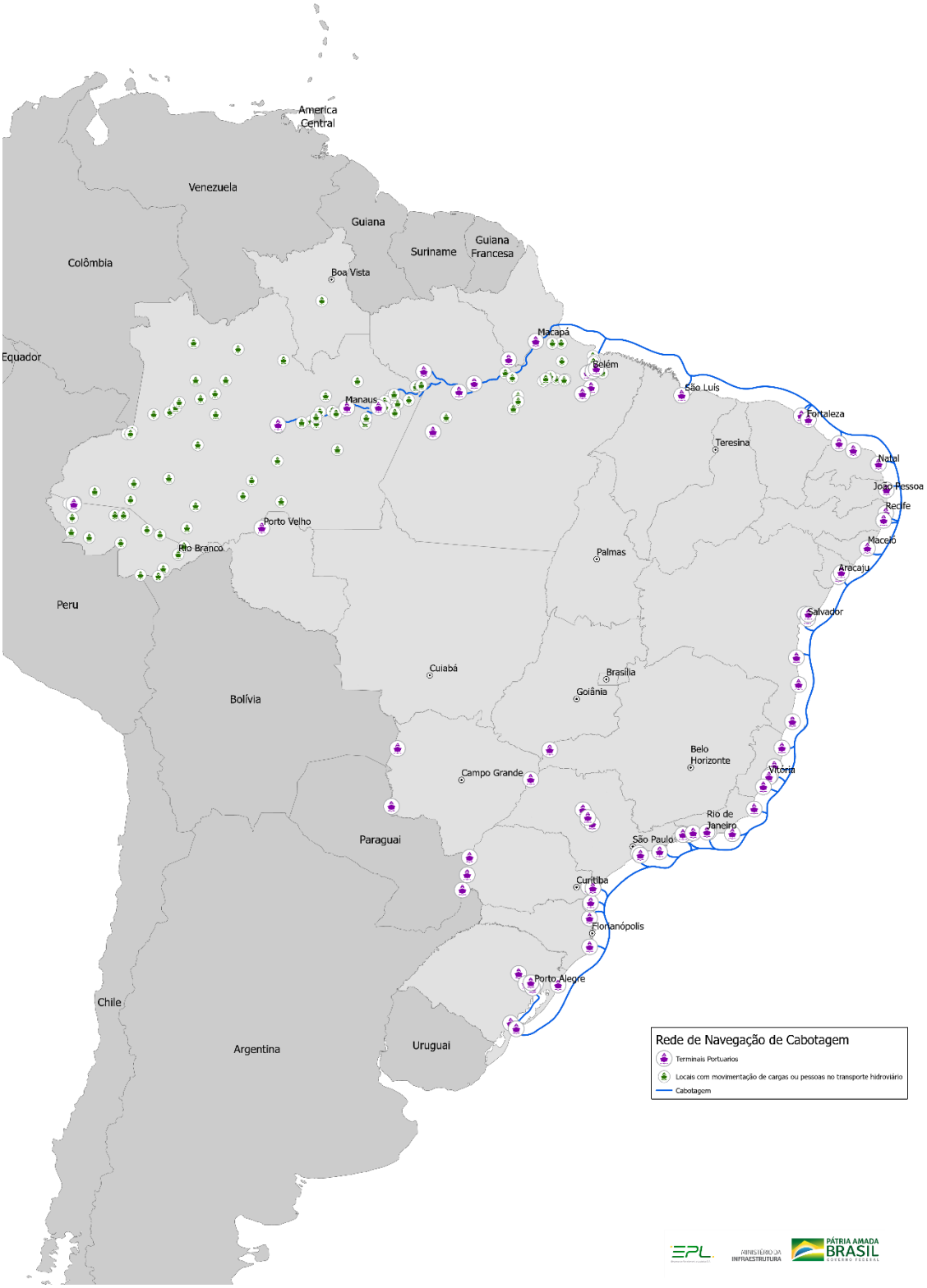


Figura 17: Rede de Navegação de Cabotagem (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

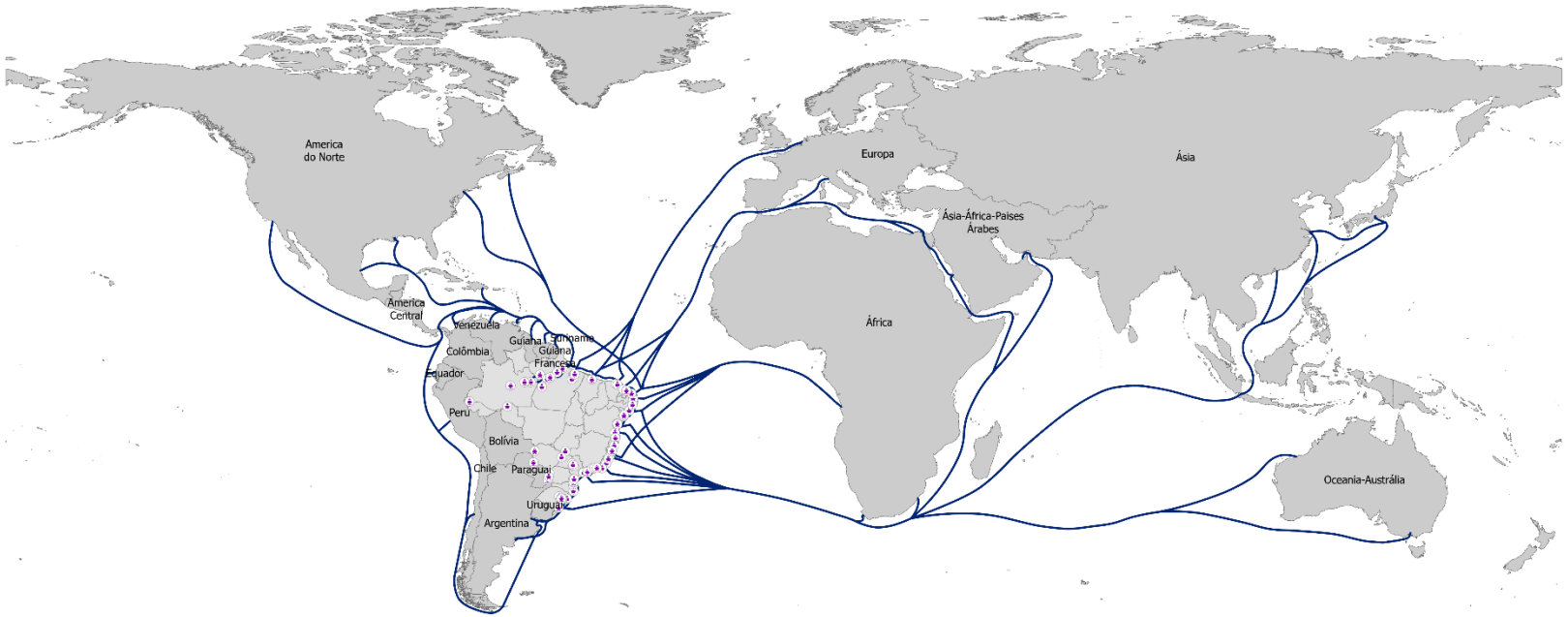


Figura 18: Rede de Navegação de Longo-Curso (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

A rede de navegação interior do Ano-Base 2017 (apresentada na Figura 19) foi estruturada a partir de informações da ANTAQ, do Plano Hidroviário Estratégico - PHE, de dados de movimentação de cargas extraídos das Notas Fiscais eletrônicas, e da movimentação de pessoas extraídos da Pesquisa de Ligações Rodoviárias e Hidroviárias do IBGE (2016). Esses dados se referem às vias economicamente navegadas e/ou com movimentação do transporte hidroviário de passageiros, que totalizam 19.867 quilômetros.

Na Figura 19, destaca-se a configuração de 4 bacias de navegação interior preponderantes. Uma bacia na Região Norte, formada pelo Rio Amazonas, e alguns de seus afluentes navegáveis (entre eles os rios Xingú, Tapajós, Madeira, Acre, Andirá, Solimões, Japurá, Juruá, Tarauacá, Envira, Negro, Uatumã, rio Branco e Trombetas), totalizando 16.817 quilômetros de vias navegáveis, sendo 1.831 quilômetros também navegados para o transporte de cabotagem e 1.394 quilômetros também navegados para o transporte de longo curso. Essa bacia de navegação interior na Região Norte abrange 10 portos-cidade e 103 locais com movimentação de cargas ou pessoas no transporte aquaviário.

Outra bacia observada é formada pelas vias navegáveis dos rios Paraná, Tietê, Paranaíba e Grande, no Estado de São Paulo e divisas dos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, totalizando 1.665 quilômetros de vias navegáveis.

No Rio Grande do Sul, especificamente nas mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre e Sudeste Rio-Grandense, observa-se outro sistema de navegação interior formado pelas vias navegáveis da Lagoa Mirim, da Lagoa dos Patos, do Rio Jacuí e do Rio Taquari, totalizando 379 quilômetros de vias navegáveis.

Na divisa do Estado de Mato Grosso do Sul com o Paraguai, observa-se o trecho navegável do Rio Paraguai com 614 quilômetros de extensão em território nacional. Após atravessar o território paraguaio e adentrar a Argentina, a navegação segue pelo Rio Paraná até o Rio da Prata na divisa entre a Argentina e o Uruguai, a extensão internacional do sistema de vias navegáveis Paraguai-Paraná é de 2.332 quilômetros.

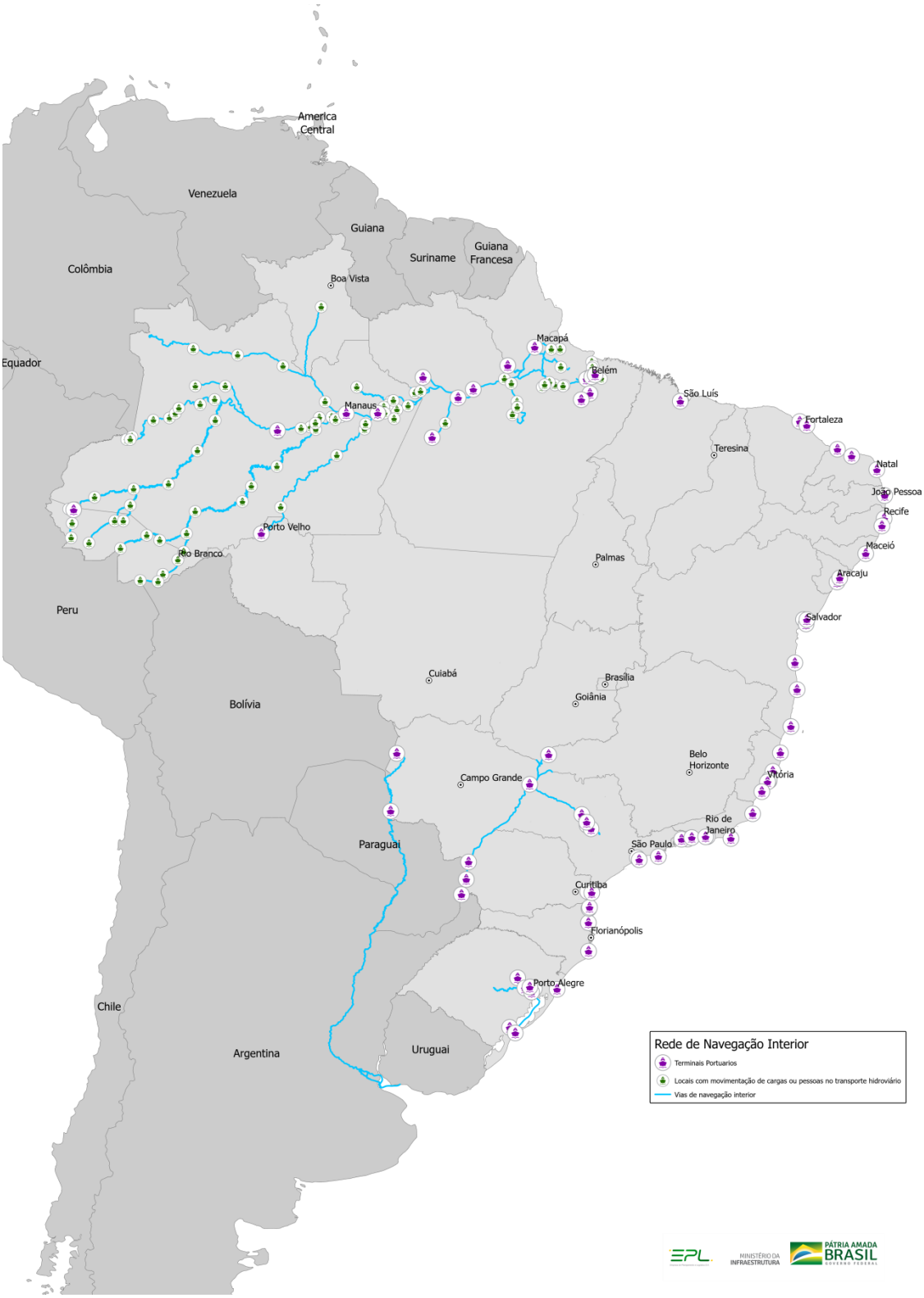


Figura 19: Rede de Navegação Interior (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

No PNL 2035, utilizou-se o conceito de porto-cidade e, assim, as zonas portuárias pertencentes a um mesmo município foram agregadas. Foram contemplados no modelo 79 portos-cidade, com instalações portuárias ativas, sejam elas públicas ou privadas. Buscou-se garantir as especificidades em cada caso analisado, considerando impedâncias específicas tanto para o porto-cidade, quanto para a classe de carga movimentada. A Figura 20 apresenta os portos-cidade considerados.

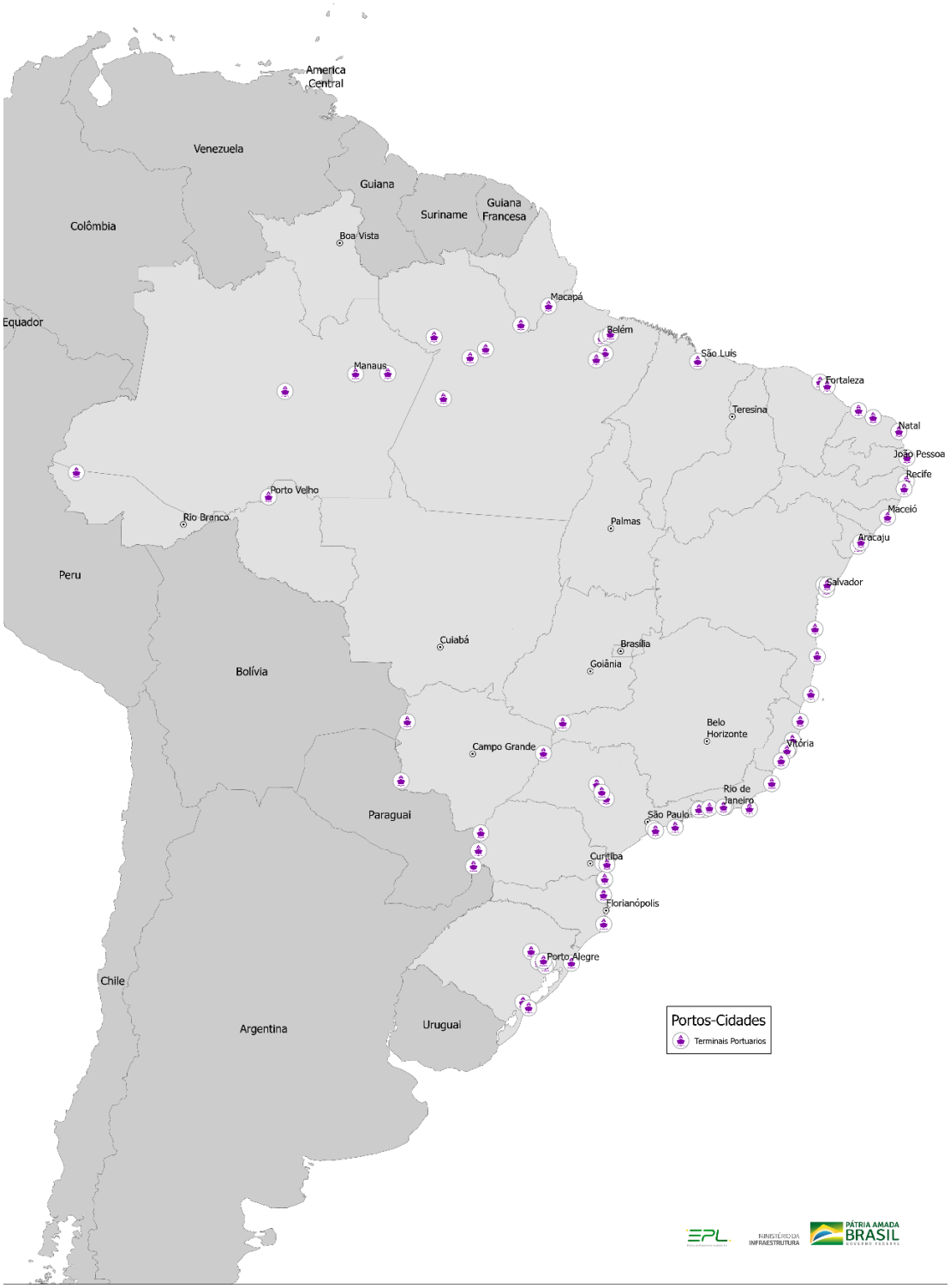


Figura 20: Portos-Cidades (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

A rede de simulação considerada no modelo funcional de simulação integrada do PNL 2035, ano-base 2017, pode ser observada na Figura 21 e seus números gerais no Quadro 4. O modelo funcional de simulação integrada do PNL compreende os modos de transporte rodoviário, ferroviário e aquaviário, para a alocação de tráfego das matrizes de cargas e das matrizes de transporte rodoviário de pessoas (por automóvel e por ônibus).

Os demais modos de transporte que completam a matriz de cargas (aeroviário e dutoviário), assim como o transporte interurbano de pessoas pelos modos aeroviário, ferroviário e aquaviário, também são contemplados nos cenários simulados no PNL 2035, assim como são contabilizados nos indicadores de avaliação de cenários. Porém, a simulação desses atributos ocorre por meio de modelos específicos em paralelo ao modelo funcional de simulação integrada. Os modelos se diferenciam em aspectos metodológicos e premissas consideradas, mas garantem a compatibilização e harmonização das bases de dados de entrada e de seus resultados. No âmbito do transporte aeroviário, por exemplo, tanto o cenário base (2017), como o prognóstico futuro são baseados no disposto do Plano Aeroviário Nacional 2018-2038, considerando a aderência metodológica daquele plano em relação ao PNL 2035 e a vigência desse instrumento de planejamento. As demandas para a rede futura, porém, foram redimensionadas conforme será tratado mais adiante.

Quadro 4: Rede de Simulação do PNL 2035 em números (ano-base 2017)

Componente da Rede	Quantidade
Rodovias	331.807 km
Ferrovias	21.286 km
Vias de navegação interior	19.651 km
Vias de cabotagem costeira	8.859 km
Vias interiores de cabotagem	2.148 km
Vias interiores de longo curso	1.394 km
Rede dutoviária	23.300 km
Aeroportos com movimentação de voos regulares	117
Portos-cidade	79
Outros locais com movimentação de cargas ou pessoas no transporte aquaviário	103
Terminais Ferroviários	195
Municípios	5.570
Zonas Internacionais	19

Fonte: EPL (2021)

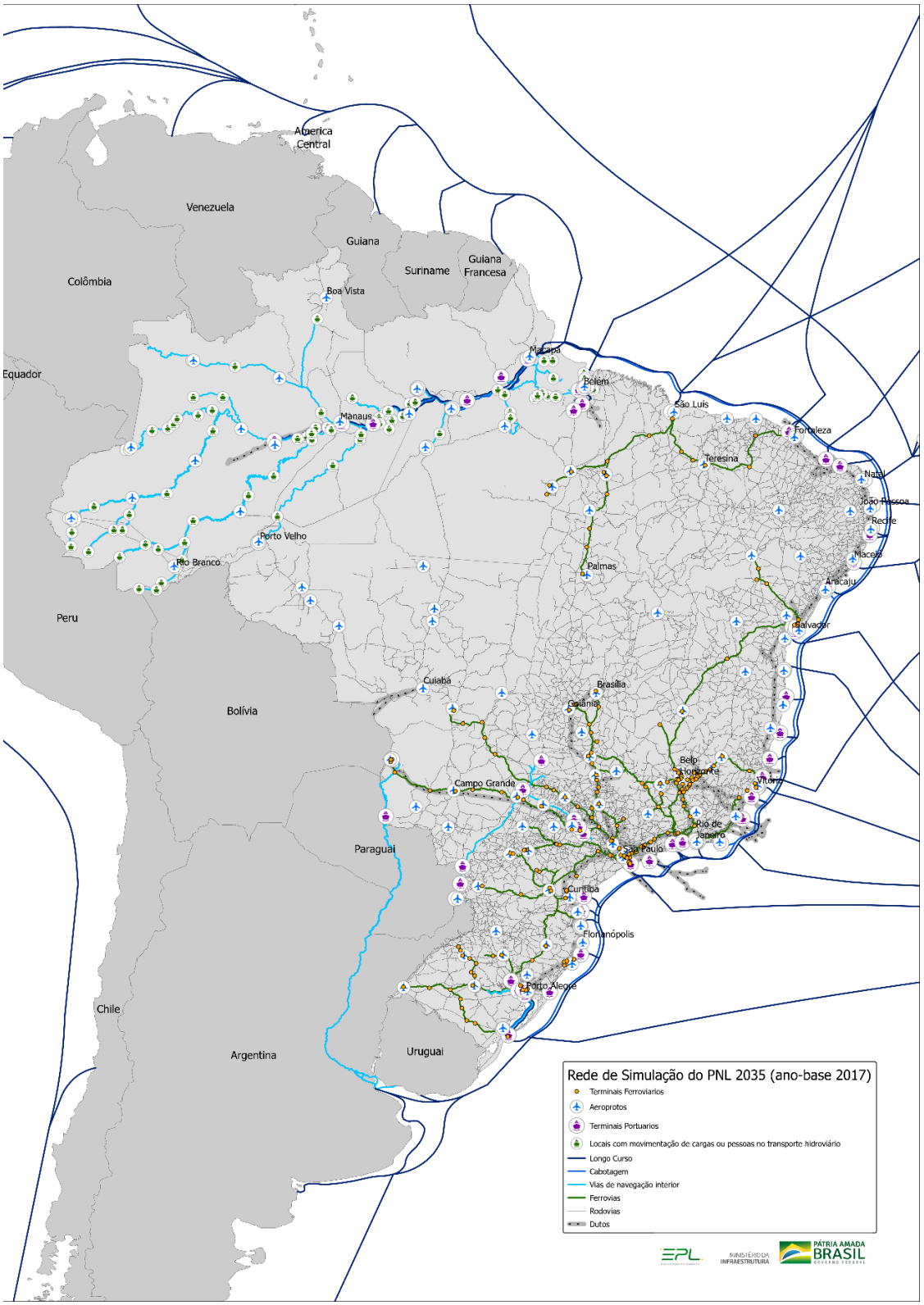


Figura 21: Rede de Simulação do PNL 2035 (ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

4.3. FLUXOS ALOCADOS

Seguindo a metodologia de desenvolvimento do PNL 2035, as matrizes origem-destino foram então alocadas na rede de simulação. Na Figura 22 são apresentados os resultados da alocação das matrizes origem-destino do transporte de pessoas na rede de simulação, considerando o Cenário Ano-Base 2017. A classe inferior do modo de transporte aeroviário está omitida no mapa para melhor visualização.

Observa-se a maior preponderância dos fluxos interurbanos rodoviários de pessoas no território nacional, com maior concentração nas ligações entre as cidades que formam redes locais com as capitais e com centros regionais e sub-regionais. Essa preponderância de fluxos interurbanos rodoviários não ocorre apenas na região da Bacia Hidrográfica do Amazonas onde predominam os fluxos em vias navegáveis. Destacam-se também os fluxos aeroviários preponderantes em relação à cidade de São Paulo e do Rio de Janeiro com capitais do Nordeste, Centro-Oeste, Belo-Horizonte e Porto Alegre.

A divisão modal para o transporte interurbano de pessoas, a partir da modelagem desenvolvida para o PNL 2035, é apresentada na Figura 23, e trata-se do retrato mais completo sobre esse tipo de fluxo já mapeado nos planos e estudos de âmbito nacional. Observa-se que o transporte rodoviário privado, por automóvel, é preponderante nas viagens interurbanas e representa aproximadamente 57% do RPK da matriz de transporte interurbano de pessoas no Brasil em 2017. Na sequência, o transporte aeroviário representa aproximadamente 24% do RPK e o transporte rodoviário por ônibus 16% da matriz de transporte interurbano de pessoas no Brasil em 2017. Os modos hidroviário e ferroviário[9] representam juntos menos de 1% do RPK da matriz de transporte interurbano de pessoas no Brasil em 2017.

9 É considerado apenas o transporte ferroviário regular de passageiros. Dessa forma, os dados não abrangem o transporte ferroviário turístico e comemorativo.

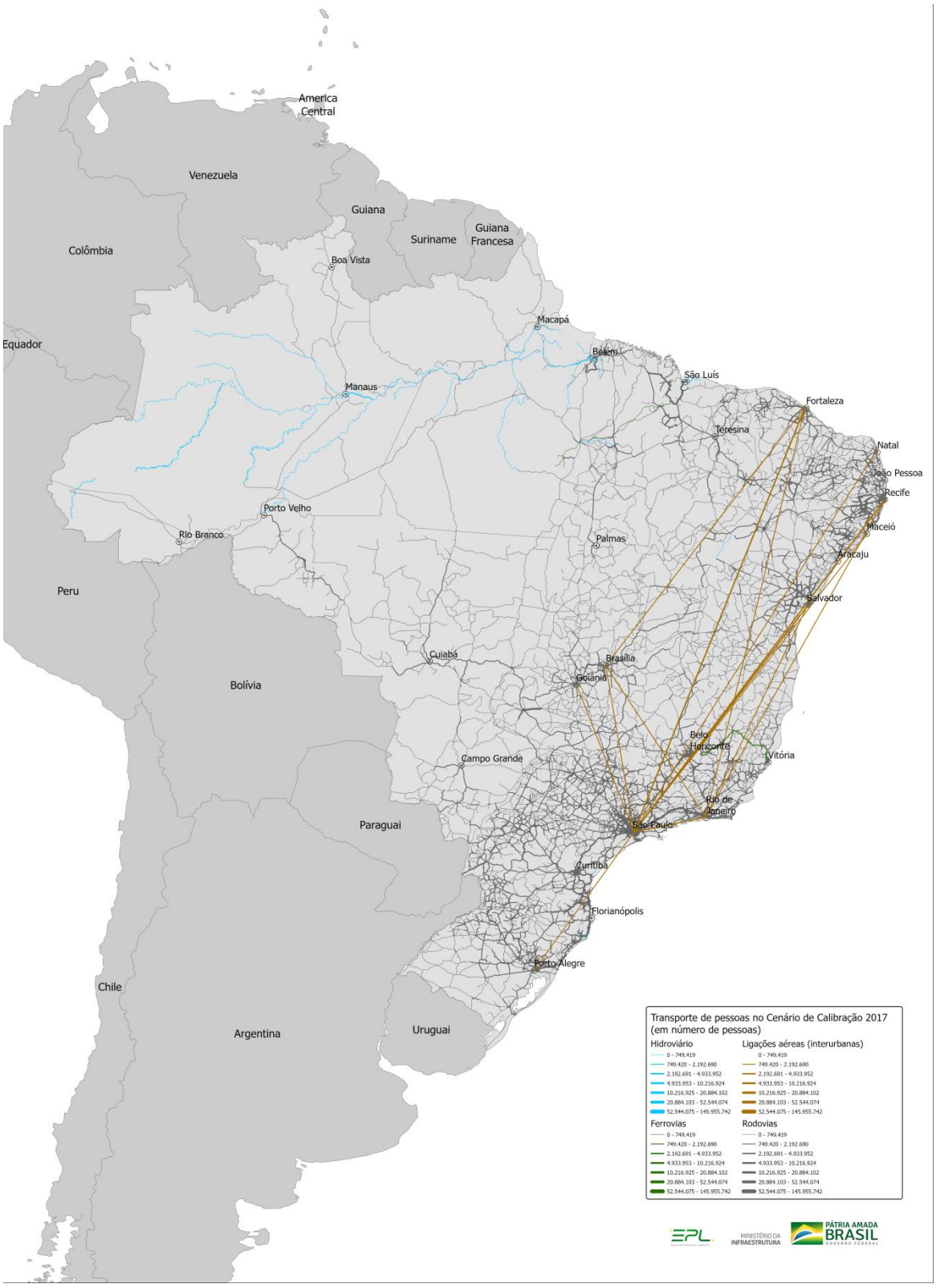


Figura 22: Fluxo Interurbano de pessoas alocado (Ano-base 2017)
Fonte: EPL (2021)

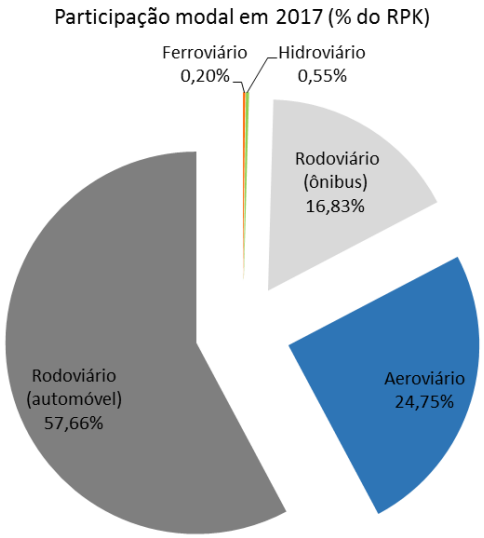


Figura 23: Matriz de transporte interurbano pessoas no Brasil em 2017 (em Pessoas.km, ou RPK.
Fonte: EPL (2021)

Apesar da baixa participação no RPK do transporte interurbano de pessoas, o modo hidroviário é fundamental para o transporte em determinadas regiões do país, como a Região Amazônica.

Em relação à distribuição modal do transporte interurbano de pessoas em 2017 por distância de viagem[10], observa-se que o transporte rodoviário individual só não é o mais representativo nas viagens com distâncias superiores a 1.000 quilômetros. Na Figura 24, observa-se a tendência de mudança do transporte rodoviário de pessoas para o transporte aeroviário nas viagens com maiores distâncias.

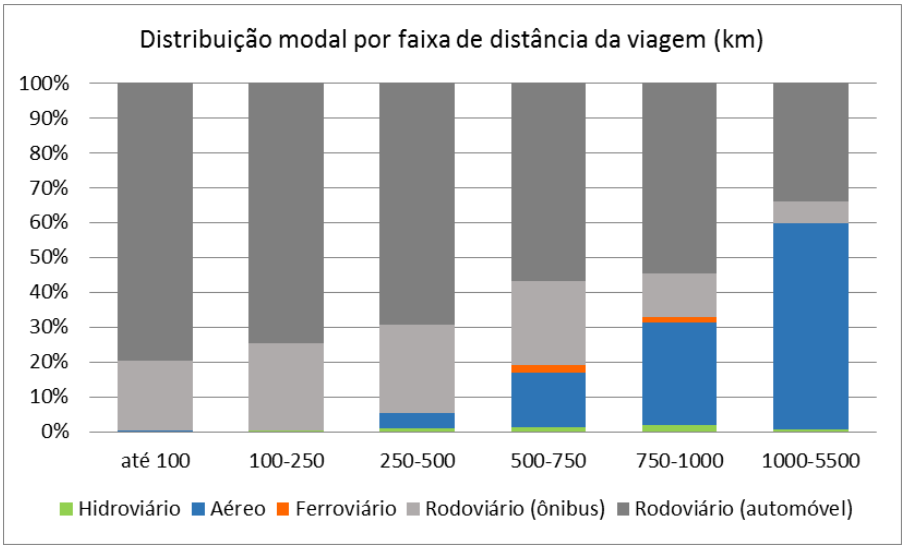


Figura 24: Distribuição modal do transporte de pessoas, em RPK, por faixa de distância em 2017 (%).
Fonte: EPL (2021)

10 Distância de viagem se refere à distância rodoviária entre a origem e o destino da viagem.

Observando a distribuição das viagens de pessoas por distância do deslocamento, a Figura 25 demonstra que a maior parte das viagens realizadas em 2017 foi entre localidades com distância de, no máximo, 250 quilômetros (85% de todas as viagens). Destaca-se que as viagens rodoviárias por automóvel se concentram nos deslocamentos com essa faixa de distância.

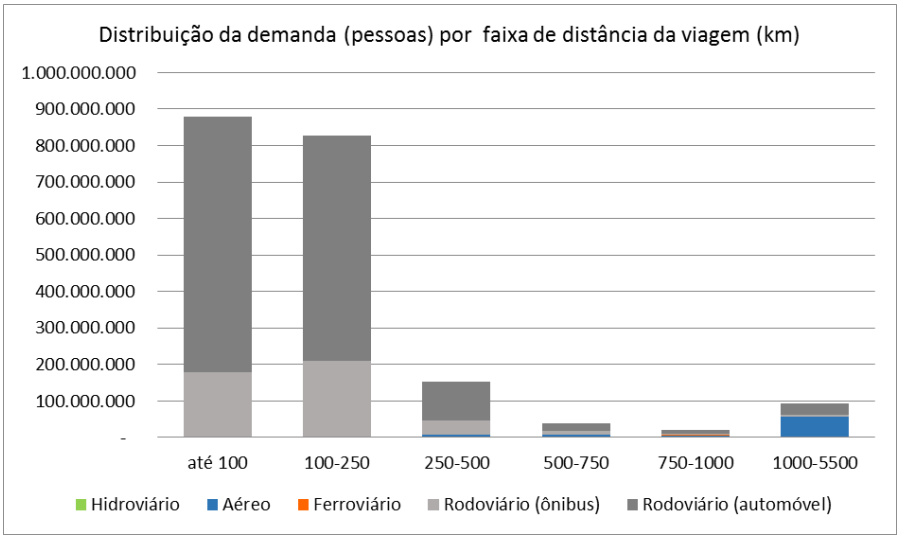


Figura 25: Distribuição das viagens de pessoas por faixa de distância de viagem considerando os modos de transporte (pessoas).
Fonte: EPL (2021)

Por outro lado, apesar das viagens com distâncias superiores a 1.000 quilômetros representarem, aproximadamente, 72% das viagens aeroviárias realizadas em 2017, apenas 5% das pessoas que viajaram em 2017 realizaram viagens nessa faixa de distância.

As viagens ferroviárias são referentes ao transporte de pessoas realizado pela Estrada de Ferro Carajás e pela Estrada de Ferro Vitória a Minas.

O Quadro 5 apresenta a distribuição da matriz modal por faixa de distância da viagem para o ano base 2017.

Já nas Figuras 26 a 34 são apresentados os resultados da alocação das matrizes origem-destino de cargas à rede de simulação, considerando o Cenário Ano-Base 2017.

Quadro 5: Distribuição da matriz modal do transporte de pessoas por faixa de distância, Ano-Base 2017.

Faixa de distância	Hidroviário	Aeroviário	Ferroviário	Rodoviário (ônibus)	Rodoviário (automóvel)	Total
até 100	26,87%	0,41%	2,76%	40,32%	46,99%	43,66%
100-250	29,78%	2,24%	0,00%	46,84%	41,46%	41,08%
250-500	20,61%	9,25%	0,00%	8,80%	7,16%	7,63%
500-750	7,67%	8,04%	72,46%	2,16%	1,51%	1,96%
750-1000	5,97%	7,62%	24,78%	0,58%	0,73%	0,99%
1000-5500	9,10%	72,44%	0,00%	1,30%	2,15%	4,67%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: EPL (2021)

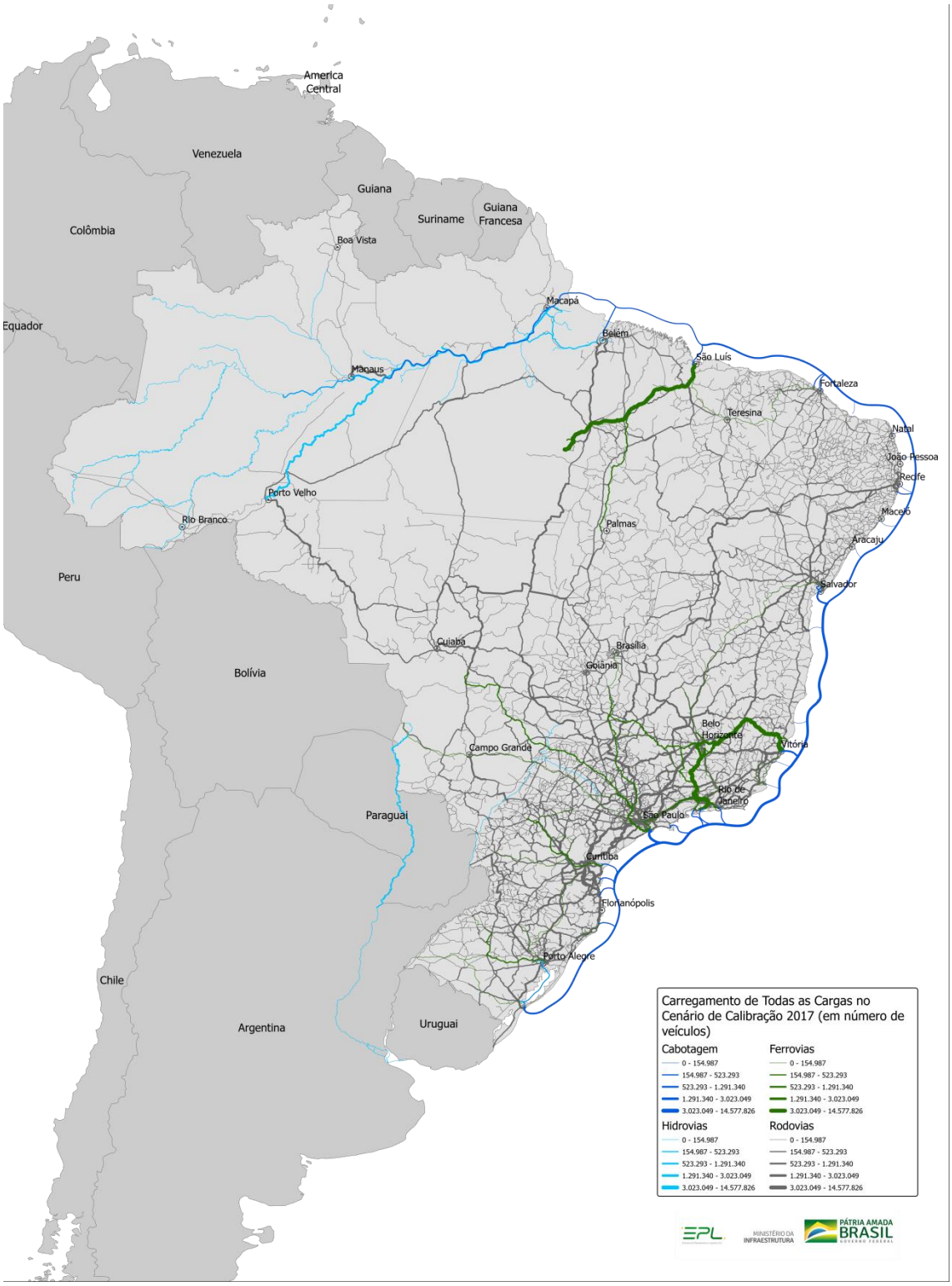


Figura 26: Fluxos Alocados 2017 - Todos os Veículos (Cargas)
Fonte: EPL (2021)

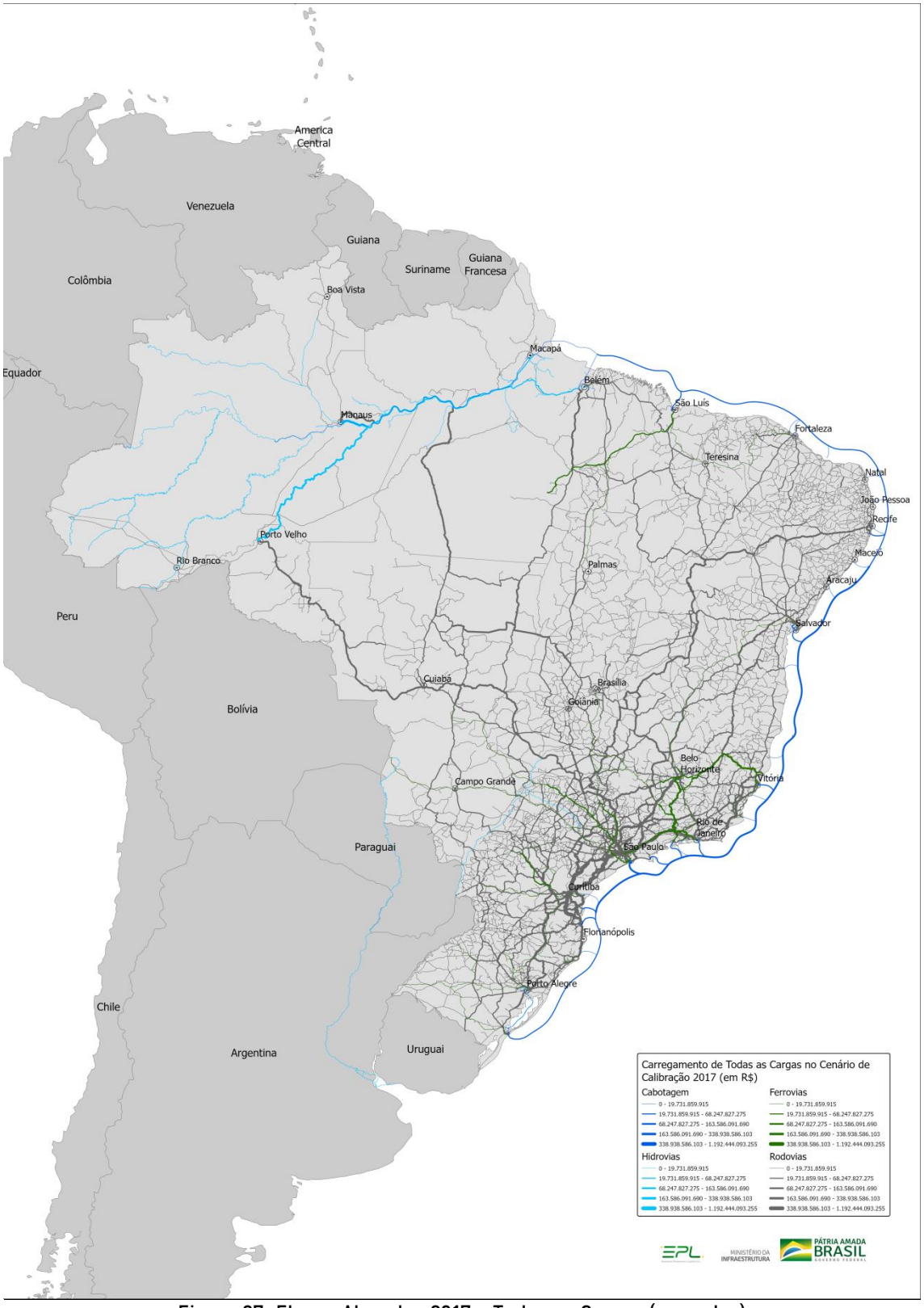


Figura 27: Fluxos Alocados 2017 - Todas as Cargas (por valor)
Fonte: EPL (2021)

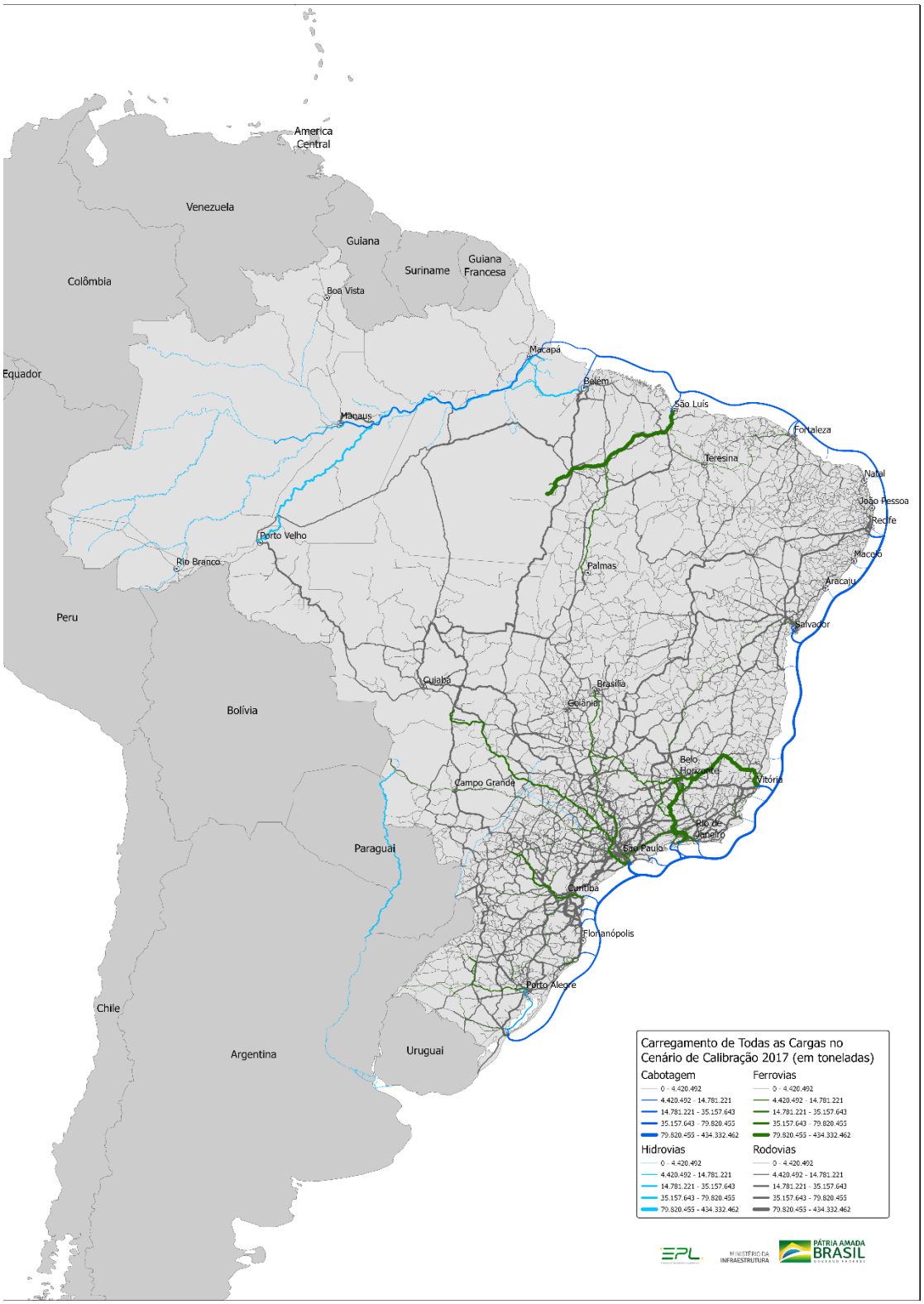


Figura 28: Fluxos Alocados 2017 - Todas as Cargas (por peso)
Fonte: EPL (2021)

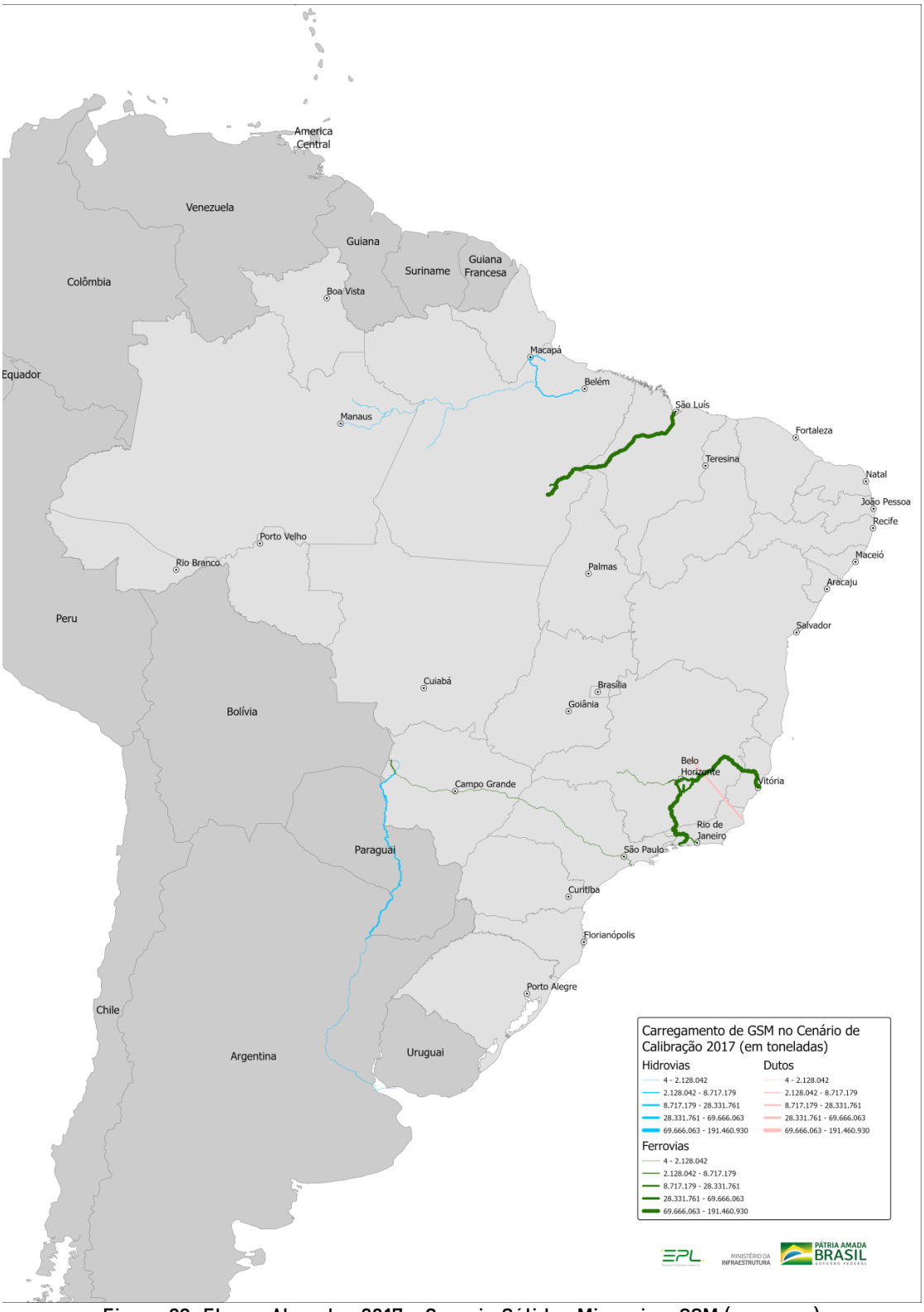


Figura 29: Fluxos Alocados 2017 - Graneis Sólidos Minerais - GSM (por peso)
Fonte: EPL (2021)

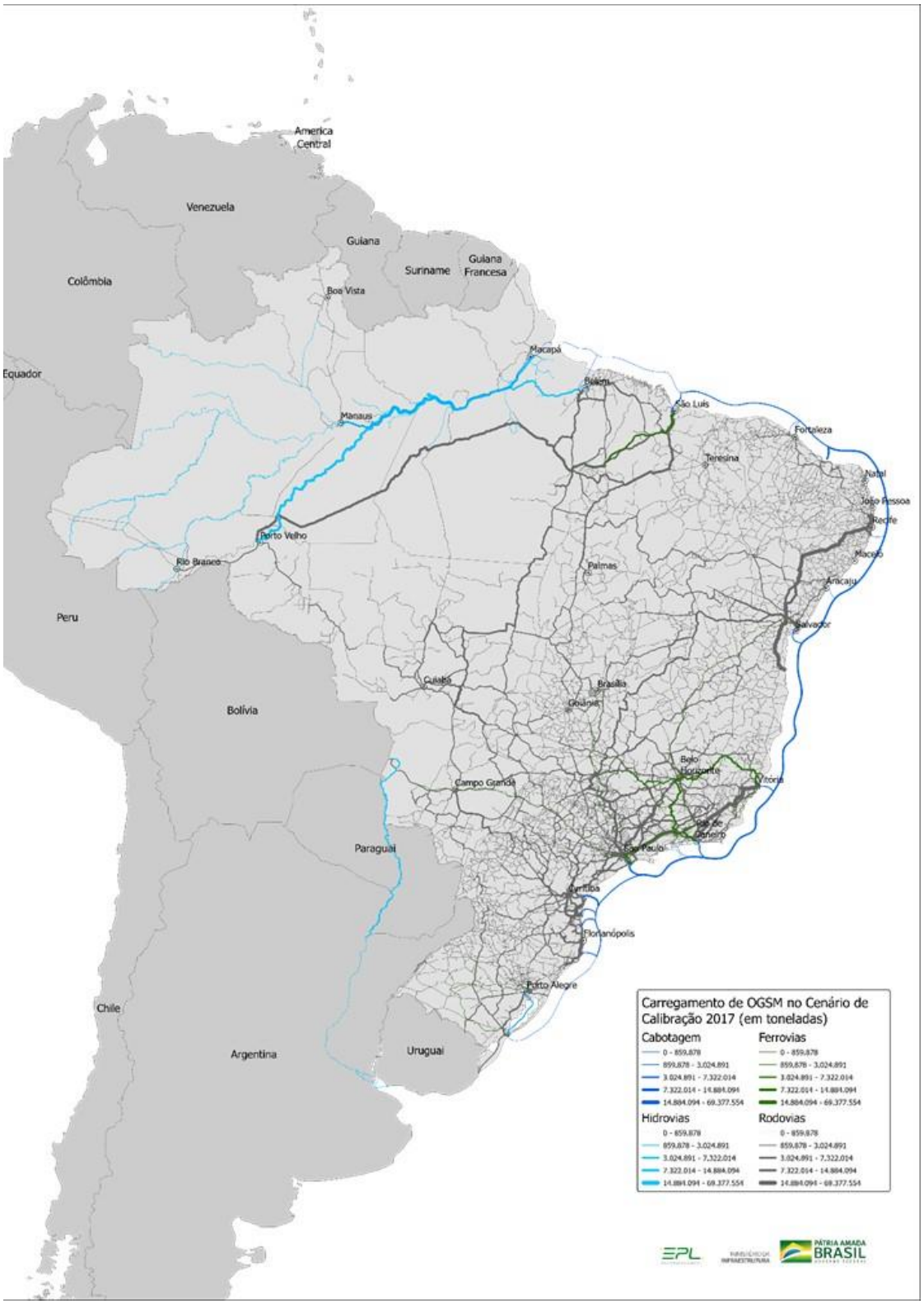


Figura 30: Fluxos Alocados 2017 - Outros Graneis Sólidos Minerais - OGSM (por peso)
Fonte: EPL (2021)

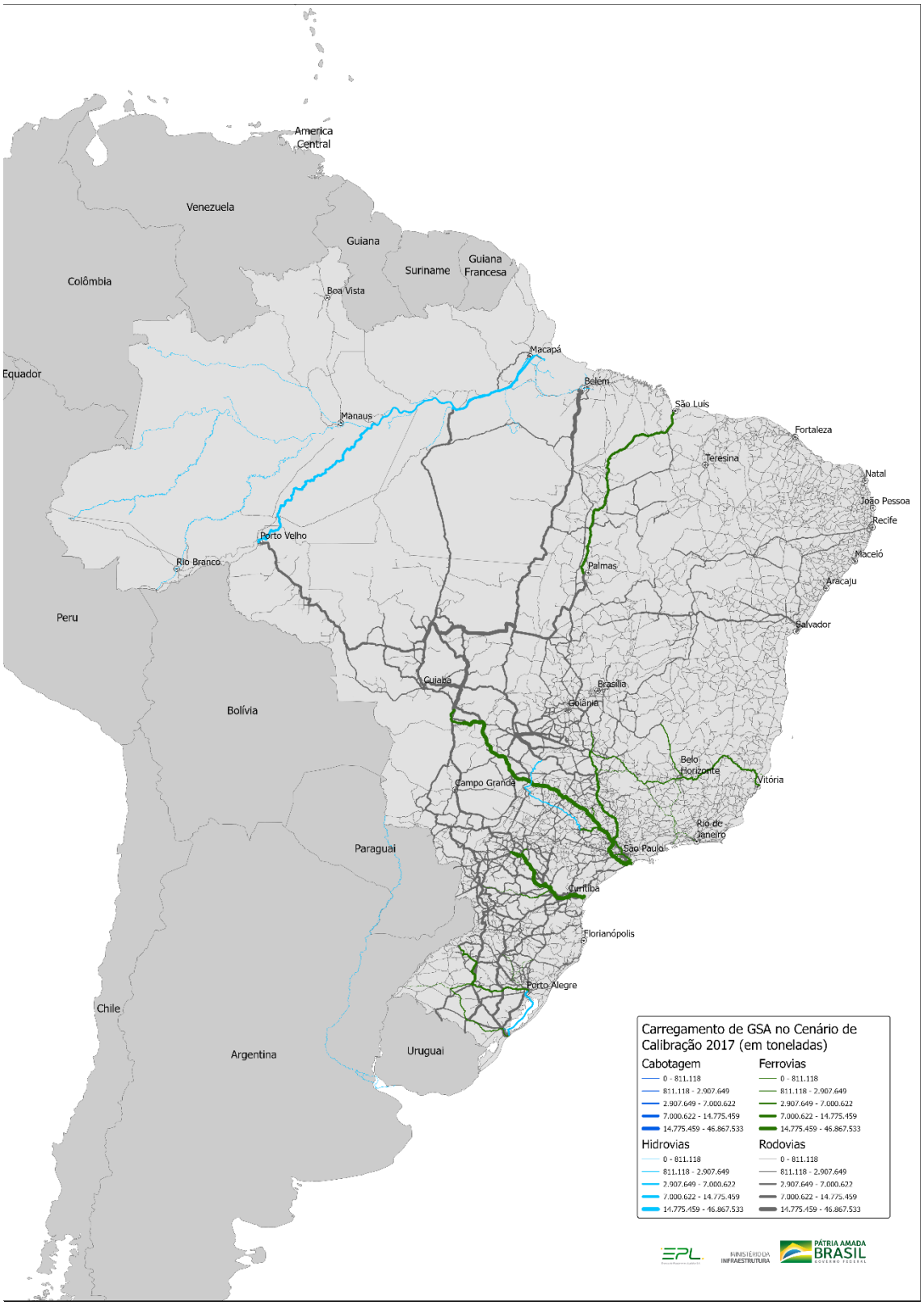


Figura 31: Fluxos Alocados 2017 - Graneis Sólidos Agrícolas GSA (por peso)
Fonte: EPL (2021)

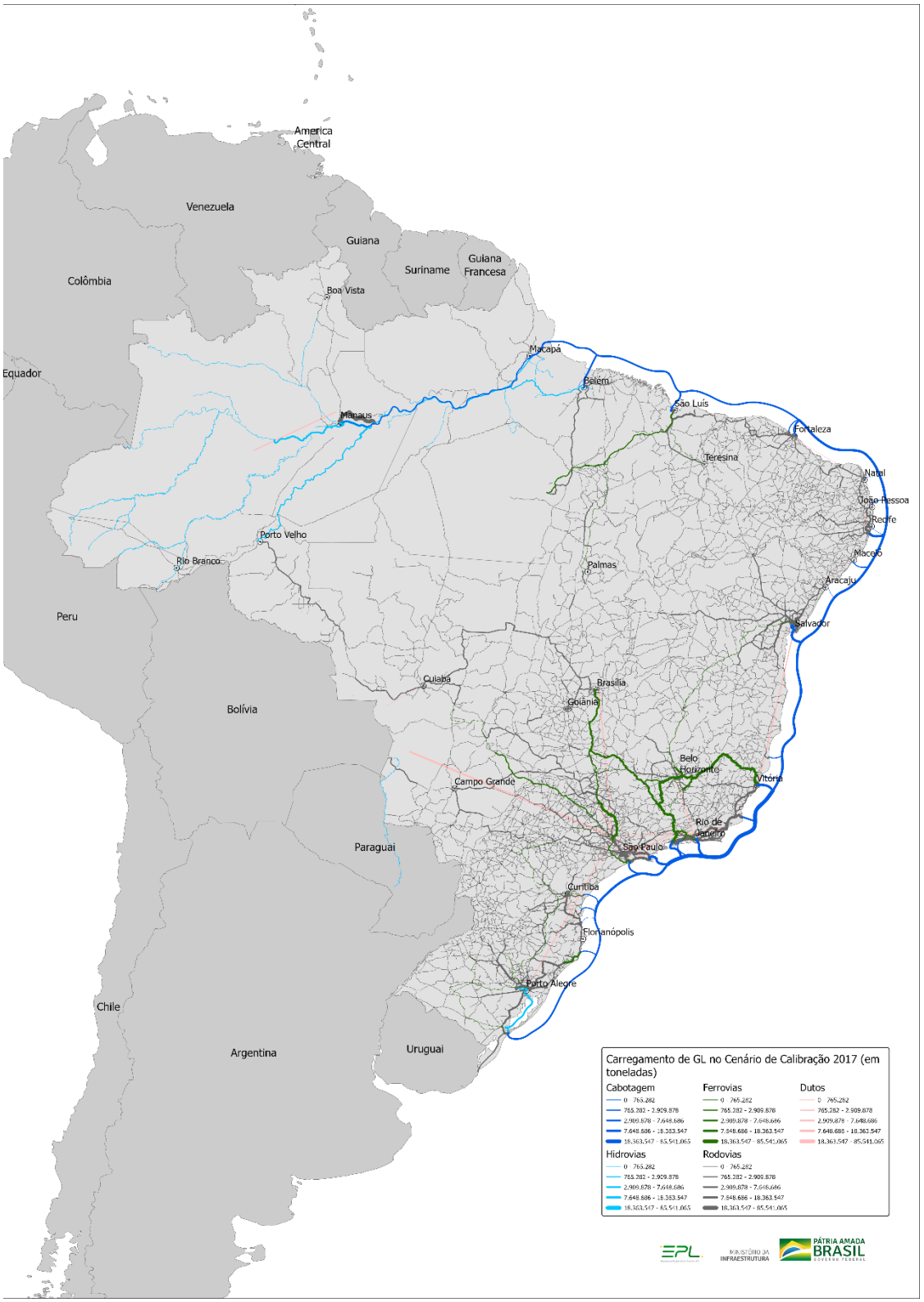


Figura 32: Fluxos Alocados 2017 - Graneis Líquidos - GL (por peso)
Fonte: EPL (2021)

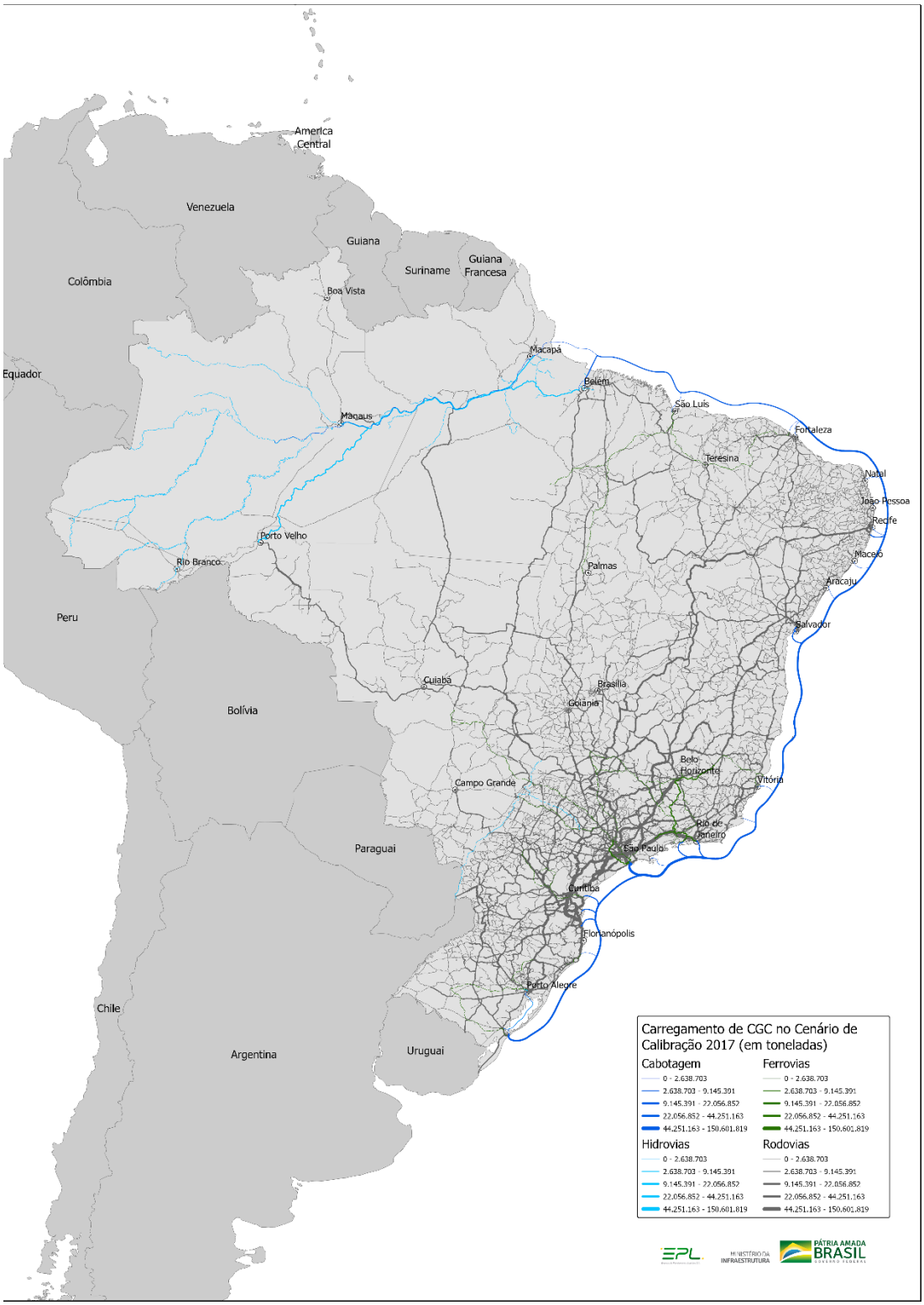


Figura 33: Fluxos Alocados 2017 - Cargas Gerais Conteinerizáveis - CGC (por peso)
Fonte: EPL (2021)

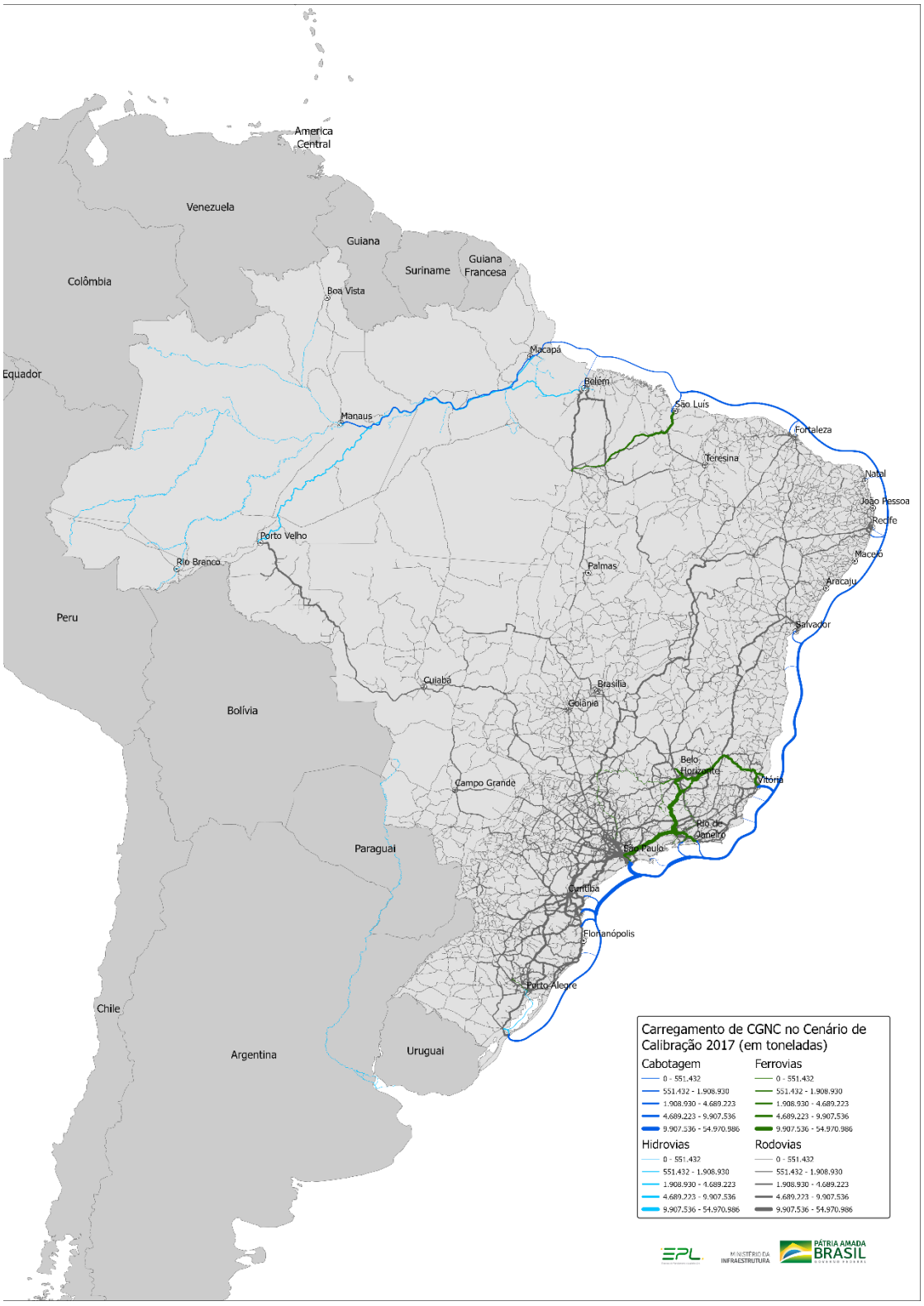


Figura 34: Fluxos Alocados 2017 - Cargas Gerais Não Conteinerizáveis - CGNC (por peso)
Fonte: EPL (2021)

A alocação da demanda na rede passou por um processo de calibração, que consiste na adequação e ajustes dos resultados da alocação do modelo funcional de simulação integrada, tomando como valores de referência dados reais de movimentação nas rodovias (provenientes do Plano Nacional de Contagem de Tráfego - PNCT) e dados referentes ao comportamento geral da distribuição de cargas nos modos de transporte de grande capacidade (dados agregados do transporte ferroviário e de movimentação nos portos).

Um dos parâmetros adotados para a verificação do modelo calibrado, que é a Dispersão Geral da Calibração, que mede a diferença numérica entre os volumes alocados pelo modelo daqueles percebidos pelos postos de calibração do PNCT, pode ser visto no gráfico da Figura 35.

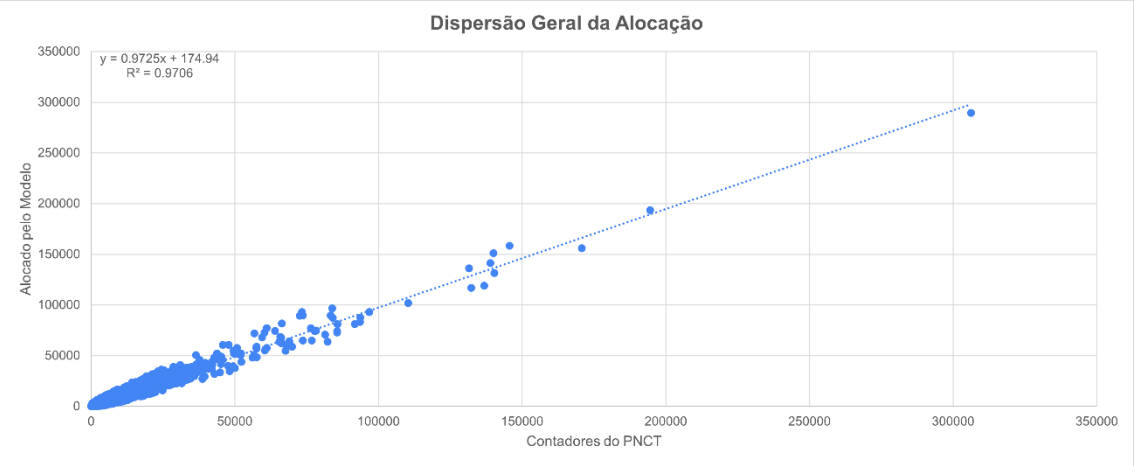


Figura 35: Dispersão Geral da Alocação
Fonte: EPL (2021)

Da análise dos fluxos alocados, pode-se verificar que o modelo utilizado conseguiu representar com bastante assertividade os fluxos nos corredores de transporte mais representativos do país.

Comparando os fluxos de cargas por valor (Figura 27) e por peso (Figura 28), observa-se que a distribuição espacial dos fluxos de cargas por peso no território nacional não se reflete nos fluxos de cargas por valor. A concentração dos valores está nas áreas no entorno, e entre, as cidades de Curitiba e São Paulo, com certa extensão para as cidades do Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Vitória, Florianópolis e Porto Alegre.

Para o transporte de GSM, pode-se verificar na Figura 29, a concentração dos fluxos mais representativos de carga, em peso, nas ferrovias de alta capacidade de escoamento de minério de ferro, a Estrada de Ferro Carajás - EFC, a Estrada de Ferro Vitória Minais - EFVM e a MRS Logística - MRS.

No transporte de OGSM (Figura 30), observa-se corredores de transporte bem destacados ligando os portos ao interior do país, representando os fluxos de fertilizantes para as zonas produtoras, utilizando tanto rodovias, quanto ferrovias. Além disso, importante destacar a movimentação ferroviária e via cabotagem de subprodutos de minério de ferro e outros minerais (como bauxita, sal) e a distribuição interna via modo rodoviário de outros minerais (como cimento) por todo o território nacional.

Com relação ao transporte de GSA, em que estão agrupados a soja em grão, farelos, milho e açúcares, observa-se na Figura 31, a representação dos corredores de transporte que

possibilitam a exportação pelos portos do Arco Norte e das Regiões Sudeste e Sul. No Arco Norte evidenciam-se as movimentações na via navegável do Rio Madeira, BR-163/MT/PA, BR-155/158/MT/PA e Ferrovia Norte Sul - FNS. Da mesma forma, para as Regiões Sudeste e Sul, observa-se o escoamento de GSA por ferrovias, como a Rumo Malha Norte, Rumo Malha Sul, Rumo Malha Paulista, FCA e EFVM, a utilização da via navegável do Tietê-Paraná e das vias navegáveis do Sul (Lagoa Mirim, Lagoa dos Patos, Rio Jacuí e Rio Taquari), bem com representativa utilização da malha rodoviária, tanto como alimentadora dos modos de alta capacidade, quanto para a distribuição direita de grãos para os portos e para o mercado interno.

A distribuição de GL, que contempla os macroprodutos Biodiesel, Etanol, Gás Natural, Óleo diesel e Petroquímicos é apresentada na Figura 32. Uma parcela representativa de GL começa a ser interiorizada pelo país pelos portos, de onde são transferidos preferencialmente para modos de alta capacidade disponíveis, situação que na Figura 32 fica evidenciada pelos fluxos alocados nas ferrovias que ligadas diretamente aos portos. Destaca-se também a movimentação de graneis líquidos via cabotagem, sendo o grupo de cargas mais representativo para este modo de transporte. Além disso, a capilaridade característica da distribuição interna de GL, conforme representado na Figura 32, é garantida pelos grandes corredores de transporte rodoviários, majoritariamente composto por rodovias federais, complementados pelas rodovias estaduais.

Embora possuam formas de acondicionamento de carga diferentes, como pode ser observado nas Figuras 33 e 34, os grupos CGC e CGNC, possuem comportamento similar à alocação de fluxos e infraestruturas utilizadas. A exceção é uma maior utilização de ferrovias (EFVM e MRS) e cabotagem para o transporte de CGNC no Sudeste do país, e uso de malha rodoviária mais abrangente para o transporte de CGC ao longo de todo o território nacional. De maneira geral, tanto para CGC quanto para CGNC, nota-se a utilização da malha rodoviária ao longo de todo o território nacional e uma maior concentração nos corredores de transporte das Regiões Sul e Sudeste do país. Cabotagem e ferrovias são utilizadas em uma escala menor para CGC em relação a CGNC. A navegação interior praticamente não é utilizada para CGC e CGNC.

Os resultados obtidos após a calibração para o ano de 2017 validam o modelo funcional de simulação integrada para ser utilizado na simulação de cenários futuros, ainda que possa resultar em certas diferenças em relação a dados reais quando da análise de algumas infraestruturas específicas. Porém, para a análise estratégica requerida no PNL 2035, os resultados mostraram-se bastante aderentes. O Quadro 6 apresenta o TKU calculado para o Cenário 2017 para todos os modos.

Quadro 6: TKU calculado no Cenário 2017 (de calibração), para todos os modos de transporte.

Modo de transporte	TKU de 2017 (Bilhões)	Div. Modal 2017
Rodoviário	1.549,84	66,21%
Ferroviário	414,12	17,69%
Cabotagem costeira	215,49	9,21%
Hidroviário	130,60	5,58%
Dutoviário	29,55	1,26%
Aeroviário	1,32	0,06%
Total Geral	**2.340,96**	100,00%

Fonte: EPL (2021)

A mencionada aderência pode ser verificada ao comparar os TKU gerados pelo modelo de simulação em relação aos dados oficiais publicados pelas respectivas agências reguladoras nos endereços eletrônicos oficiais.

Essa comparação comportamental pode ser realizada utilizando como base os valores de TKU alocados em cada modo no Cenário Base 2017, de calibração. Para o modo ferroviário apresenta-se alocado no modelo um volume de 414,13 bilhões de TKU. Conforme publicado pelo ONTL11, com dados do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário - SAFF/ANTT, o ano de 2017 registrou um total de 375,2 bilhões de TKU, gerando uma diferença de TKU da ordem de 9,40%. Ao investigar a origem de uma diferença dessa ordem, foi observada uma diferenciação na forma com que esses valores são calculados, sendo que o número calculado no decurso do processo de calibração leva em consideração sobreposições de malha, fazendo com que a ferrovia Rumo Malha Paulista, por exemplo, experimente um TKU acima do observado pelo sistema SAFF/ANTT, por contar com os volumes transitados oriundos de outras malhas (fluxos de passagem). Ao remover a sobreposição, para efeitos de comparação, obtém-se um TKU na casa dos 393,16 bilhões de TKU, gerando uma diferença real de 4,79% entre os TKU.

Em comparação com as informações publicadas pela ANTAQ12 (que consolida os dados da navegação interior: cabotagem, hidroviária e longo curso), observa-se que o Cenário Base 2017 apresenta valores superiores aos identificados por aquela agência (130,61 bilhões de TKU calculados no PNL 2035, contra 66 bilhões de TKU calculados na publicação da ANTAQ para o ano de 2017). Essas diferenças são resultantes da maior abrangência de locais de movimentação de cargas na navegação considerados no PNL 2035: conforme apresentado na seção 4.3, apenas no sistema de navegação interior da Região Amazônica foram considerados 10 portos-cidade e 103 locais com embarque e desembarque de cargas, que compreendem além dos terminais de pequeno porte (IP4) geridos pelo Governo federal, outros terminais geridos pelos Governos Estaduais e municípios próximos às margens dos rios que possuem movimentação de mercadorias, não necessariamente em infraestruturas classificadas como terminais.

Considerando os percentuais da diferença dos TKU encontrados pelo modelo de simulação, então em processo de calibração, com os valores publicados pelas fontes oficiais, ressalvadas as considerações metodológicas citadas supra, associado com a aderência observada nos postos de calibração do modelo, permitem dizer que a assertividade experimentada está adequada ao propósito do presente Plano.

Ressalta-se que essa comparação não deve ser realizada diretamente em termos de TKU, uma vez que a matriz utilizada para o PNL 2035 é única em sua amplitude e granulometria, sendo mais adequada a comparação percentual e de ordem de grandeza em relação à matriz. Quando esses volumes de TKU são convertidos para uma matriz de transportes percentual,

11 Disponível em **https://ontl.epl.gov.br/paineis-analiticos/painel-de-indicadores-de-transporte-e-logistica/movimentacao-e-trafego/ferroviario/**

12 O documento da ANTAQ pode ser consultado no endereço **http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/TKU-versao-final.pdf** (p.33).

a diferença percentual entre as matrizes de transportes analisadas é mínima, como quando comparada com estimativas de divisão modal realizadas no PNL 2025.

Uma comparação direta entre os dados apresentados no PNL 2025 com os do presente exemplar não é adequada. O PNL 2025, por exemplo, utilizou-se de uma matriz inter-regional, segregada por microrregiões, enquanto o PNL 2035, utiliza dados por município. Ademais, os modelos de simulação e alocação de viagens possuem *inputs* e preceitos metodológicos significativamente diferentes. Por esses motivos, foram estimados novos valores da divisão modal para o ano de 2015, adotando-se as bases do atual PNL e deflacionando para o ano citado. Significa dizer, que caso o PNL 2025 fosse elaborado sob a mesma metodologia e bases de dados, a divisão modal para o ano de 2015 resultaria em valores próximos aos apresentados no Quadro 07.

Quadro 7: Resultados publicados pelo PNL 2025 e resultados encontrados pelo PNL 2035 carregado com matrizes do ano de 2015.

Modo	Valores calculados para 2015 no PNL 2025		Valores recalculados para 2015 com metodologia do PNL 2035		Diferenças na repartição modal
	TKU de 2015 (Bilhões)	Div. Modal 2015	TKU de 2015 (Bilhões)	Div. Modal 2015	
Cabotagem costeira	249,90	10,47%	259,51	10,11%	-0,36%
Ferroviário	356,80	14,95%	387,28	15,09%	0,14%
Hidroviário	125,30	5,25%	130,57	5,09%	-0,16%
Rodoviário	1.548,00	64,86%	1.759,02	68,52%	3,66%
Aeroviário	0,60	0,03%	1,33	0,05%	0,02%
Dutoviário	106,10	4,45%	29,34	1,14%	-3,31%
Total Geral	**2.386,70**		**2.567,04**		

Fonte: EPL (2021)

Essa demonstração deixa evidente que embora haja uma diferença de TKU entre fontes oficiais e o alocado pelo modelo, diferença essa fundamentada pela forma rica e inovadora que as matrizes de origem e destino foram conformadas, e pela maior amplitude de representação da rede de transportes no atual Plano, os percentuais que formam a matriz de transportes do país são bastante similares, dando margem para que o modelo tenha sido considerado calibrado e ajustado à realidade, seja na sua forma matemática ou comportamental.

Em relação ao VKU de cargas para o Ano-Base 2017, observa-se uma distribuição entre os modos diferente frente a distribuição por peso. O Quadro 8 apresenta o VKU calculado para o Cenário 2017 para todos os modos, e evidencia que, na ótica de valor da carga transportada, o sistema de transporte ainda é mais concentrado no modo rodoviário. Contudo, evidencia-se boa participação do transporte aquaviário na matriz nacional de valor.

Quadro 8: VKU calculado no Cenário 2017 (de calibração), para todos os modos de transporte.

Modo de transporte	VKU de 2017 (Trilhões)	Div. Modal 2017
Rodoviário	6.914	83,25%
Cabotagem costeira	478	5,75%
Hidroviário	459	5,53%
Ferroviário	352	4,24%
Dutoviário	57	0,68%
Aeroviário	46	0,55%
Total Geral	**8.306**	100%

Fonte: EPL (2021)

Os resultados específicos da matriz de transportes de cargas para o ano de 2017, com a divisão modal por grupo de carga, são apresentados nas Figuras 36 e 37.

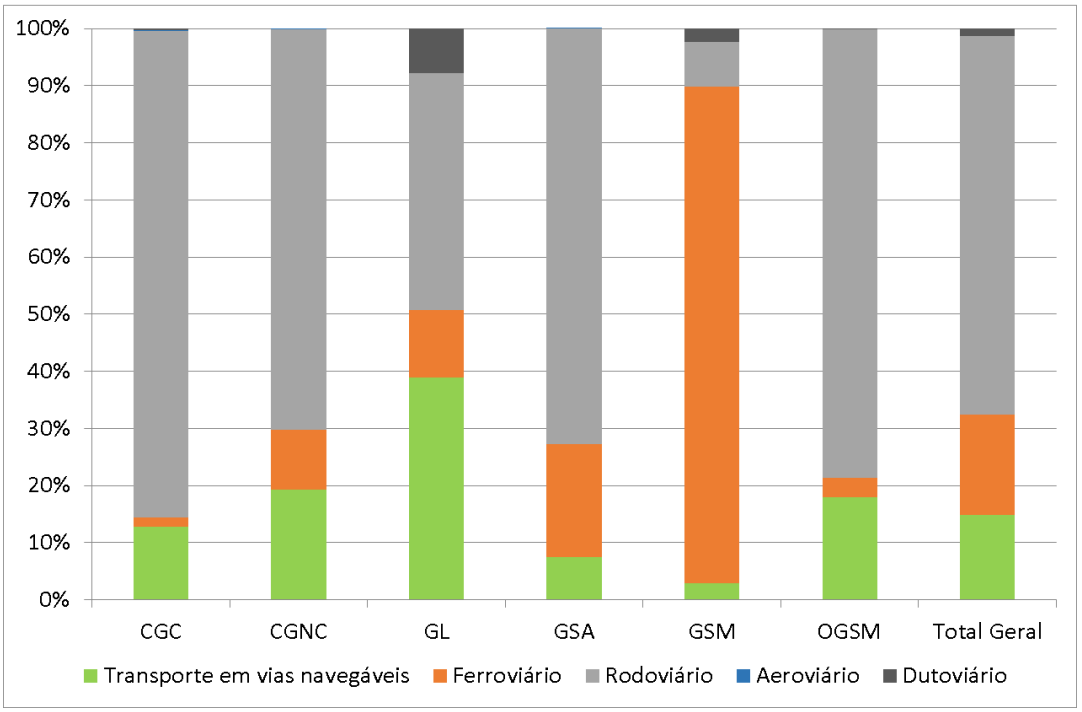


Figura 36: Divisão modal por grupo de carga no Brasil em 2017 (TKU em %)
Fonte: EPL (2021)

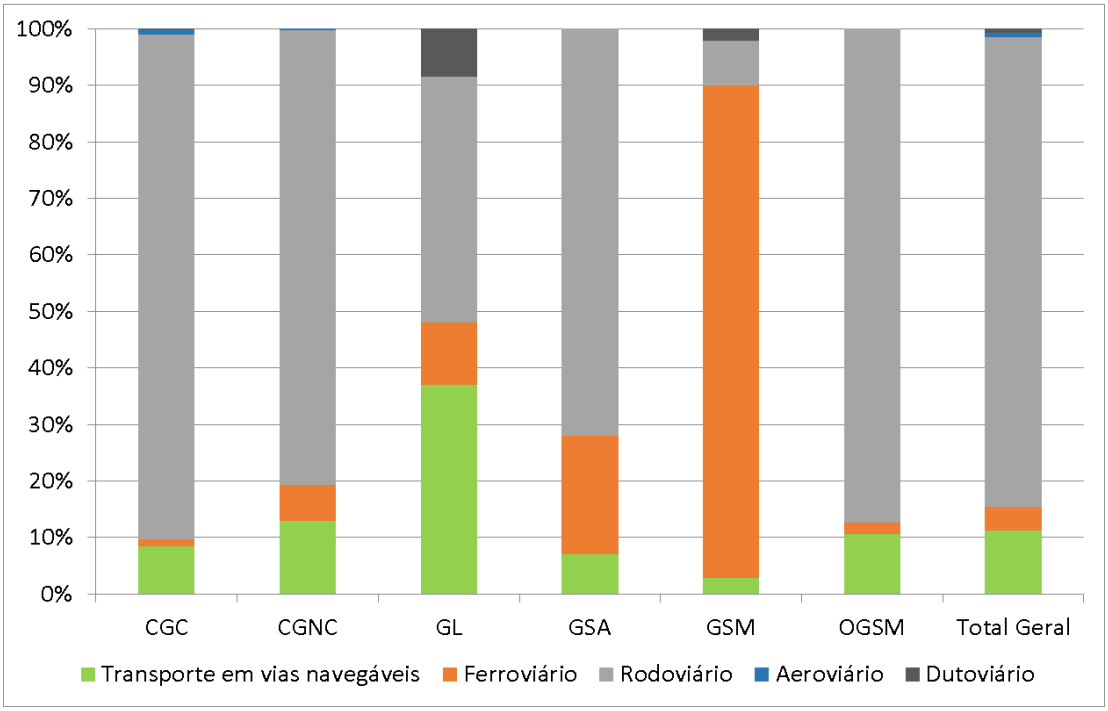


Figura 37: Divisão modal por grupo de carga no Brasil em 2017 (VKU em %)
Fonte: EPL (2021)

Observa-se a preponderância do transporte rodoviário em praticamente todos os grupos de cargas, exceto para o grupo de GSM e com importância menor para GL. Para GSM a preponderância é do transporte ferroviário, e para GL observa-se a participação mais proeminente do transporte em vias navegáveis (interior e cabotagem costeira). Essa preponderância do transporte rodoviário é ainda maior quando observada a divisão modal por valor em relação à divisão modal por peso, exceto para os grupos de GSA e GSM cujos perfis da divisão modal em peso e em valor são semelhantes.

4.4. CAMADA ESTRATÉGICA DE ANÁLISE

Um aspecto importante presente na estrutura metodológica do PNL 2035 é a concepção da *Camada Estratégica de Análise (CEA)*, construída com o intuito de caracterizar a visão estratégica, sistêmica e intermodal do Plano, evidenciando o conjunto de infraestruturas que possuem maior capacidade de impactar nos indicadores estratégicos nacionais.

Para chegar à CEA, adotou-se o conceito de relevância da infraestrutura perante a densidade dos fluxos de cargas, tanto em peso, como em valor, e da quantidade de pessoas que transitam por elas.

Os estudos relacionados aos *corredores logísticos estratégicos* desenvolvidos pelo Ministério da Infraestrutura também foram utilizados como dados de entrada para a definição do CEA. Essa rede é composta pelos seguintes links:

a. Malha rodoviária estratégica;

b. Malha ferroviária;

c. Malha aquaviária:

i. Principais vias de navegação interior;

ii. Rotas marítimas de cabotagem.

E pelos seguintes nós:

a. Portos;

b. Terminais de transbordo aquaviários;

c. Terminais de transbordo ferroviários;

d. Aeroportos estratégicos;

e. Pontos de fronteira com outros países;

f. Pontos críticos com relação a acidentes rodoviários registrados pela Polícia Rodoviária Federal.

A Camada Estratégica de Análise é fundamental para o PNL 2035, uma vez que a simulação da rede de transportes buscou um grau de detalhamento amplo, a fim de garantir maior aproximação do modelo representado com a realidade - tanto em termos da rede simulada (rodovias, vias locais, ferrovias, vias navegáveis etc.), como em termos de agregação territorial (intermunicipal). Porém, ao simular uma rede dessa grandeza e granulometria, corre-se o risco de os resultados agregados dos cenários serem impactados por aspectos locais e regionais que interfiram nos macrofluxos de transporte de produtos e pessoas que são objeto de análise estratégica do PNL. Devido a esse fato, fez-se necessário filtrar uma camada que represente o recorte estratégico de análise, de modo que o cálculo dos indicadores para esses cenários limite-se a esse recorte.

O projeto de corredores logísticos estratégicos desenvolvidos pelo Ministério da Infraestrutura converge para a necessidade de identificação de um recorte estratégico de análise. No entanto, a base de dados do PNL atual possui dados que permitem agregar e complementar a análise desses corredores, visto que foi possível o desenvolvimento de uma matriz origem-destino de cargas que mapeia fluxos de transportes até então invisíveis ao planejamento nacional, tanto em valor, como em peso. Ainda, a matriz origem-destino de transporte interurbano de pessoas, desenvolvida a partir de dados da telefonia móvel, também permite a identificação de novos fluxos e a ampliação da visão sobre o transporte de pessoas no Brasil, complementando estudos anteriores.

Para a definição da CEA, desenvolveu-se a metodologia apresentada na Figura 38, que partiu das informações advindas das matrizes origem-destino, bases informacionais do PNL e seu comportamento de alocação no cenário calibrado dos pares mais relevantes da matriz origem e destino por peso e por valor, além da matriz de pessoas, sendo seu resultado complementado pelas bases de informações georreferenciadas levantadas no projeto de corredores logísticos estratégicos do Ministério da Infraestrutura, de modo que o resultado fosse totalmente aderente com as necessidades de análise de cenários do PNL.

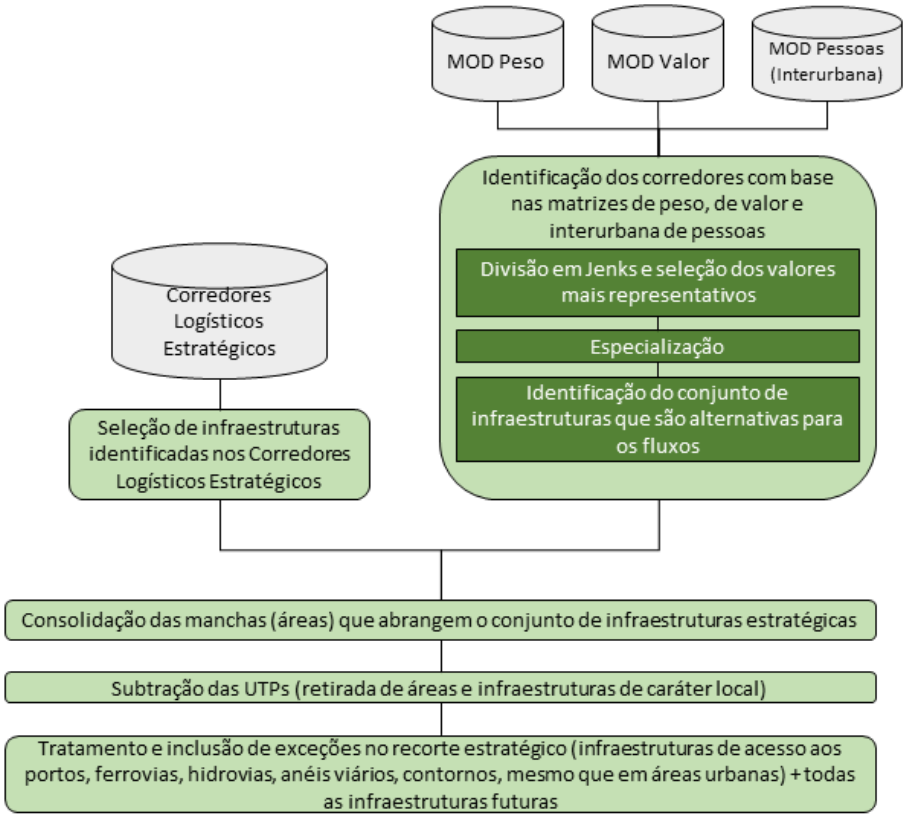


Figura 38: Metodologia de Identificação da Camada Estratégica de Análise PNL 2035
Fonte: EPL (2021)

A CEA final foi consolidada com a inclusão de novas infraestruturas e a exclusão de infraestruturas localizadas em áreas urbanas. Os resultados da CEA[13] estão indicados no Quadro 9 e na Figura 39.

Quadro 9: Camada Estratégica de Análise do PNL 2035 em números

Componentes da CEA 2017	Quantidade
Rodovias	157.580 km
Ferrovias	21.286 km
Vias de navegação interior	18.641 km
Vias de cabotagem costeira	8.859 km
Dutovias	23.300 km
Aeroportos (com voos regulares)	117
Portos-cidade	79
Terminais ferroviários	195

Fonte: EPL (2021)

13 Mapas em alta resolução referentes à Camada Estratégica de Análise para os anos 2017 e 2035 estão disponíveis nos caminhos indicados no Apêndice V desse relatório.

Como resultado, a CEA reúne 48% das rodovias da rede de transporte nacional, 100% das ferrovias, vias navegáveis com movimentação de cargas ou passageiros, portos, aeroportos com voos regulares e dutos. Esse recorte é responsável por mais de 90% de toda produção de transporte nacional, ou seja, mais 90% do TKU (Toneladas Quilômetro Úteis), mais de 90% do VKU (Valor Quilômetro Útil) e mais de 90% da quantidade de pessoas em deslocamentos interurbanos.

A observação da CEA (Figura 39) reforça a importância da navegação interior e do transporte aeroviário na região do Bioma da Amazônia. Tanto a região do bioma da Amazônia quanto a região do bioma do Pantanal apresentam densidade e granulometria de rede de transporte na CEA menores que nas demais regiões e biomas brasileiros. Outras regiões com densidade e granulometria de rede de transporte menores, porém maiores que nas regiões da Amazônia e do Pantanal, são parte dos estados de Tocantins, Goiás, Minas Gerais e o interior do Nordeste brasileiro. Por fim, destaca-se que, para cada cenário simulado, é alterada a CEA, visto que intervenções ou novos empreendimentos podem reconfigurar os principais caminhos de trânsito das cargas e pessoas no território nacional.

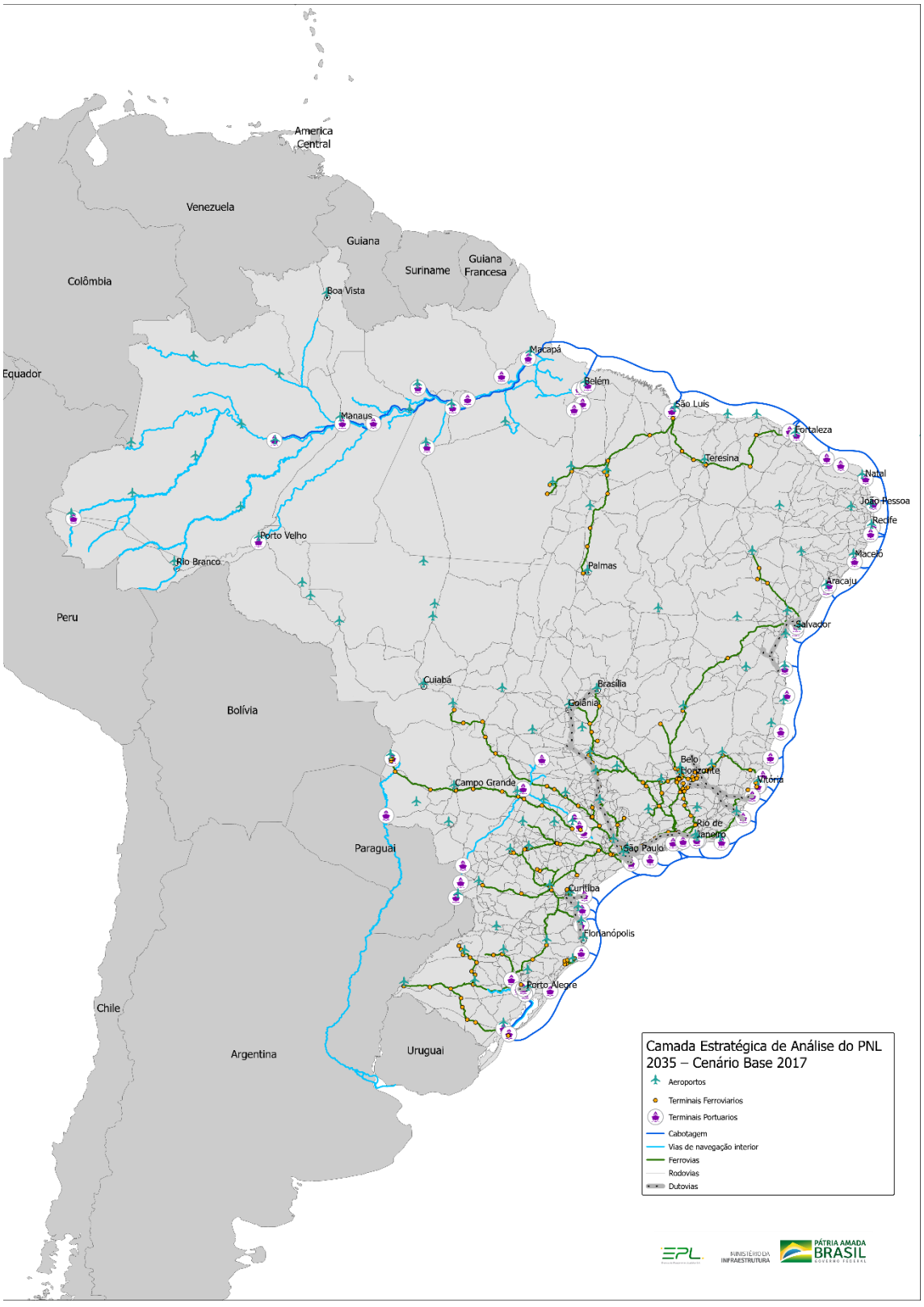


Figura 39: Camada Estratégica de Análise do PNL 2035 - Cenário Base 2017
Fonte: EPL (2021)

4.5. SISTEMA DE INDICADORES

O sistema de indicadores para avaliação de cenários do PNL 2035 foi concebido partindo da visão de que o Plano deve realizar um diagnóstico da rede de transportes frente à demanda atual e ao prognóstico estratégico em cenários projetados, indicando necessidades e oportunidades para alcance dos objetivos da Política Nacional de Transportes - PNT, resultando em diretrizes para posterior detalhamento e aprofundamento nos Planos Setoriais.

O sistema de indicadores possui a função de mensurar os objetivos do PNL de forma a permitir a avaliação e a comparação entre cenários. Por isso, é caracterizado como um sistema de indicadores finalísticos, conforme apresentado e detalhado no Apêndice I.

Os *objetivos* do PNL que dizem respeito ao desenvolvimento da rede de transportes, conforme comentado na seção 2 deste Relatório Executivo, são:

1. Prover um sistema acessível, eficiente e confiável para a mobilidade de pessoas e bens;

2. Garantir a segurança operacional em todos os modos de transportes;

3. Prover uma matriz viária racional e eficiente;

   (...)

9. Promover a cooperação e a integração física e operacional internacional;

10. Considerar as particularidades e potencialidades regionais nos planejamentos setoriais de transportes;

11. Atuar como vetor do desenvolvimento socioeconômico e sustentável do país;

12. Garantir a infraestrutura viária adequada para as operações de segurança e defesa nacional.

Com base na definição de cada objetivo, foram listados os elementos de representação, ou seja, os elementos endógenos (que dizem respeito ao sistema de transporte) ou exógenos (que dizem respeito ao ambiente em que o sistema está inserido) para o qual devem ser voltadas as ações de desenvolvimento.

Foi realizado um estudo aprofundado para conceituação e determinação das métricas dos indicadores para medir de forma objetiva cada um dos elementos, em consonância com os modelos de simulação utilizados no PNL 2035 e com seus resultados. A Figura 40 sistematiza os objetivos do PNL (com numeração referente ao objetivo na PNT) os elementos de representação e os indicadores de avaliação de cenários.

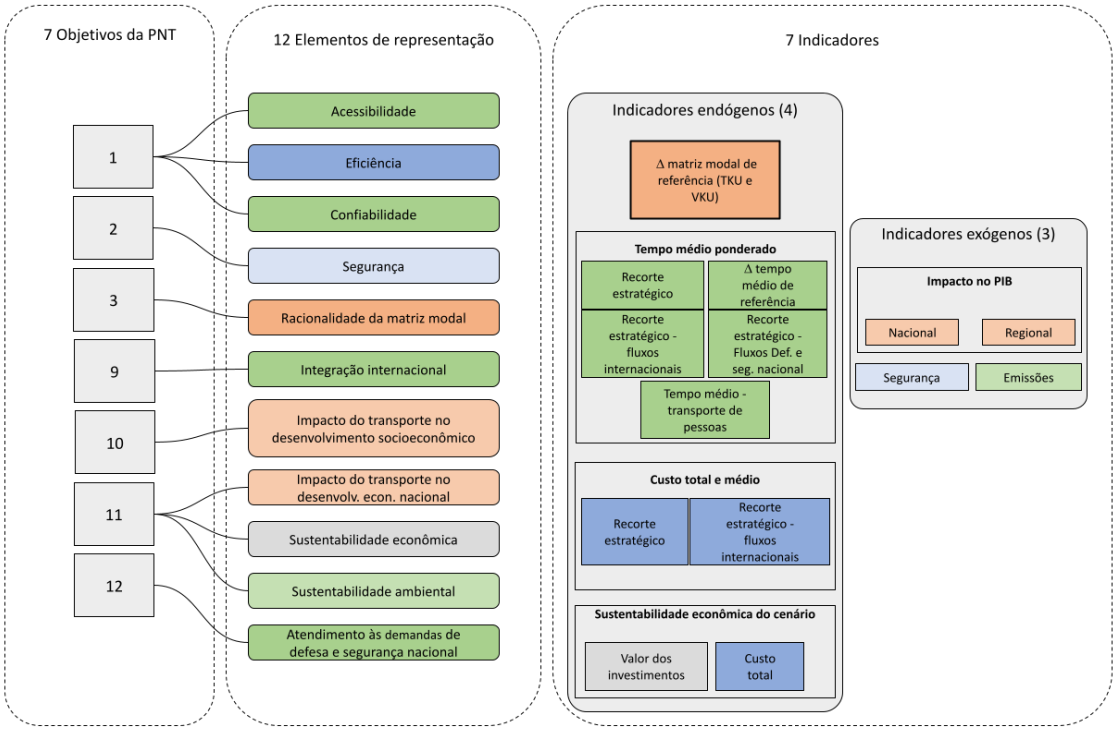


Figura 40: Sistema de Indicadores do PNL 2035
Fonte: EPL (2021)

5. CONCEPÇÃO DOS CENÁRIOS FUTUROS

A elaboração de cenários tem por objetivo, em termos de Planejamento Estratégico de transportes, auxiliar os agentes públicos a tomar decisões que impactam consideravelmente a sustentabilidade e a eficiência do sistema planejado em horizontes de tempo futuros. O emprego de tal análise permite, portanto, que os impactos e os eventuais riscos e retornos à sociedade associados a essas decisões sejam estimados antes da execução de qualquer ação. No âmbito do MInfra, a análise de cenários orientará, em larga escala, as decisões estratégicas, a priorização das ações vigentes e o desenvolvimento dos Planos Setoriais.

O PNL se propõe a contrastar diferentes cenários de configuração do Sistema de Transporte brasileiro, como hipóteses de desenvolvimento da rede de transporte conforme ações em andamento e tendências, tendo como ponto de partida as matrizes origem-destino de cargas e de pessoas do ano de 2017 e estabelecendo projeções até 2035.

Os cenários de interesse possibilitam vislumbrar os impactos de diferentes configurações que consideram o rol de empreendimentos e intervenções em infraestruturas de transporte previstas pelos Governos Federal e Estaduais, possíveis alterações significativas na Legislação e nos Marcos Regulatórios (desde que consigam ser tangibilizados em alguns dos atributos simulados), diferentes cenários macroeconômicos de desenvolvimento, bem como alterações decorrentes de novas tecnologias de transporte e logística.

No que tange às alterações de legislação e de regulação do setor, selecionou-se para a simulação de cenários com a nova metodologia do PNL o impacto da aprovação do Projeto de Lei nº 4.199/2020 denominado "BR do Mar", considerando sua relevância e potencial para alterar a matriz modal brasileira, e de alguns trechos ferroviários específicos, que podem ser viabilizados a partir do novo marco legal para autorização de ferrovias, considerando seu potencial de incentivo à exploração dos serviços ferroviários sob regime de autorização.

A Figura 41 apresenta os aspectos considerados na formulação dos cenários 2035.

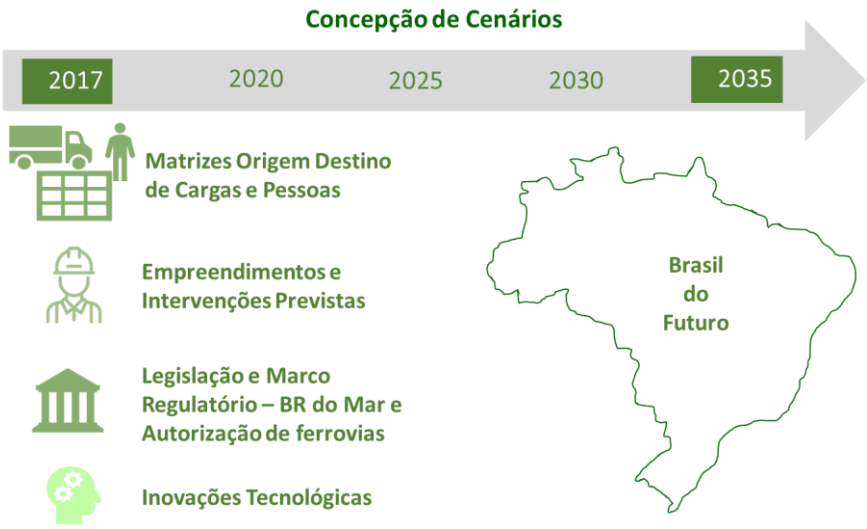


Figura 41: Aspectos considerados para formulação de cenários
Fonte: EPL (2021)

Da combinação destes aspectos, foram construídos e analisados os seguintes cenários para o horizonte 2035:

- Cenário 1 - Empreendimentos em andamento - Referencial: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no Programa de Parcerias de Investimentos - PPI, até maio de 2021, limitando as análises econômicas e as perspectivas a parâmetros de referência[14]. Não incorpora propostas advindas de alterações regulatórias e inovações tecnológicas.

- Cenário 2 - Empreendimentos previstos - Referencial: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021 e a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra. Análises econômicas permanecem limitadas aos parâmetros de referência, não incorpora propostas advindas de alterações regulatórias e inovações tecnológicas.

- Cenário 3 - Empreendimentos previstos - Transformador: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021 e a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra. Os parâmetros econômicos são reconfigurados, de acordo com um contexto Transformador. Não incorpora propostas advindas de alterações regulatórias e inovações tecnológicas.

- Cenário 4 - Empreendimentos previstos e BR do Mar - Referencial: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021, a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra e a avaliação de impacto do BR do Mar. As projeções econômicas são as de referência e as inovações tecnológicas não são incluídas.

- Cenário 5 - Empreendimentos previstos e inovações tecnológicas - Referencial: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021 e a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra. Inovações tecnológicas são atreladas às perspectivas, enquanto a economia

14 As perspectivas econômicas de "referência" e "transformadoras" observam as orientações e parâmetros estabelecidos no Decreto nº 10.531, de 26 de outubro de 2020, que institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031

fica restrita aos parâmetros de referência e as alterações regulatórias não são incluídas.

- Cenário 6 - Empreendimentos propostos pela sociedade e mercados - Referencial: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021, a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra, as parcerias e investimentos consolidados pelos Governos Estaduais, as infraestruturas previstas no Plano Hidroviário Estratégico - PHE, e no Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP, e as contribuições advindas da consulta pública do PNL 2035. Análises econômicas permanecem limitadas aos parâmetros de referência. Não incorpora propostas advindas de alterações regulatórias e inovações tecnológicas.

- Cenário 7 - Empreendimentos previstos e autorizações ferroviárias - Referencial: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021, a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra e a avaliação de impacto de trechos ferroviários específicos que podem ser viabilizados a partir de um novo marco legal para autorização de ferrovias. Análises econômicas permanecem limitadas aos parâmetros de referência, não incorpora inovações tecnológicas.

- Cenário 8 - União dos cenários 1 a 7 - Transformador: Leva em conta a manutenção e finalização dos empreendimentos de infraestrutura em execução e com orçamento previsto no PPA 2019-2023, a implementação dos empreendimentos de parcerias qualificados no PPI até maio de 2021, a implementação da carteira de empreendimentos de curto prazo consolidada do MInfra, a avaliação de impacto do BR do Mar, a avaliação de impacto de trechos ferroviários específicos que podem ser viabilizados a partir de um novo marco legal para autorização de ferrovias, as infraestruturas previstas no Plano Hidroviário Estratégico - PHE, no Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP, as contribuições advindas da consulta pública do PNL 2035 e as melhorias ocasionadas pelas Inovações Tecnológicas, considerando uma perspectiva econômica transformadora.

- Cenário 9 - Principais oportunidades para o desenvolvimento da rede de transporte nacional - Referencial: com base nas análises dos cenários anteriores, identifica o conjunto de empreendimentos e ações que configurariam uma situação com desembolso módico e impactos estratégicos mais significativos nos objetivos da PNT. Análises econômicas permanecem limitadas aos parâmetros de referência.

- Cenário Contrafactual - Trata-se de um cenário futuro de inação, para que seus indicadores sejam utilizados como base de comparação aos demais cenários futuros simulados. Considera a mesma rede de oferta de transportes do ano de 2020, com demandas para o ano de 2035.

O Quadro 10 apresenta a síntese da combinação dos aspectos considerados na construção de cada cenário do PNL 2035[15].
Outros cenários podem ser realizados tomando como referência a simulação nos modelos do PNL 2035, mesmo após a publicação final deste documento. O principal objetivo é tornar a simulação uma ferramenta de planejamento dinâmica, passível de incorporar alterações em políticas ou da rede.

Quadro 10: Síntese da combinação dos aspectos considerados na construção dos cenários 2035.

Cenário	Oferta	Demanda	Variação regulatória	Inovações tecnológicas
1	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA	Referencial	-	-
2	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo	Referencial	-	-
3	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo	Transformador	-	-
4	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo	Referencial	BR do Mar	-
5	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo	Referencial	-	Sim
6	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo + parcerias e investimentos estaduais + PHE + PNLP + contribuições da consulta pública	Referencial	-	-
7	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo + trechos ferroviários autorizados	Referencial	Trechos ferroviários autorizados	-
8	Empreendimentos qualificados + previstos no PPA + Carteira MInfra de curto prazo + parcerias e investimentos estaduais + PHE + PNLP + contribuições da consulta pública + trechos ferroviários autorizados	Transformador	BR do Mar e Trechos ferroviários autorizados	Sim
9	Grupo de empreendimentos com impacto estratégico mais significativo e desembolso módico	Referencial	-	-
Contrafactual	Rede existente (ano base 2020) - nada a fazer	Referencial	-	-

Fonte: EPL (2021)

15 A identificação dos empreendimentos considerados em cada um dos nove cenários do PNL 2035 é apresentada no Apêndice VI.

5.1. PROJEÇÃO DAS MATRIZES ORIGEM-DESTINO

5.1.1. Projeção das matrizes origem-destino de cargas

Para realizar as projeções das matrizes de carga para o ano de 2035, foram utilizados dois estudos: as matrizes resultantes da metodologia GLOBIOM, cenário de crescimento da temperatura em 2°C, desenvolvidas no âmbito do Termo de Execução Descentralizada (TED) 01/2016 firmado entre a EPL e o IPEA; e os estudos de projeção da produção e comércio feito pelo IPEA em parceria com o Ministério da Economia.

Esse último utiliza um modelo de equilíbrio geral computável (CGE, em inglês), tomando como insumos para calibração o modelo GLOBIOM e as projeções de PIB desenvolvidas pela DIMAC/IPEA, utilizadas também como fundamento para o Decreto nº 10.531/2020, que institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031.

As projeções das cargas foram feitas a partir da origem dos fluxos e utilizando taxas de expansão. Cada taxa representa a divisão do valor em 2035, ante o valor em 2017, para o modelo utilizado (GLOBIOM ou IPEA/ME), de modo que, aplicada a um par OD da matriz utilizada na Matriz Origem-Destino 2017, estima-se o valor do fluxo em questão em 2035.

Para cada zona de origem e produto, existem taxas para fluxos de exportação; fluxos de importação; e fluxos domésticos. As seguintes regras são aplicadas para a expansão das matrizes:

- Para todos os fluxos que partem da zona de origem X (nacional) para zonas no exterior, aplicam-se as taxas de fluxos de exportação;
- Para todos os fluxos que partem da zona de origem X (nacional) para zonas nacionais, aplicam-se as taxas de fluxos domésticos;
- Finalmente, para todos os fluxos que partem de zonas no exterior para a zona de destino X (nacional), aplicam-se as taxas de fluxos de importação.

A projeção para os modos dutoviário e aeroviário foram baseadas em métodos estatísticos de séries temporais. Para o modo aeroviário, projetou-se o volume de carga aérea em relação à variação do Produto Interno Bruto (PIB) estadual. Foram feitas projeções específicas para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Amazonas e Pernambuco devido ao protagonismo desses estados na movimentação de carga aérea no Brasil.

Para o transporte dutoviário, adotaram-se estratégias metodológicas diferentes para gasodutos, oleodutos e minerodutos. Para oleodutos, utilizaram-se métodos estatísticos de séries temporais, obtendo uma estimativa para cada estado que possui oleoduto a partir do PIB. Para gasodutos, utilizaram-se métodos de regressão em seção horizontal para cálculo de uma elasticidade volume-PIB nacional. Já para minerodutos, devido à especificidade da sua operação, adotaram-se taxas iguais às do município expedidor da carga. Destaca-se que o duto da mina de Mariana, desativado em 2015, foi reativado nas projeções para 2035, conforme indicativos da empresa operadora.

As matrizes 2017 somam 3,859 bilhões de toneladas. A soma das matrizes expandidas sob o cenário referência somam 5,154 bilhões de toneladas e, sob o cenário transformador, 5,978 bilhões de tonelada. As taxas de crescimento das matrizes origem-destino de cargas entre os anos de 2017 e 2035 para os cenários referencial e transformador, para os grupos de cargas são apresentadas na Figura 42.

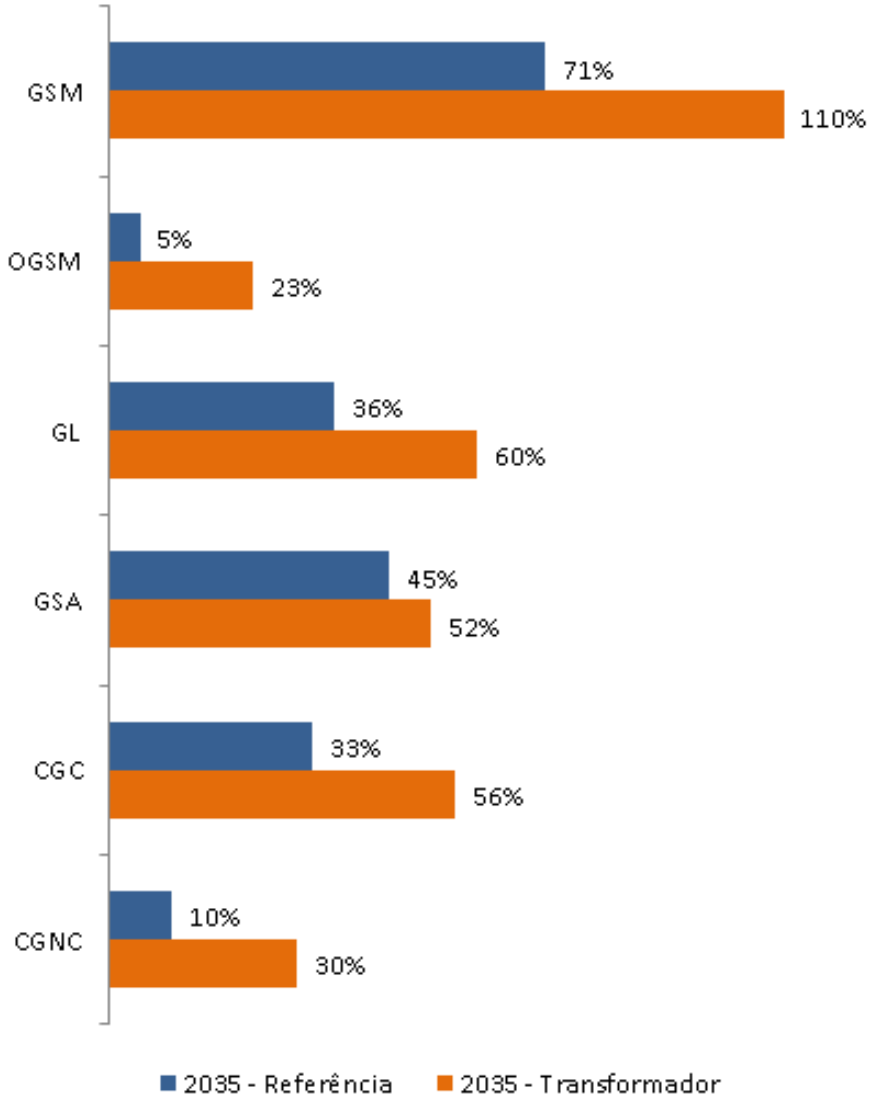


Figura 42: Taxas de crescimento do volume das matrizes origem-destino de carga entre 2017 e 2035, por grupos de carga
Fonte: EPL (2021)

As matrizes O/D projetadas são produtos do PNL 2035, e estão disponíveis ao público em bases acessórias a esse Relatório Executivo. A metodologia detalhada de projeção de demanda será alvo de publicação específica posterior.

5.1.2. Projeções das matrizes origem-destino interurbanas de pessoas

A expansão das matrizes origem-destino interurbanas de pessoas se deu a partir do resultado de um modelo de regressão de elasticidade que regride a movimentação entre Unidades Territoriais de Planejamento - UTPs em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) e à população da origem.

Para expansão das matrizes de passageiros, adotou-se um modelo de expansão geral dos fluxos, aplicado a todos os modos. Esse modelo resultou de análises estatísticas que atrelaram o volume de viagens à população e PIB da UTP. Posteriormente, foram estimados volumes de passageiros interurbanos específicos para ônibus e modos aeroviário, aquaviário e ferrovias. Esses volumes foram descontados da expansão geral da matriz, de modo a obter o volume estimado de passageiros interurbanos com automóveis.

Para a expansão da matriz de ônibus, utilizou-se um modelo estatístico com dados em painéis por estado. Para o transporte por vias navegáveis, adotou-se a taxa de crescimento populacional de cada estado, conforme metodologia do Plano Hidroviário Estratégico 2013. Devido à sua particularidade, a projeção para o modo ferroviário foi feita pela média móvel dos últimos três anos. Por fim, as projeções aeroviárias se basearam nas projeções do Plano Aeroviário Nacional (PAN 2018), ajustadas para os cenários econômicos referencial e transformador.

As taxas de crescimento das matrizes origem-destino de transporte interurbano de pessoas entre os anos de 2017 e 2035 para os cenários referencial e transformador, para os diferentes modos de transporte são apresentadas na Figura 43.

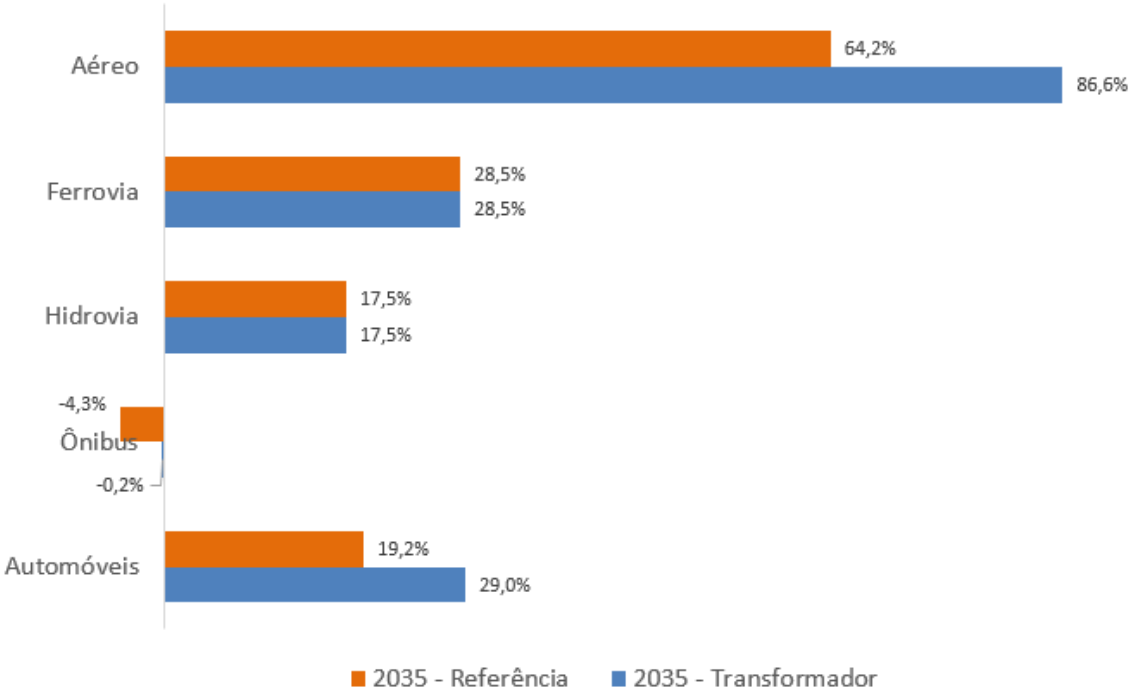


Figura 43: Taxas de crescimento do volume das pessoas transportadas na origem-destino interurbana de pessoas entre 2017 e 2035, por modo de transporte
Fonte: EPL (2021)

As matrizes O/D projetadas são produtos do PNL 2035, e estão disponíveis ao público em bases acessórias a esse Relatório Executivo. A metodologia detalhada de projeção de demanda será alvo de publicação específica.

5.1.3. Matrizes origem-destino para 2050

Embora o foco do presente PNL seja a análise estratégica para o ano de 2035, contrapondo a demanda com a oferta para aquele ano, foram também aplicadas as metodologias descritas para vislumbrar a demanda futura por transporte de cargas e pessoas para o ano de 2050[16]. Com isso, é possível verificar quais as necessidades e oportunidades identificadas para 2035, que tendem a se intensificar ainda mais à longo prazo. Os dados são utilizados de forma acessória nas análises de prognóstico, de necessidades e oportunidades, mas principalmente, são insumos para o desenvolvimento dos Planos Setoriais e do Plano Geral de Parcerias, que normalmente tem um horizonte mais amplo para os empreendimentos e as intervenções.

5.2. EMPREENDIMENTOS E INTERVENÇÕES EM INFRAESTRUTURA CONSIDERADOS NO PNL 2035

Para as simulações de cenários futuros da rede de transportes brasileira é importante a consideração dos empreendimentos e intervenções em infraestrutura que estão em processo de implantação ou em estudos. A estimativa de impacto geral na rede e as análises decorrentes dos cenários futuros evidenciam quantitativamente e qualitativamente o potencial do conjunto de iniciativas públicas e privadas.

As decisões de investimentos públicos ou privados em infraestruturas de transporte dependem de uma série de processos que o Planejamento Integrado de Transportes visa subsidiar. Como comentado anteriormente (na seção 1.1), o PNL identifica necessidade e oportunidades, que subsidiam estudos nos Planos Setoriais, do Plano Geral de Parcerias e o Plano Geral de Ações Públicas para amadurecimento da forma de implantação das intervenções (se via investimento público ou parceria com a iniciativa privada) e, então, há dados e justificativas técnicas suficientes para consolidar as propostas em projetos. Os projetos, por sua vez, seguem etapas específicas para entrarem nas prioridades de qualificação no PPI (Programa de Parcerias de Investimentos) ou nas prioridades orçamentárias dos PPAs (Planos Plurianuais) futuros.

Nessa lógica, novas necessidades e oportunidades identificadas no presente PNL 2035, e detalhadas nos Planos Setoriais, podem vir a compor novos projetos a serem implantados a partir do ciclo PPA 2024-2027 ou inseridos no PPI, quando couber, a partir do amadurecimento dos projetos. Por isso, é importante a compatibilização do planejamento de longo prazo, cujos subsídios são os resultados deste PNL 2035, com o planejamento de curto e médio prazo.

16 As matrizes O/D projetadas constam do Apêndice IV desse Relatório Executivo.

Em paralelo ao processo de planejamento, há uma série de empreendimentos e iniciativas em diferentes fases de estudo, projeto ou implantação nas esferas federal e estaduais, assim como contratos de concessões já assinados que possuem previsão de intervenções ao longo do horizonte deste Plano.

Para que sejam contemplados no Plano, e compatibilizados nos cenários futuros, o MInfra e a EPL realizaram consultas e solicitações à todos os Estados e ao Distrito Federal, à todos os Ministérios que tratam diretamente ou indiretamente de intervenções em infraestruturas de transporte, além de levantamento junto às entidades vinculadas ao Ministério da Infraestrutura (Agências Reguladoras e Estatais), no intuito de levantar dados sobre os empreendimentos e intervenções em andamento, programadas, ou previstas.

Foram realizadas, também, 06 (seis) reuniões participativas no mês de dezembro de 2020, com entidades públicas e privadas, representativas dos sistemas de transporte, do mercado e sistemas acessórios, e um *webinar* público, para tratar da metodologia do PNL e colher contribuições para incrementar a simulação de cenários futuros no PNL.

Os levantamentos e reuniões realizadas resultaram em um banco de dados com mais de 2.700 empreendimentos ou intervenções em infraestruturas de transporte que foram analisadas para selecionar quais são cabíveis para incorporação no PNL, considerando: critérios sobre a relevância do impacto na rede (se possui impacto local, regional ou nacional); a localização do empreendimento (se núcleo urbano ou rural); o tipo de empreendimento ou intervenção; o estado atual (fase do projeto ou da implementação); e se há dados suficientes mínimos para serem considerados nos modelos do PNL (como, por exemplo, localização ou descrição que permita identificar o tipo de intervenção pretendida).

Após essa análise, foram selecionados mais de 1.800 empreendimentos ou intervenções analisadas para consideração nos cenários do PNL[17]. Deste total, 1.700 empreendimentos ou intervenções são ações do Governo Federal, sendo 66% executadas por meio de parcerias com a iniciativa privada e 34% diretamente pela administração pública.

Esses empreendimentos ou intervenções também foram categorizados em dois grupos principais: os que são considerados no Cenário 1 "Empreendimentos em Andamento" e os que são considerados nos cenários evolutivos em relação à rede de transporte ofertada. São considerados no Cenário "Empreendimentos em Andamento" todos os empreendimentos ou intervenções em fase de implantação, os inseridos no PPA 2019-2023, os já qualificados no PPI, e os que dizem respeito aos contratos de parcerias vigentes, o que representa 75% das ações. Os demais empreendimentos para os cenários de desenvolvimento alternativos são os que constam em carteiras de projetos ou instrumentos em fase de estudos ou planejados em programas de médio prazo, como o programa Pró-Brasil.

17 O Apêndice VI apresenta a identificação dos empreendimentos considerados em cada cenário do PNL 2035, assim como provenientes de contribuições da Consulta Pública.

Um dos destaques dos cenários futuros conforme os empreendimentos mapeados é o significativo desenvolvimento previsto do modo ferroviário na rede de transporte brasileira. No Cenário "Empreendimentos em Andamento" já estão previstas a Ferrogrão, a Ferrovia de Integração Centro-Oeste/FICO, a Ferrovia de Integração Oeste-Leste/FIOL 1, 2 e 3, Ferrovia Nova Transnordestina até Eliseu Martins/PI, Ferrovia Norte-Sul / FNS (trecho de Ouro Verde/GO a Estrela D'Oeste/SP), além das reativações dos trechos inativos representados da FCA, FTL, Rumo Malha Sul e Rumo Malha Oeste.

A partir do Cenário 2, são acrescidas a segunda etapa da Ferrovia de Integração Centro-Oeste/FICO, até Lucas do Rio Verde/MT, a Estrada de Ferro-484, Estrada de Ferro-267 (ferrovia do Pantanal).

Para os Portos, foram consideradas todas as evoluções previstas nos arrendamentos portuários, as concessões e desestatizações previstas, o que gera um impacto nas capacidades dos portos-cidade em cenários futuros.

Os empreendimentos e intervenções nas rodovias possuem diferentes características, desde adequações, pavimentação, duplicação ou implantação de novas infraestruturas conforme previstos nos instrumentos e fontes levantadas. Obras e intervenções previstas nas rodovias concedidas também incorporam os cenários simulados. Cerca de 8,26% da malha rodoviária da rede simulada sofreu algum tipo de intervenção nos cenários futuros do PNL. É importante destacar que para as simulações futuras, pressupõe-se que os demais trechos de rodovias que não são alvos de intervenções mapeadas também estarão disponíveis e em condições adequadas de tráfego. Logo, para os indicadores do PNL são computados também os custos de manutenção desses trechos.

No que tange aos aeroportos em cenários futuros, foram adotadas além das concessões vigentes e qualificadas e dos investimentos diretos com recursos do FNAC (Fundo Nacional da Aviação Civil), já previstos no PPA 2019-2023, a perspectiva do Cenário de Desenvolvimento 2, constante no Plano Aeroviário Nacional - PAN 2018-2038 (MTPA, 2018). O cenário foi considerado como referência tanto para mapeamento dos investimentos com para o cálculo dos indicadores e demais estimativas no PNL. Porém, as projeções de demanda foram atualizadas conforme os cenários macroeconômicos considerados no PNL e a matriz O/D de ligações aéreas potenciais[18].

O mapa a seguir apresenta as infraestruturas impactadas pelos empreendimentos ou intervenções consideradas nos cenários do PNL 2035. No mapa, são destacados os trechos integrais da infraestrutura de transporte, mesmo que as intervenções sejam em partes da infraestrutura, para melhor visualização.

18 A matriz O/D ligações aéreas potenciais foi produto do "Estudo de rotas potenciais para o transporte aéreo doméstico de passageiros", conforme seminário disponível em: **https://youtu.be/DiT9MtJA9W8**

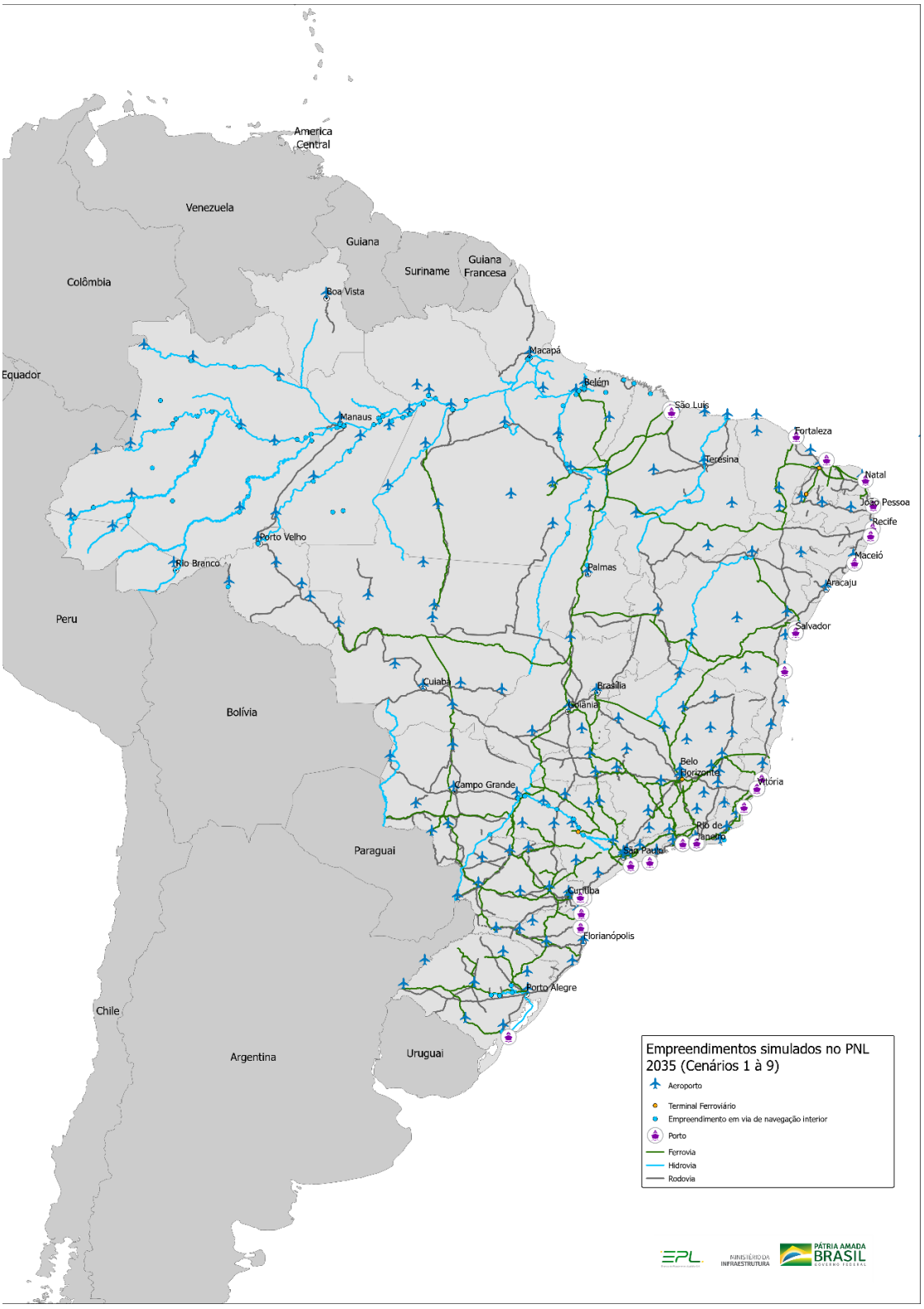


Figura 44: Infraestruturas de transporte que tiveram intervenções consideradas no PNL 2035 (Cenários 1 a 9). Fonte: EPL (2021)

Na Figura acima, estão referenciadas tanto as infraestruturas afetadas por alterações previstas na relação de empreendimentos e intervenções provenientes das fontes públicas, quanto as propostas de empreendimentos oriundas da sociedade e do mercado que foram simuladas nos Cenário 6 e 8.

5.3. LEGISLAÇÃO E MARCO REGULATÓRIO

5.3.1. Simulação do impacto do BR do mar

O projeto BR do Mar[19] é uma iniciativa do Ministério da Infraestrutura que tem como objetivo incentivar a cabotagem no país, por meio do aumento de oferta, incentivo à concorrência, redução de custos envolvidos, expansão de rotas e equilíbrio da matriz de transportes brasileira.

A cabotagem é a navegação entre portos ou pontos do território brasileiro utilizando via marítima ou fluvial. Ela é um modo de transporte de baixo custo e é adequada à estrutura geográfica do país, composta por uma extensa costa marítima e numerosas vias fluviais navegáveis. Contudo, atualmente esse modo de transporte é responsável por apenas 9% da matriz logística brasileira, aproximadamente. Esse modo de transporte é, porém, considerado uma alternativa promissora para os próximos anos, tendo apresentado taxa média de crescimento de 10% ao ano entre 2010 a 2019, no segmento de contêineres de carga geral. Se considerado o período de janeiro a outubro de 2020, comparado ao mesmo período do ano anterior, a cabotagem já cresceu mais de 14%.

Os segmentos de transporte de carga geral e contêineres são os que possuem maior potencial de crescimento para a cabotagem, pois os granéis líquidos e sólidos são mercados já estabilizados, embora também venham apresentando crescimento. Se a tendência dos últimos anos for mantida, em 2021, a cabotagem deve crescer mais de 10% em relação a 2020, e com a implementação do BR do Mar esse valor deve ser ainda maior.

O programa de estímulo à cabotagem prevê atuação em quatro eixos temáticos: frota, custos, portos e indústria naval, sendo desenvolvidas iniciativas específicas para cada um deles. Com o aumento do uso da cabotagem prevê-se a redução de custos de frete, que podem ser repassados aos consumidores, e a entrada de novos usuários nessa modalidade. Além disso, esse projeto facilitará o fluxo de produtos entre os portos nacionais, contribuindo com o desenvolvimento da matriz.

Estimativas da EPL apontam que atualmente a cabotagem custa em média 60% menos que o modo rodoviário e 40% menos que o ferroviário. Essa diferença se dá, sobretudo, pelo fato de a cabotagem ser um modo de transporte de alta capacidade e com baixo risco de roubos e avarias na carga, o que permite um ganho de escala, de forma a reduzir o custo unitário.

Ao simular simplificações trabalhistas, alterações em impostos, redução da burocracia e do tempo da carga e navio parados no porto, a EPL concluiu que o BR do Mar pode gerar

19 O Projeto de Lei nº 4.199/2020, encaminhado pelo Presidente da República ao Congresso Nacional, já foi aprovado pelo Plenário da Câmara dos Deputados e agora segue para deliberação, em caráter de urgência, para o Senado Federal, que deverá discutir os impactos e decidir sobre os próximos passos da proposição.

reduções de mais de 15% em relação ao valor praticado atualmente nesse transporte[20] . O impacto dessa redução é simulado em Cenário específico no presente PNL.

Por exemplo, um fluxo de contêiner de Manaus para Santos, por cabotagem, custa hoje, em média, R$0,0423/tku para percorrer 6.112km. A implementação do BR do Mar tem o potencial de reduzir esse valor para R$0,0360/tku. Outra rota avaliada é a de Santos para Suape (2.332 km), por cabotagem, que custa hoje, em média, R$0,0423/tku e tem um potencial de reduzir para R$ 0,0364/tku. Isso altera não somente as rotas específicas, com toda a distribuição de cargas pelo território, levando à alterações dos custos e tempos médios de todo o cenário logístico.

Ademais, o aumento do uso da cabotagem trará vantagens socioambientais importantes, como a geração de empregos, fortalecimento da indústria naval nacional, redução de emissões de poluentes, do número de acidentes e congestionamentos nas rodovias, entre outros.

Outra estimativa feita pela EPL mostra que um aumento de 60% no volume de contêineres transportados por cabotagem, gerará uma redução de mais de 530 mil toneladas de CO2 equivalente por ano, quando comparado com o modo de transporte rodoviário. Em média, o modo rodoviário emite 6 vezes mais poluentes que a cabotagem, ao se avaliar o volume transportado e a extensão.

Por fim, a cabotagem não é um meio que conecta diretamente produtores e consumidores, de porta a porta. Por sua vantagem ser verificada nas rotas de grandes distâncias, não compete diretamente com o mercado mais aderente ao modo de transporte rodoviário. O transporte rodoviário continuará atendendo a demanda, agora de forma complementar à cabotagem, levando a mercadoria do porto ao consumidor final ou, ainda, das zonas produtoras ao porto, porém, realizando rotas mais curtas e atendendo um maior volume de carga em menor tempo.

Com a desburocratização promovida pelo PL do BR do Mar, estima-se que o setor experimente, nos próximos anos, um aumento da oferta de navios de cabotagem, além da melhoria da infraestrutura de portos e da redução do custo de combustível. Também passará a ser permitido que empresas estrangeiras atuem no transporte de cabotagem, com potenciais ganhos concorrenciais para o setor. Somados, acredita-se que esses fatores contribuirão diretamente para um incremento dos fluxos de mercadorias

20 A estimativa do impacto do BR do Mar é proveniente de estudo realizado pelo Observatório Nacional de Transporte e Logística – ONTL disponível no seguinte endereço: https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/importancia-da-navegacao-de-cabotagem.pdf

transportados por meio da cabotagem, e indiretamente para a redução dos custos logísticos do transporte aquaviário como um todo[21].

5.3.2. Simulação do impacto de trechos ferroviários específicos

A alteração do marco regulatório das ferrovias, flexibilizando a entrada de operadores privados no sistema ferroviário por meio da autorização de exploração, incentiva o investimento privado para a exploração desse modo de transporte, propiciando geração de empregos e crescimento econômico, podendo produzir, portanto, um relevante impacto na rede de transportes, nos próximos 15 anos.

Além da questão da liberdade do agente privado, cabe ressaltar que o marco legal estabelece um conjunto de princípios, entre os quais destacam-se a redução dos custos logísticos, o aumento da oferta de mobilidade e logística, que se articulam diretamente com o escopo do PNL 2035. No que tange às diretrizes, é indicado que o transporte ferroviário deve expandir sua malha, modernizá-la e atualizar os sistemas, de forma a otimizar a infraestrutura, além do estímulo ao investimento em infraestrutura, integração de malhas ferroviárias e eficiência dos serviços - elementos também que coadunam com as questões postas neste PNL.

A expansão das possibilidades de exploração do serviço de transporte ferroviário possibilitadas pela alteração do marco legal do setor ferroviário, viabiliza a realização imediata de novos investimentos, considerando a flexibilidade inerente ao regime de exploração por autorização. Adicionalmente, facilita o reaproveitamento de trechos ferroviários sem operação, bem como a construção de infraestruturas ferroviárias em instalações próprias, de modo a prover melhor integração com fábricas, minerações, instalações portuárias, aeroportos etc.

Em linha ao praticado nos principais polos ferroviários internacionais, a alteração do marco legal possibilita maior liberdade e melhor ambiente de negócios à indústria ferroviária, flexibilizando as condições de investimento, tornando-o mais previsível, bem como facilitando sobremaneira o encontro da oferta com a demanda por infraestrutura ferroviária a setores da indústria, agropecuária e de mineração.

Dessa maneira, dado o potencial transformador, de desenvolvimento e ampliação da rede ferroviária nacional, optou-se por incluir um cenário específico no PNL 2035 para analisar o impacto de alguns trechos ferroviários específicos que podem ser viabilizados a partir dessa nova modalidade de delegação do transporte ferroviário.

[21] Conforme descrito neste item, o Projeto de Lei nº 4.199/2020 trará grandes benefícios ao transporte nacional. Contudo, o Cenário simulado no PNL reflete o impacto do BR do Mar no limite dos componentes do projeto que conseguiram ser convertidos em atributos numéricos e que puderam ser inseridos no modelo matemático como, por exemplo, a redução de custos. Contudo, por ser um projeto que aborda diversas outras frentes de atuação, o resultado desta simulação não capta e nem quantifica todo o impacto positivo advindo dessa iniciativa legislativa.

Destaca-se que as possibilidades de novas linhas ferroviárias a partir do novo marco legal não são totalmente possíveis de identificação *a priori*, de forma que foram incluídas na simulação apenas alguns trechos com interesses de operação, até o momento de desenvolvimento dos Cenários constantes neste documento[22].

5.4. TENDÊNCIAS EM TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA[23]

Para preparar as infraestruturas e os serviços de transporte dos brasileiros para um contexto mundial integrado, é essencial observar as tendências que alterarão a logística - até então conhecida - nos próximos anos. A não observância dessas tendências pode prejudicar a competitividade de produtos brasileiros no mercado externo e agravar problemas logísticos de demandas internas, visto que vários países estão redesenhando suas infraestruturas, legislações e operações de transporte baseados em novas tecnologias que buscam uma logística mais sustentável ambiental e economicamente.

A incorporação de tecnologias disruptivas no ambiente dos transportes e logística é uma realidade, e um dos impulsionadores dessa nova dinâmica é o *e-commerce* nacional e internacional. O transporte de mercadorias, seja para o consumidor final ou para os insumos em cadeias de produção específicas, tende a se aproximar da entrega imediata (*on time*). Diferentes empresas pelo mundo já ofertam serviços de entrega no dia ou no dia seguinte, mesmo no transporte internacional, como aponta o relatório do *Fórum Econômico Mundial* (WEF, 2018). Uma estimativa da DHL (2016), apontou que o *e-commerce* internacional ocuparia 22% do comércio exterior já em 2020, e a taxa de crescimento anual será, em média, de 17% até 2025. O Brasil se insere nesse ambiente como um dos principais mercados consumidores.

Para atender às demandas com expectativa de entrega imediata, a infraestrutura e os serviços no Brasil necessitam aproveitar o potencial das tecnologias para manter a competitividade internacional. Novos conceitos de negócios surgem e prosperam no mundo em questão de meses, alterando as tendências conservadoras de crescimento econômico, as necessidades das empresas e da população e, sobretudo, a forma com que a logística se insere nesses ambientes.

Mas, o que esperar para o futuro? A *Internet das Coisas* (*Internet of Things* - IoT) é uma das tendências que impactará todos os modos de transporte. Conectar equipamentos,

[22] Durante o período de desenvolvimento do PNL 2035, constavam no Ministério da Infraestrutura os seis pedidos de autorizações ferroviárias específicos descritos neste Cenário. Porém, após o lançamento do Programa de Autorizações Ferroviárias - Pro Trilhos, por meio da Medida Provisória nº 1.065/21, em 30 de agosto de 2021, outras solicitações foram feitas, o que tende a potencializar os impactos observados neste Relatório e indica à necessidade de futura atualização/revisão do presente cenário.

[23] A seção compreende um resumo do Apêndice VII - DETALHAMENTO DAS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS ESTUDADAS. Todas as referências apresentadas, o detalhamento de todas a tecnologias e tendências estudadas, assim como os resultados finais dos atributos alterados na simulação de cenários constam no documento apresentado em Apêndice.

veículos, cargas e obter informações que possibilitem análises avançadas é a base para o incremento da eficiência logística do futuro. *Big Data* e *Inteligência Artificial* organizarão a complexa cadeia de eventos que constitui o sistema de transportes nacional e internacional. Aplicativos e plataformas virtuais aproximarão indústrias, produtores, atacado, varejo, empresas de transporte, caminhoneiros e consumidores, seguindo a tendência de *compartilhamento de serviços e capacidades* e *roteirização dinâmica*, aumentando a eficiência dos transportes.

Veículos de todos os modos serão *menos poluentes*, consumirão *menos combustíveis fosseis*, e necessitarão de *menor interação humana*. *Drones* vencerão barreiras geográficas e trarão dinamicidade às entregas. Rodovias, terminais, ferrovias, portos e aeroportos "*inteligentes*" incorporarão cada vez mais análises avançadas de dados, integradas às diferentes tecnologias citadas e à *robótica*. Armazenagens serão minimizadas e *estoques serão virtuais*, devido à alta rotatividade e à gestão de informações de demanda e de oferta. A *comunicação em tempo real* será proporcionada por *Redes 5G* ou gerações futuras. Essas e outras inovações serão os componentes da *Indústria 4.0* no âmbito da logística e dos transportes, e alterarão a produtividade, a segurança, os tempos de transporte e os custos e, por isso, são consideradas no PNL 2035 em cenários específicos.

Os impactos destas tendências em tecnologias de transporte e logística foram incorporados aos cenários de 2035 por meio de alterações de parâmetros do modelo de simulação relacionados aos custos, à oferta, à demanda, ao tempo e aos níveis de emissões de poluentes dos modos de transportes.

Foram estudadas várias tecnologias para avaliação de impacto futuro no sistema de transporte. Utilizando-se de dados do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2016; WEF, 2018), entre outros estudos e fontes, foi possível avaliar a tendência de implantação da tecnologia no Brasil, a amplitude do impacto e a estimativa efetiva nos atributos dos modelos de simulação.

Entre as tecnologias avaliadas, algumas resultaram perspectivas ainda distantes para serem adotadas no sistema de transporte brasileiro à ponto de impactar de forma significativa no Cenário 2035, como é o caso dos caminhões e locomotivas autônomas e aeronaves VTOL (*Vertical Take-Off and Landing* - Pouso e decolagens verticais), autônomas ou tripuladas, para transporte de pessoas em fluxos interurbanos. Outras tecnologias, já resultaram significativos impactos nos atributos do transporte e logística recentemente, como é o caso das mega embarcações voltadas principalmente ao transporte de containers.

O conceito de MAAS (*Mobility as a Service* - mobilidade como um serviço) é uma tendência para o transporte de pessoas, e as aplicações que atuam nessa seara já estão presentes nos subsistemas de transporte interurbano (transporte interestadual ou transportes intermunicipais). Porém, tais tendências alteram os modelos de negócio, pois as operações

exigem atualização de regulamentação; contudo não possuem significativos impactos nos atributos atualmente avaliados nos modelos de simulação do PNL 2035[24].

Outro conjunto de tecnologias possuem significativas perspectivas de impacto na logística e no transporte nacional, como a transformação digital na logística, que contempla o uso de *IoT, Big Dada, IA* e *Advanced Analytics* para aumentar a eficiência logística desde o planejamento até a execução do transporte. Estima-se que esse conjunto de tecnologias aplicadas deve elevar as taxas de aproveitamento veicular em 3,15% no modo rodoviário e em 5% nos demais modos, reduzir custos de manutenção de veículos em 18,9% no modo rodoviário e 30% nos demais modos de transporte, e redução de até 5% do custo no transporte rodoviário por roteirizações mais eficientes.

As aplicações e plataformas de compartilhamento de capacidade de veículos podem ainda impulsionar a redução de custos, principalmente no transporte rodoviário de cargas, e com impacto maior nos caminhoneiros autônomos, com a perspectiva de mais 3,2% de redução do custo logístico total.

Caminhões elétricos que já estão em fases experimental no Brasil, e em início de operação em alguns países, projetam redução de até 13,7% no custo para caminhões com *payload* abaixo de 1Ton (voltados principalmente para distribuição urbana na última milha) e 6,85% para veículos voltados à carga geral em distâncias médias. Isso, para novos veículos que venham a incorporar a frota em horizontes futuros.

A eficiência na propulsão de navios também é um aspecto que pode gerar a redução dos custos de cabotagem em mais 3,76% ao ano, na medida em que a frota é renovada. Os portos inteligentes, possibilitarão aumento da eficiência, otimização das capacidades e redução dos tempos de processamento de cargas, gerando até 10% de redução no custo total portuário.

Ainda, os veículos elétricos ou híbridos como uma tendência rodoviária mundial para os próximos anos, tendem a causar um impacto de redução de até 8% nas emissões de gases poluentes.

Tais atributos foram incorporados no PNL 2035 em cenário futuro, o que resultou no vislumbre inédito do sistema de transporte nacional, com resultados apresentados nesse relatório.

24 Além dos atributos passíveis de simulação no presente PNL (custo, tempo, oferta, demanda e emissões, dentre outros), no caso de aplicações e iniciativas sob o conceito de MAAS, os impactos em qualidade do transporte e na distribuição da demanda entre os modos pode ser significativo e passível de simulação em cenários futuros. Porém, a falta de regulamentação atual é um fator que dificulta a implantação no Brasil e, por sua vez, a estimativa objetiva dos impactos.

6. PROGNÓSTICO

Os cenários simulados no bojo do presente Plano Nacional de Logística, bem como os devidos encaminhamentos para os Planos Setoriais, foram observados de forma objetiva, quanto ao seu comportamento generalizado para os grupos de carga, bem como quanto aos seus indicadores calculados.

A forma de construção do PNL, seu modelo e seus cenários impedem inferências subjetivas, sendo os resultados observados e discutidos abaixo, fruto da interação matemático-estatística dos parâmetros dos modelos utilizados. Cabe salientar, que dentro desta ótica e da objetividade presente neste trabalho, características específicas como, por exemplo, comportamentos induzidos por acordos contratuais não são experimentados para os cenários futuros. Tal visualização somente seria possível de ser considerada nos modelos por meio de critérios e ponderações pessoais ou subjetivas, o que desvirtuaria a metodologia utilizada neste Plano.

Destaca-se que para facilitar a leitura e entendimento sobre o que se agrega aos cenários 2 em diante, os nomes dos cenários informam a dimensão básica de investimento em infraestrutura alterada no cenário específico, acompanhado do termo "referencial" ou "transformador" relativo ao cenário macroeconômico considerado. Optou-se por esta forma de construção e apresentação dos cenários para facilitar a interpretação em relação aos impactos marginais dos diferentes conjuntos de alterações aplicados a cada cenário.

Ressalta-se ainda que o presente Relatório Executivo discutirá, essencialmente, algumas das diferenças entre os cenários e seus resultados, abstendo-se de realizar julgamento de valor diretamente no presente documento. Em face da quantidade de dados gerados, as análises aqui apresentadas são expeditas, devendo o uso efetivo dessas informações gerar resultados durante todo o processo de planejamento[25]. Logo, constituem o PNL 2035 não somente o presente Relatório Executivo, mas principalmente, os modelos utilizados e vasta base de resultados constituídos de bancos de dados, indicadores e visualizações geográficas.

Por fim, para facilitar a leitura do presente documento, são trazidas algumas imagens mais relevantes ou exemplificativas, sendo que uma ferramenta dinâmica de geração de mapas com os resultados do PNL 2035 é disponibilizada em conjunto com este Relatório Executivo (Apêndice III).

6.1. AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE OS CENÁRIOS

Os quadros 11 e 12 a seguir apresentam os resultados dos indicadores calculados para cada Cenário simulado, com seguintes comentários sobre os resultados.

25 O processo de planejamento a que se faz referência abrange além dos Cadernos Estratégicos integrantes do PNL 2035, os Planos Setoriais, o Plano Geral de Parcerias e o Plano Geral de Ações Públicas, além das atividades inerentes à administração pública no tange às análises e estudos específicos para tomada de decisão.

Quadro 11: Indicadores de avaliação dos Cenários - Parte 1.

Elemento de Representação	Indicador	Modo de transporte	Cenário 2017	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8	Cenário 9	Contra-factual
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Rodoviário	66,21%	54,54%	51,36%	52,49%	50,84%	46,93%	39,54%	51,61%	32,17%	41,44%	64,99%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Ferroviário	17,69%	30,71%	34,62%	33,94%	31,09%	36,39%	42,69%	34,22%	47,22%	42,91%	21,12%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Cabotagem costeira	9,21%	8,84%	8,46%	8,13%	10,62%	10,08%	8,30%	8,62%	12,04%	9,57%	8,39%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Hidroviário	5,58%	4,50%	4,21%	4,07%	6,02%	5,16%	8,12%	4,16%	7,22%	4,49%	4,00%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Aeroviário	0,06%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,06%	0,05%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em TKU	Dutoviário	1,26%	1,36%	1,30%	1,31%	1,38%	1,39%	1,30%	1,34%	1,31%	1,55%	1,44%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em VKU	Rodoviário	83,25%	68,54%	67,17%	68,89%	65,35%	60,17%	47,23%	66,11%	41,47%	52,58%	83,73%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em VKU	Ferroviário	4,24%	19,04%	20,41%	19,25%	20,44%	26,61%	38,59%	21,54%	43,68%	34,92%	4,94%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em VKU	Cabotagem costeira	5,75%	6,38%	6,33%	6,05%	7,69%	6,97%	6,03%	6,20%	6,91%	6,68%	6,07%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em VKU	Hidroviário	5,53%	4,59%	4,65%	4,43%	5,07%	4,80%	6,82%	4,72%	6,66%	4,30%	3,74%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em VKU	Aeroviário	0,55%	0,63%	0,63%	0,60%	0,63%	0,63%	0,58%	0,62%	0,55%	0,66%	0,67%
Racionalidade da Matriz de Transportes	Matriz de transporte em VKU	Dutoviário	0,68%	0,82%	0,82%	0,79%	0,82%	0,82%	0,75%	0,81%	0,72%	0,86%	0,87%

Fonte: EPL (2021)

Quadro 12: Indicadores de avaliação dos Cenários - Parte 2.

Elemento de Representação	Indicador	Modo de transporte	Cenário 2017	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 7	Cenário 8	Cenário 9	Contra-factual
Sustentabilidade Ambiental	Volumes de gases de efeito estufa emitidos (Ton CO2 eq.)	Todos	154.574.520	191.504.623	194.911.677	222.181.562	186.475.751	170.660.080	176.771.991	190.802.128	186.228.545	182.102.696	197.760.942
Acessibilidade	Tempo médio ponderado - Cargas (segundos/km)	Todos	108	106	107	105	114	114	113	107	133	122	101
Acessibilidade	Tempo médio ponderado - Pessoas (segundos/km)	Todos	47	43	45	51	43	41	42	46	43	42	43
Eficiência	Custo do transportes de cargas (R$ Bi)	Todos	435,53	547,61	542,19	651,77	562,89	475,22	456,17	589,15	513,39	523,53	596,50
Eficiência	Custo médio de transporte de cargas (R$ /1000 TKU)	Todos	209,11	173,85	162,79	169,00	179,39	151,05	127,13	182,21	130,06	158,58	206,00
Eficiência / Integração internacional	Custo médio de transportes de cargas - Recorte Internacional (R$ /1000 TKU)	Rodoviário	326,02	377,29	391,16	402,10	390,28	371,65	397,89	378,76	437,98	428,77	318,46
Confiabilidade	Variação Relativa do Tempo Médio Ponderado para cargas (quanto menor, melhor)	Todos	0,38	0,37	0,37	0,35	0,46	0,45	0,44	0,37	0,64	0,54	0,30
Integração internacional	Tempo médio ponderado para cargas no recorte internacional (segundos/km)	Rodoviário	82	74	74	75	74	74	74	74	74	74	75
Atendimento às demandas de defesa e segurança nacional	Tempo médio ponderado para cargas no recorte de defesa e segurança nacional (segundos/km)	Rodoviário	80	75	75	75	75	78	76	76	81	79	74
Sustentabilidade Econômica	Desembolso (R$ Bi) - Investimentos	Todos	N/A	375,56	410,30	410,30	454,01	410,30	754,65	441,15	789,06	408,86	0,00
Sustentabilidade Econômica	Desembolso (R$ Bi) - Manutenção	Todos	N/A	354,47	356,56	360,60	358,33	357,38	373,20	358,36	383,93	363,57	322,37
Sustentabilidade Econômica	Desembolso (R$ Bi) - Total	Todos	N/A	730,03	766,85	770,90	812,35	767,67	1127,85	799,51	1172,99	772,43	322,37
Segurança	Índice de segurança	Rodoviário	N/A	0,96	0,94	1,05	0,92	0,91	0,89	0,93	0,92	0,90	1,00
Impacto do Transporte no Desenvolvimento Econômico Nacional	Impacto de Investimentos no PIB	Todos	N/A	6,65%	7,01%	7,56%	7,46%	7,02%	11,21%	7,34%	10,40%	7,08%	2,49%
Impacto do Transporte no Desenvolvimento Regional	Impacto dos Investimentos no PIB - Por região - Norte	Todos	N/A	14,04%	14,81%	15,97%	15,77%	14,84%	23,68%	15,50%	21,97%	14,96%	5,26%
Impacto do Transporte no Desenvolvimento Regional	Impacto dos Investimentos no PIB - Por região - Nordeste	Todos	N/A	5,03%	5,31%	5,73%	5,65%	5,32%	8,49%	5,56%	7,87%	5,36%	1,89%
Impacto do Transporte no Desenvolvimento Regional	Impacto dos Investimentos no PIB - Por região - Sul	Todos	N/A	6,28%	6,63%	7,15%	7,05%	6,64%	10,60%	6,94%	9,83%	6,69%	2,35%
Impacto do Transporte no Desenvolvimento Regional	Impacto dos Investimentos no PIB - Por região - Sudeste	Todos	N/A	5,54%	5,85%	6,31%	6,22%	5,86%	9,35%	6,12%	8,67%	5,91%	2,08%
Impacto do Transporte no Desenvolvimento Regional	Impacto dos Investimentos no PIB - Por região - Centro-Oeste	Todos	N/A	11,30%	11,92%	12,86%	12,69%	11,94%	19,06%	12,47%	17,68%	12,04%	4,23%

Fonte: EPL (2021)

Os indicadores calculados apresentam uma visão estratégica macro para cada cenário, onde pode-se observar qual o grau de aderência de cada alteração realizada nas simulações para com os objetivos da Política Nacional de Transportes.

6.1.1. Racionalidade da matriz de transportes

A matriz de transporte brasileira no diagnóstico atual é altamente dependente do transporte rodoviário. Observa-se que para o ano base do PNL (2017) 66,21% da Tonelada quilômetro útil (TKU)[26] estava concentrado nesse modo, e 83,25% do Valor quilômetro útil (VKU). Isso significa que, além de desempenhar papel considerável no transporte de grandes volumes, o transporte rodoviário de cargas é o grande responsável pelo transporte de bens alto valor agregado para grande parte das demandas, de sua origem, até o destino.

Um dos objetivos da PNT, absorvidos pelo PNL, é construir uma matriz de transporte "racional". Entende-se no conceito aplicado pela mencionada política, que a matriz tornar-se-ia mais racional quando a participação dos modos de transporte públicos[27] e de grande capacidade (ferrovias, cabotagem e transporte de navegação interior) fosse mais representativa na produção de transporte. O PNL então, por meio das simulações apresentadas, consegue dar uma resposta efetiva e objetiva de valores possíveis de serem alcançados para a matriz de transporte brasileira que indicariam a racionalidade da matriz.

Observa-se no Quadro 11 que na implantação da carteira de empreendimentos atualmente em andamento, a participação do transporte ferroviário de cargas já tende a subir de 17,69%, para 30,71% (Cenário 1). Concluindo-se outros empreendimentos previstos no Cenário 2, como o segundo tramo da FICO, de Água Boa/MT até Lucas do Rio Verde/MT, a participação modal supera 34%.

Em alguns cenários simulados, o transporte ferroviário alcançou patamares elevados de participação na matriz modal, como nos cenários 6 e 8, chegando a ultrapassar a participação do modo rodoviário. Contudo, tais cenários requerem altos investimentos em infraestruturas, veículos e operação para se concretizarem. Os resultados de outros cenários, como 2, 3, 7 ou 9, demonstram que empreendimentos pontuais e estrategicamente escolhidos, e um patamar de investimentos inferior, são suficientes para vislumbrar uma participação racional dos modos de grande capacidade para a matriz de transporte brasileira. A tendência média é que a produção de transporte ferroviário cresça 193% nos próximos 15 anos, e que a participação deste modo fique em torno de 35% com a concretização de uma rede ferroviária estrategicamente planejada.

Já a cabotagem costeira, tende a representar 9,31% da matriz modal na média dos cenários simulados, embora projetado crescimento efetivo na TKU transportada de 56,94%

26 Os cálculos do TKU e do VKU consideram somente o transporte de cargas doméstico e os trechos em território nacional do que dizem respeito às cargas de exportação e importação. Logo, não são apresentados os valores para a navegação de longo curso e os trechos de transporte rodoviário ou aeroviário fora o território nacional.

27 De uso aberto ao público em geral. Excetua-se desse conceito o transporte via dutos, que é utilizado exclusivamente pelo entre privado detentor da infraestrutura.

acumulados para os próximos 15 anos. No Cenário 4, devido à tendência de redução de custos logísticos para esse modo provocada pela simulação do BR do Mar, a participação do modo pode chegar a 10,62%. Um incremento de 15% na participação do modo na matriz.

O transporte de cargas na navegação de interior apresenta maior possibilidade de crescimento nos cenários 8 e 6, onde foram simuladas significativas intervenções e empreendimentos que estavam planejados no Plano Hidroviário Estratégico (2013). Com altos investimentos em eclusas, barragens, obras de derrocarem, dragagem e sinalização de diferentes bacias, seria possível resolver questões de navegabilidade nos rios São Francisco, Araguaia, Tocantins e Tapajós, acrescentando mais trechos economicamente navegáveis e de efetiva movimentação de cargas ou pessoas. O Cenário 6 indica que a participação do transporte hidroviário pode subir de 5,58%, em 2017, para 8,12% da matriz de transporte brasileira, com um crescimento de TKU de 123%. Porém, o crescimento estaria associado a investimentos acima de R$46 bilhões nessas melhorias, o que reforça a necessidade que análises de pré-viabilidade sejam realizadas para esses projetos no Plano Setorial Hidroviário.

A divisão modal da matriz brasileira em valor revela o transporte de cargas por outro aspecto. É observado, por exemplo, que o transporte aeroviário, apesar de representar uma fatia pequena do transporte como um todo, possui participação de 10 (dez) a 12 (doze) vezes maior na produção de transporte em valor do que em peso, o que não é observado em nenhum dos demais modos de transporte. O transporte rodoviário, contudo, é o grande responsável pelo transporte de mercadorias de alto valor no território brasileiro, mesmo em perspectivas de cenário futuro, onde sua participação tende a representar, em média, 62,12% da matriz.

Uma tendência potencial a ser instalada nessa ótica, porém, é o transporte de mercadorias de alto valor agregado pelas ferrovias, classificadas no presente Plano nos grupos de Carga Geral Conteinerizável e Carga Geral Não Conteinerizável. As simulações apontam que novas ferrovias previstas nos cenários simulados, quando consideradas como alternativas e com capacidade para o transporte de contêineres, elevam a participação ferroviária na matriz de valor de 4,24% (2017) para 24,94% na média.

As figuras 45 a 56 apresentam a TKU e ou o VKU, com a divisão modal, dos cenários simulados por grupo de cargas. Em geral, os cenários 8, 9, 6 e 5, nesta sequência, apresentam as maiores participações acumuladas dos transportes de grande capacidade (ferroviário e em vias navegáveis), exceto para o grupo de cargas de GL, em que o Cenário 5 apresenta mais participação dos transportes de grande capacidade que o Cenário 6.

Considerando que os cenários 6 e 8 são os que consideram a maior oferta de infraestruturas, a distribuição modal apresentada por grupo de cargas corrobora com a relevância das inovações tecnológicas, simuladas no Cenário 5, e das infraestruturas selecionadas no Cenário 9, para todos os grupos de cargas transportados.

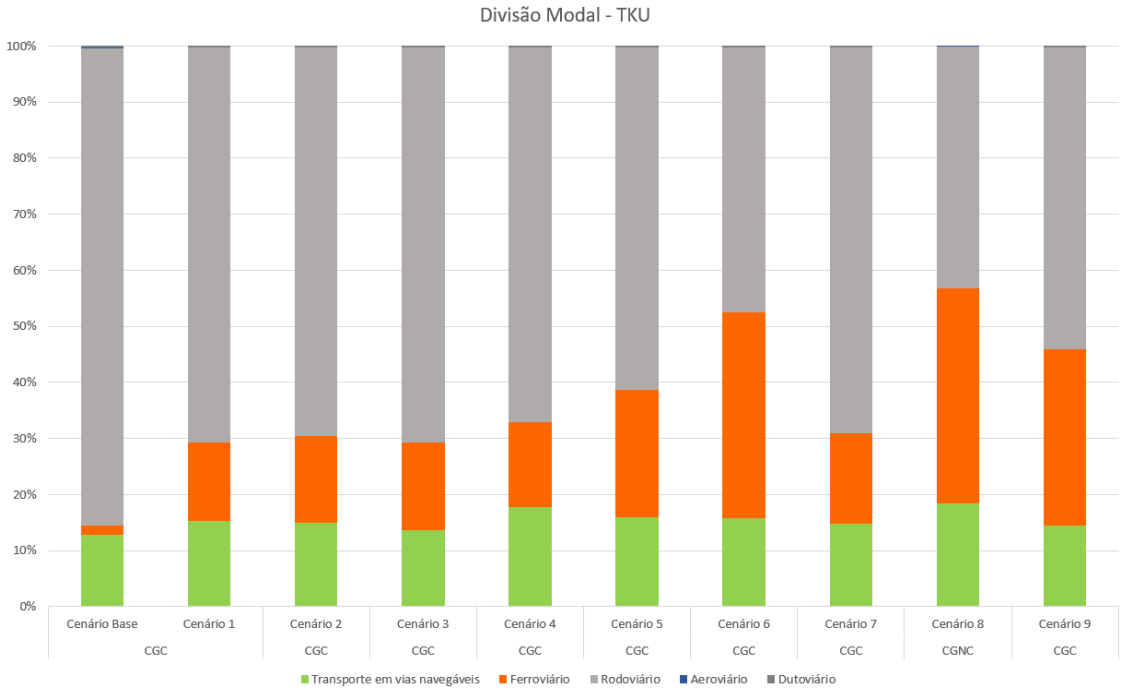


Figura 45: Divisão modal de TKU de CGC para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

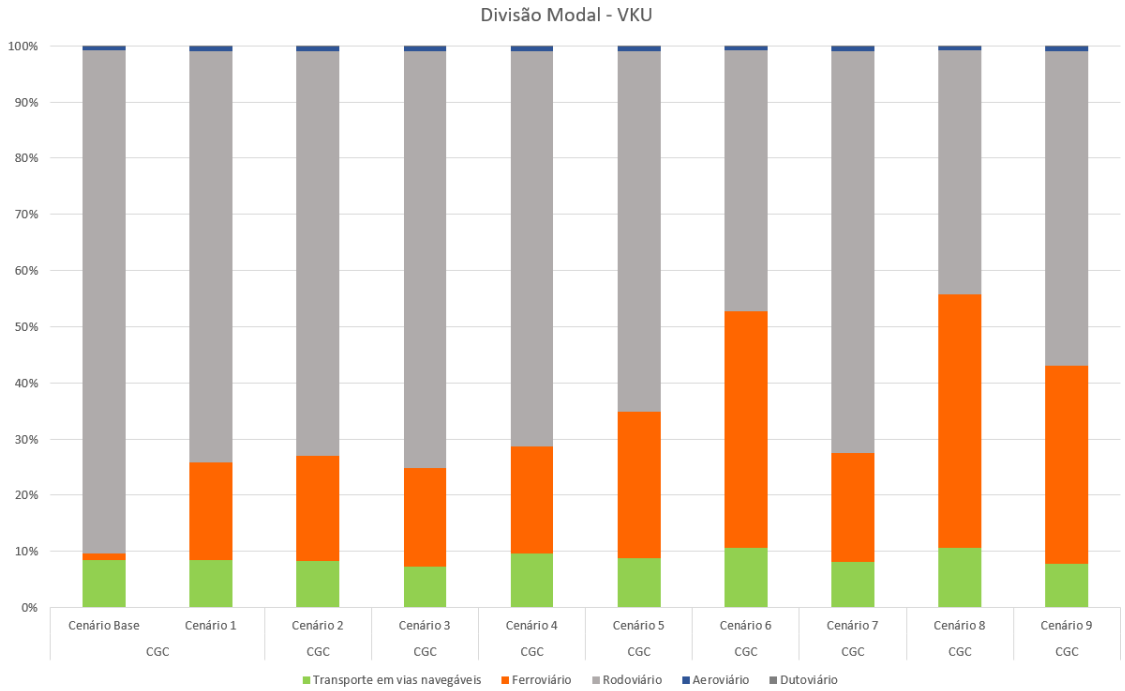


Figura 46: Divisão modal de VKU de CGC para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

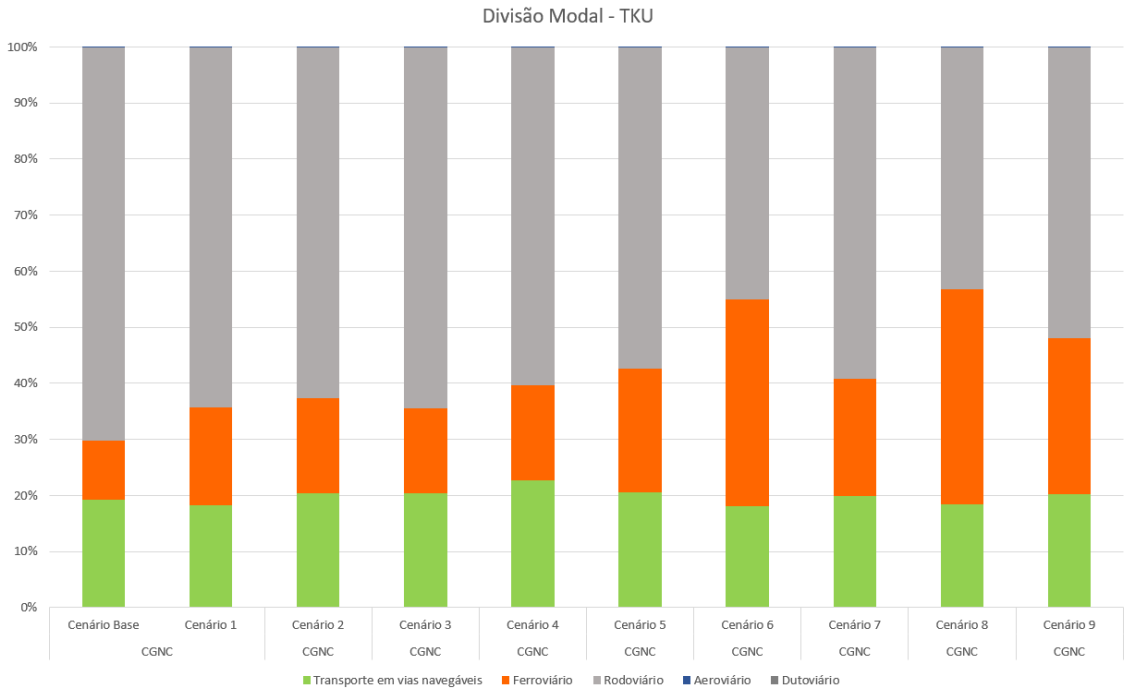


Figura 47: Divisão modal de TKU de CGNC para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

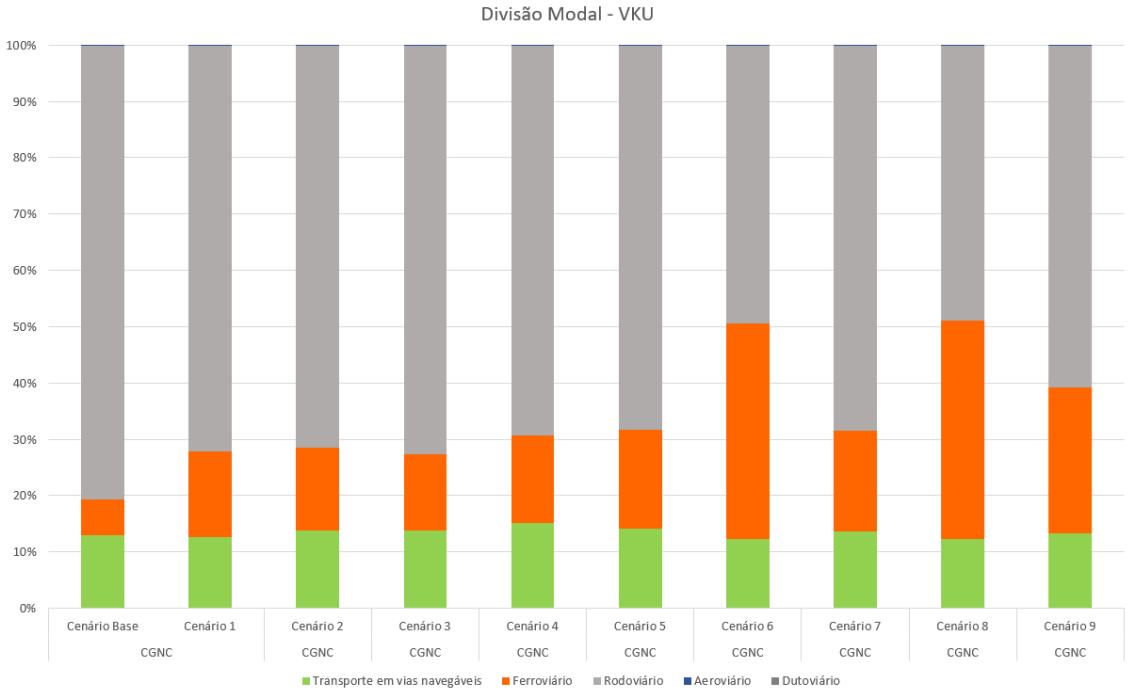


Figura 48: Divisão modal de VKU de CGNC para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

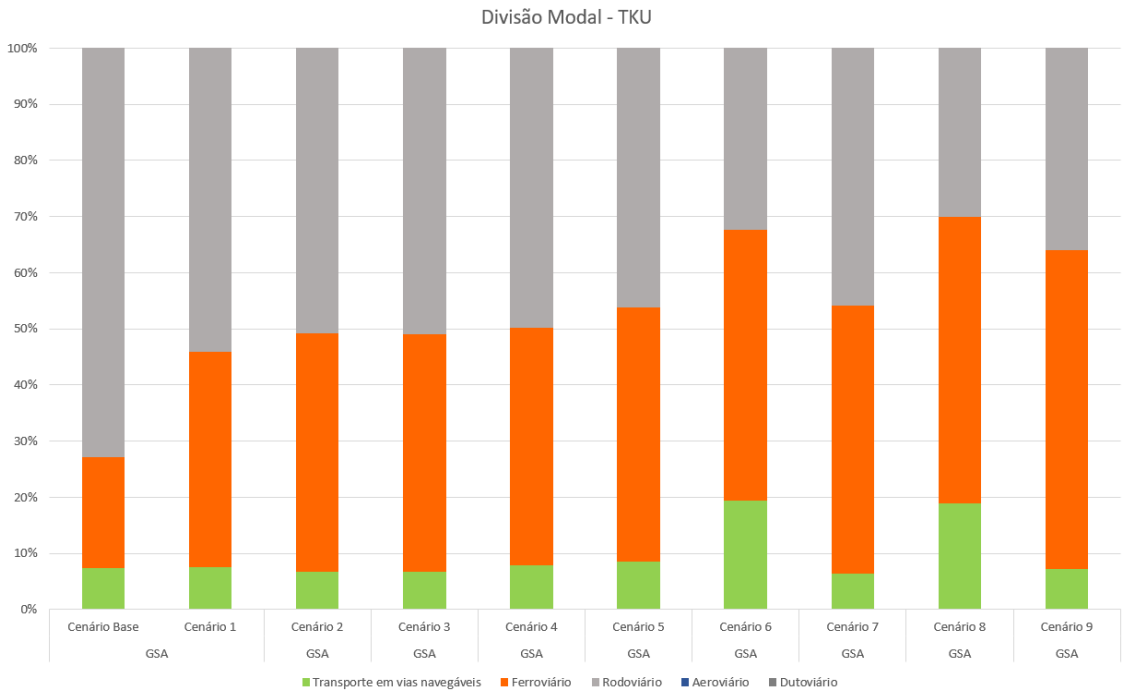


Figura 49: Divisão modal de TKU de GSA para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

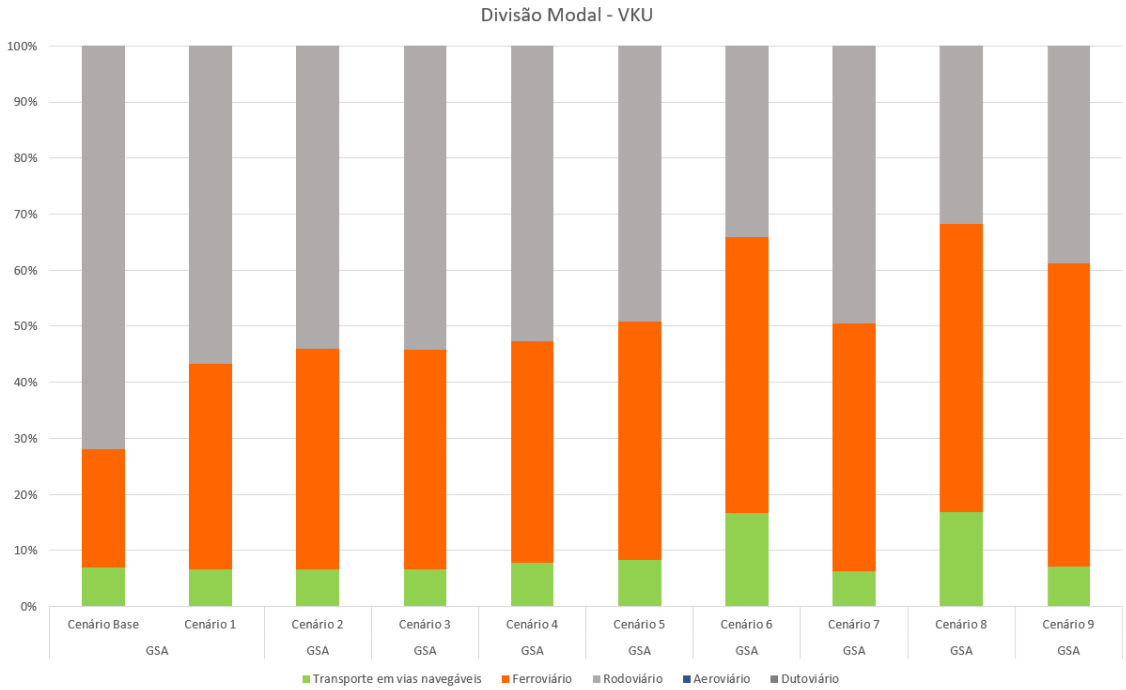


Figura 50: Divisão modal de VKU de GSA para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

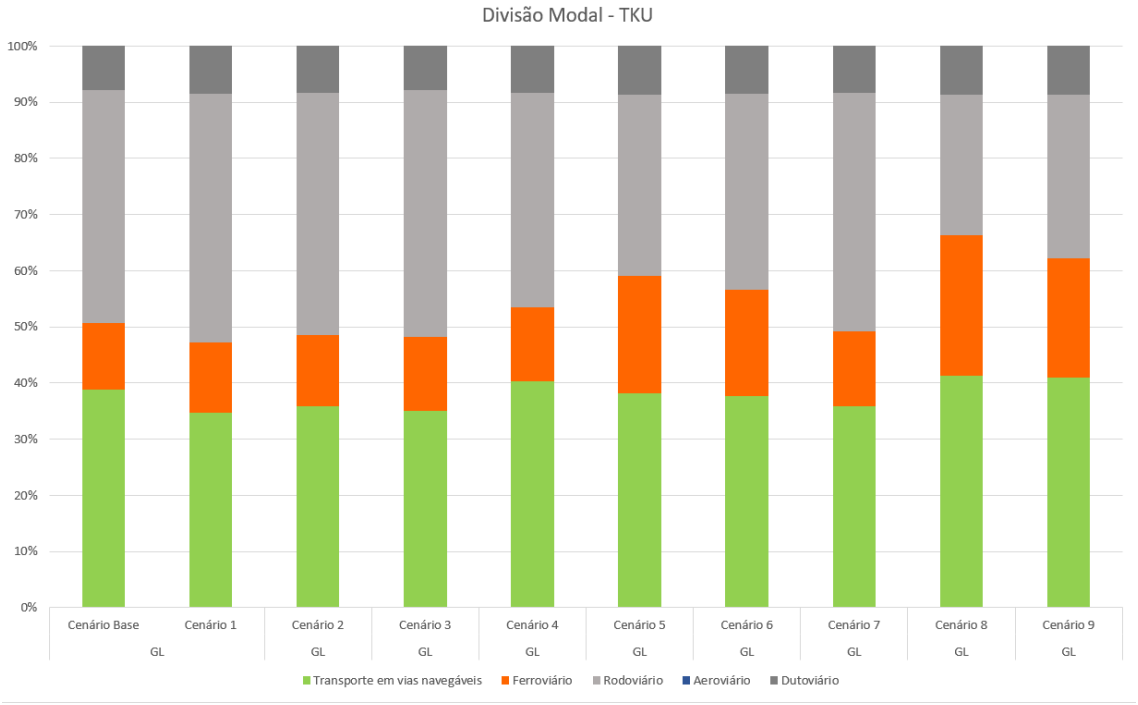


Figura 51: Divisão modal de TKU de GL para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

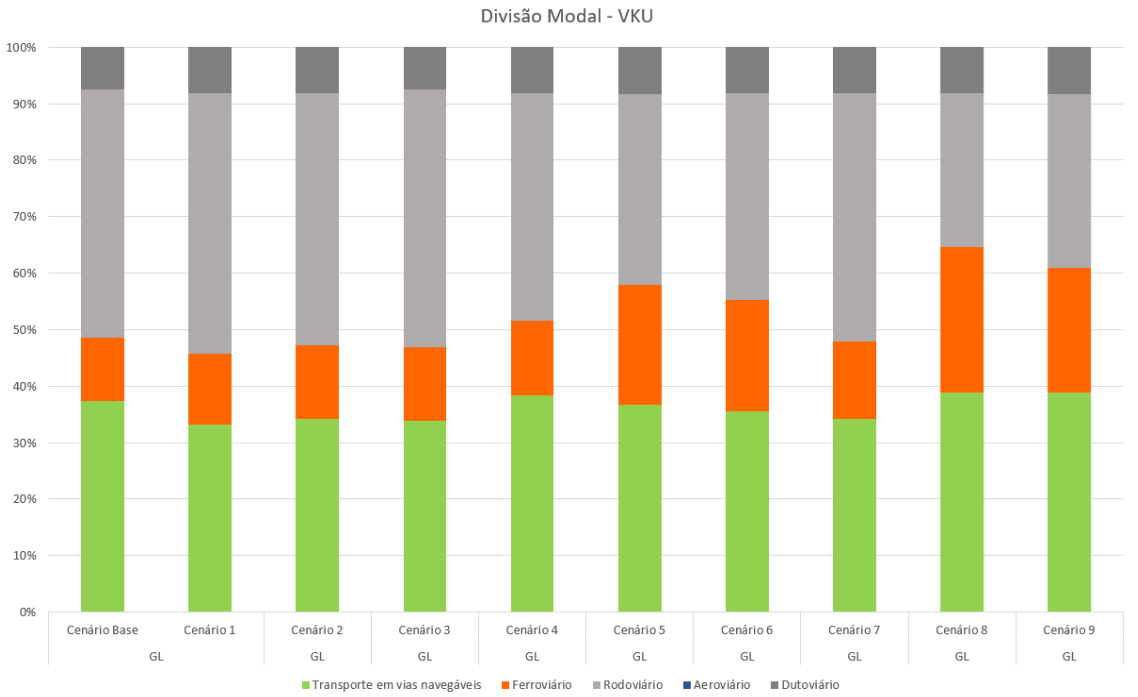


Figura 52: Divisão modal de VKU de GL para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

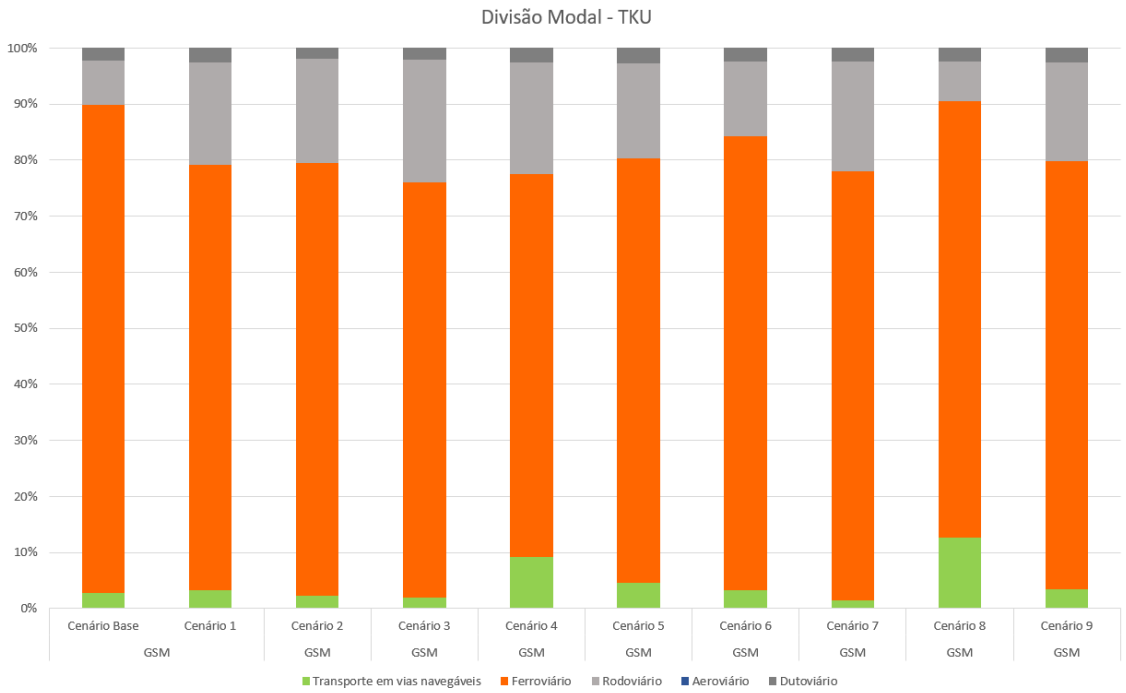


Figura 53: Divisão modal de TKU de GSM para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

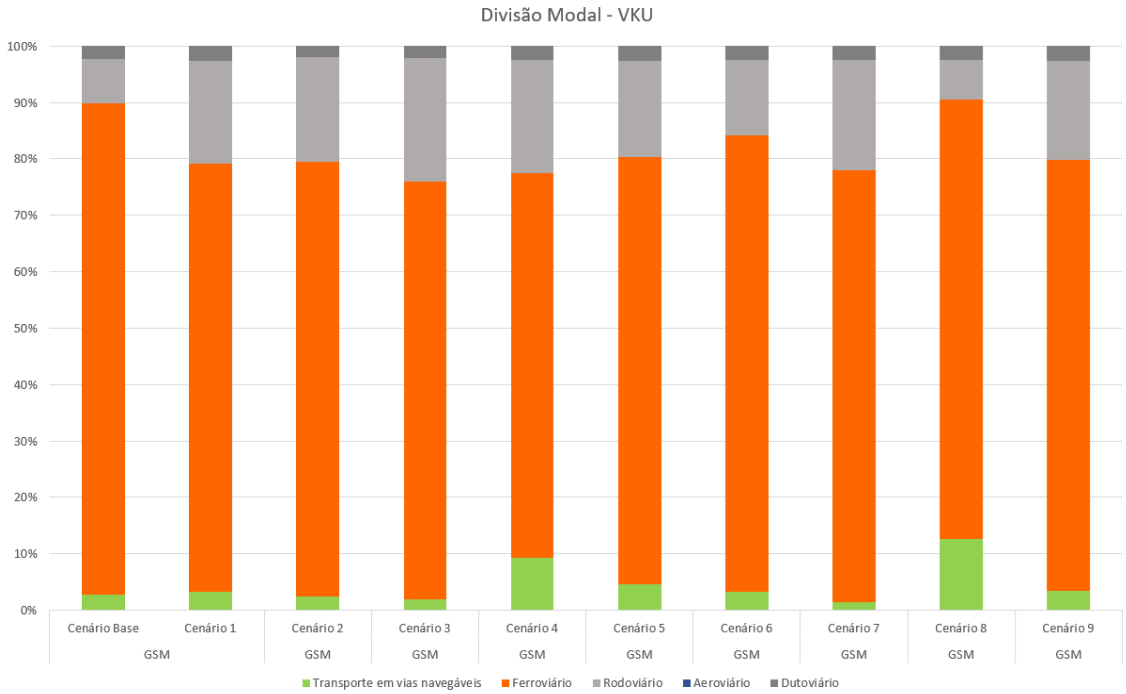


Figura 54: Divisão modal de VKU de GSM para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

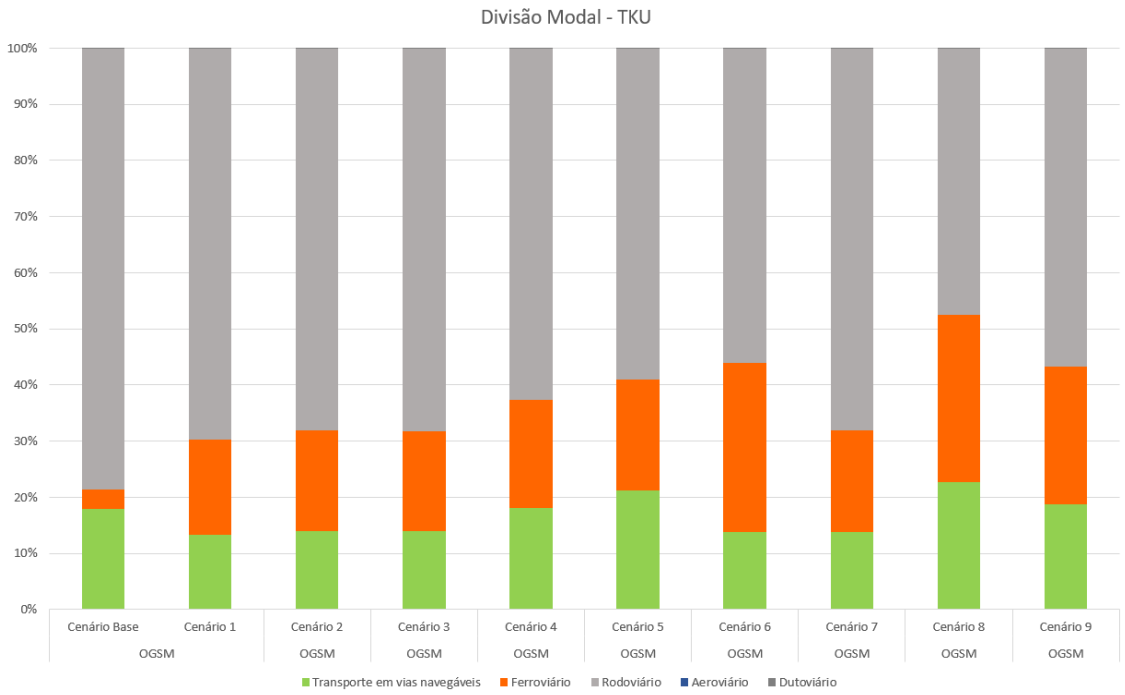


Figura 55: Divisão modal de TKU de OGSM para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

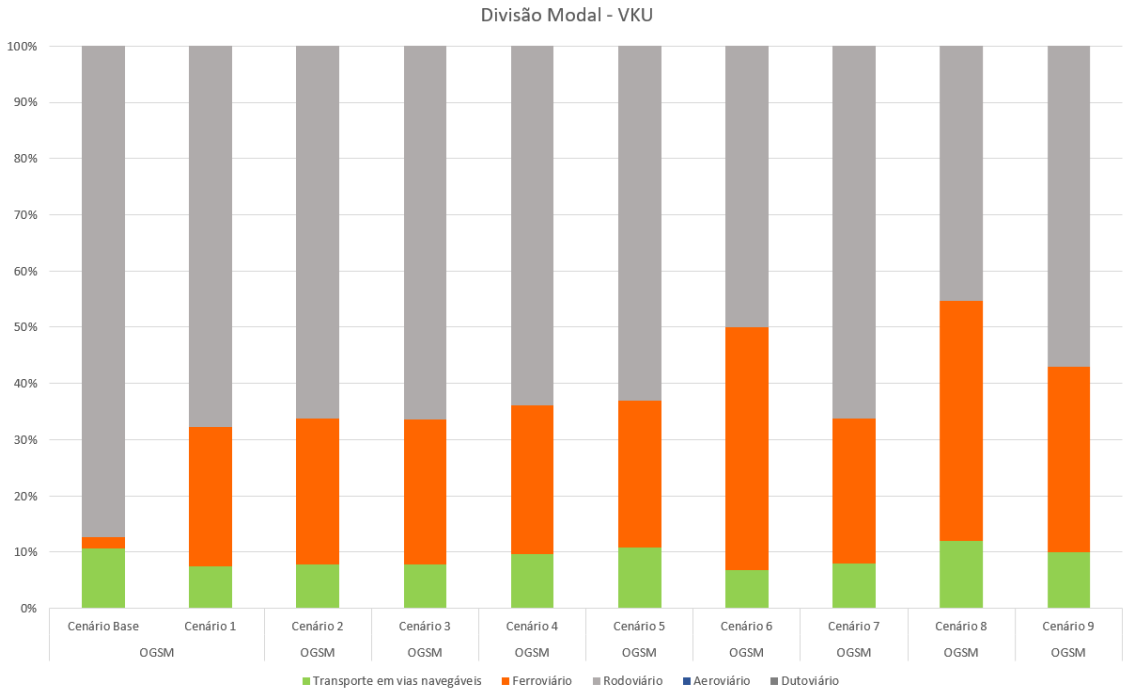


Figura 56: Divisão modal de VKU de OGSM para os cenários simulados.
Fonte: EPL (2021)

6.1.2. Sustentabilidade ambiental

O advento das inovações tecnológicas no setor de transportes tende a impactar positivamente da redução de emissões de gases de efeito estufa, como visto no Cenário 5, que apresentou uma redução de 14% nas emissões quando em comparação ao Cenário

Contrafactual. Um detalhamento das emissões por modo de transporte para esses cenários é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13: Projeções de Emissões de CO2 equivalentes por modo de transporte, para os cenários Contrafactual (2035) e 5 (2035).

Modo	Cenário Contrafactual	Participação	Cenário 5	Participação
Rodoviário	159.946.980,00	80,90%	126.374.467,00	74,10%
Ferroviário	8.185.806,00	4,10%	13.205.876,00	7,70%
Cabotagem costeira	3.970.508,00	2,00%	5.096.269,00	3,00%
Hidroviário	1.486.436,00	0,80%	1.812.257,00	1,10%
Aeroviário	24.171.212,00	12,20%	24.171.212,00	14,20%
Total	**197.760.941,50**	**100%**	**170.660.080,30**	**100%**

Fonte: EPL (2021)

Observou-se que os cenários que projetam um crescimento da produção de transporte nos modos de grande capacidade também apresentaram melhoria no indicador quanto comparados à opção contrafactual. Já o resultado observado no Cenário 3 indica que um crescimento econômico pujante em uma rede de transportes com restrições de capacidade levaria mais cargas para o modo de transporte rodoviário e, consequentemente, projeta impactos negativos nas emissões de gases poluentes.

Na média geral dos cenários simulados, as emissões de CO2 equivalentes calculadas para 2035 estariam em 189.939.999 Ton, o que representaria um crescimento de 22% em relação ao nível do Cenário Base, mas ainda assim, uma redução de 5% em relação ao Cenário Contrafactual, mesmo considerando o aumento da quantidade de bens e pessoas transportadas no horizonte de planejamento, em 2035. Essa configuração indica que os empreendimentos previstos e simulados nos cenários, quando concretizados, tendem a impactar positivamente no alcance desse objetivo estratégico.

A redução de emissões também pode ser contabilizada monetariamente. Segundo os parâmetros da Metodologia de Análise Custo Benefício utilizada pela EPL, cada tonelada de CO2eq não emitida corresponde a R$ 71,43, em valores de 2020. Isso quer dizer que, na média dos cenários simulados, o ganho ambiental da evolução da matriz de transporte para modos menos poluentes seria de R$ 620,72 milhões.

6.1.3. Acessibilidade

Em relação à acessibilidade, observa-se que o tempo médio ponderado para o transporte de cargas apresenta acréscimo em relação ao valor do ano de 2017 em vários cenários (4, 5, 6, 8 e 9). Mesmo as melhorias observadas nos cenários 1, 2, 3 e 7, são singelas (média de 1,85% de redução no tempo médio de transporte). Enquanto para o Cenário base 2017 é projetada uma média de 108 segundos/km (equivalente à uma velocidade média de 33 km/h), para os cenários futuros é projetada uma média de 113 segundos/km. Isso ocorre porque a tendência observada para o transporte de cargas no horizonte do PNL é o incremento dos modos de transporte de grande capacidade, como as ferrovias e a cabotagem. Em que pese serem modos de transporte mais eficientes e de menor custo, por outro lado, tais modos efetuam o transporte em velocidades menores, causando impacto nas médias ponderadas

de cada cenário. A variação média no tempo de transporte de cargas nos cenários futuros é 3,54%, maior em relação ao valor inicial.

Por meio dessas análises, o PNL evidencia desafios para o alcance de todos os objetivos da PNT de forma concomitante, pois identifica a dicotomia entre os objetivos de racionalidade da matriz modal, eficiência e acessibilidade. Na medida em que se observam tendências de melhoria na racionalidade da matriz e nos custos, verifica-se impacto negativo nos tempos de transporte. Isso destaca uma necessidade geral que deve ser conduzida pelos atores dos subsistemas de transporte, em especial, dos transportes aquaviários e ferroviário, pois é evidenciada a necessidade de modernização e alterações da tecnologia dos transportes para compensar o aumento do tempo médio de transporte de cargas em horizonte futuro.

Já a acessibilidade média proporcionada para o deslocamento de pessoas no território nacional apresentou um tempo médio de 47 segundos/km (ou 77 km/h) em 2017. O tempo médio ponderado considera todos os modos de transporte, ponderado pelas respectivas participações dos modos na matriz de transporte interurbano. Logo, nesse valor médio para 2017, há influência principalmente dos modos de transporte rodoviário por automóvel e aéreo, que corresponderam a 57,66% e 24,75% do RPK (pessoas.km) na divisão modal do ano, respectivamente. O tempo médio ponderado para o transporte de pessoas se altera nas projeções para o ano de 2035, variando de 41 segundos/km no Cenário 5, até 51 segundos/km no Cenário 3.

O decréscimo do tempo médio para o transporte de pessoas no Cenário 1 indica que as intervenções e empreendimentos em andamento impactam positivamente na acessibilidade das pessoas em viagens interurbanas, pois apesar do aumento da demanda, ofertam-se melhores condições de fluidez, com 43 segundos/km, equivalente à uma velocidade média de 83 km/h. A ampliação e adequação da rede aeroportuária por meio das concessões e dos investimentos em aeroportos regionais, previstos no Plano Aeroviário Nacional e, também, simulados no PNL a partir do Cenário 1, garantem a adequada acomodação da demanda potencial para o transporte aeroviário, que tende a ocupar maior participação na divisão modal do transporte interurbano no futuro (Figura 57), e com isso, potencializa-se a redução dos tempos de viagem.

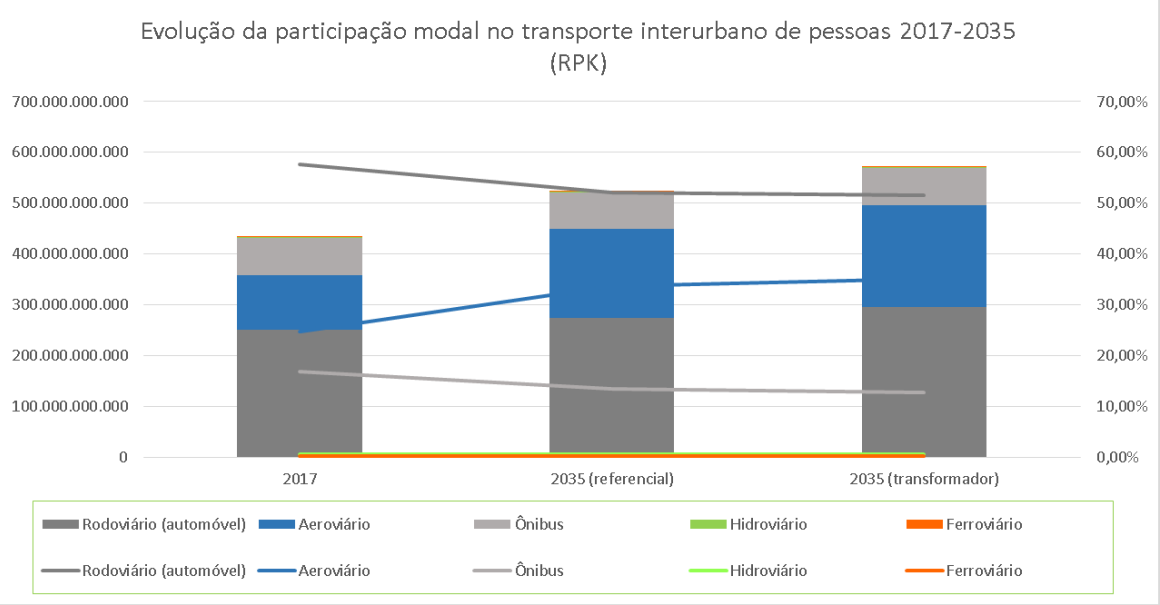


Figura 57 - Evolução da participação modal no transporte interurbano de pessoas 2017, 2035 referencial (Cenários 1, 2, 4, 5, 6, 7 e 9) e 2035 transformador (Cenários 3 e 8).
Fonte: EPL (2021)

Já no Cenário 3, observa-se a tendência de elevação no tempo de viagem, devido ao aumento do volume de veículos, tanto de cargas como de pessoas, nas rodovias, gerando impactos nos tempos médios rodoviários quando consideramos esse cenário de economia transformadora. Mesmo com a perspectiva de aumento da participação do modo aeroviário na matriz, o tempo de transporte pelo modo rodoviário influencia mais na média futura.

6.1.4. Eficiência

Na ótica da eficiência do sistema de transportes, observa-se no Quadro 12 que em 2017 o sistema apresentou um custo total de R$ 435,53 bilhões para o transporte de cargas, o que representou 6,6% do PIB nacional. O Custo total do transporte tende a aumentar em 2035, o que é esperado tanto pelo aumento da quantidade de cargas, quanto pelo desenvolvimento da rede de transportes. Porém, a participação desse custo em relação ao PIB se manteria praticamente inalterada nos Cenários de 1 a 4 e 9, decresceria nos cenários 5, 6, e 8, o que demonstra uma redução efetiva de custos de transporte. No Cenário 7, porém, a participação do custo total no PIB brasileiro apresentaria pequena elevação. Entre os cenários futuros apresentados, o que se configura com menores custos totais é o Cenário 8, que simula, concomitantemente, uma rede de modos de transporte com altas capacidades ofertadas e com impactos de tecnologias inovadoras nos sistemas de transporte, levando ao melhor aproveitamento de veículos e infraestrutura e a reduções efetivas nos custos operacionais e de manutenção.

O Custo médio de transportes por 1000 TKU nos revela o quanto se gastaria para transportar 1000 toneladas em 1 quilômetro da rede, considerando todos os modos na Camada Estratégica de Análise. Já no Cenário 1, observa-se que o custo médio do transporte tende a se reduzir, de R$ 209,11/1000TKU, para R$ 173,85/1000TKU (17% de redução), indicando que os empreendimentos em andamento estão indo ao encontro de uma rede de transportes mais eficiente. Com a alteração da rede por meio de outros empreendimentos, assim como

a consideração de outras variáveis, pode-se chegar a um Custo médio de até R$ 127,13, como no Cenário 6, evidenciando uma redução efetiva de 39%.

Ao analisar esse indicador em conjunto com o de racionalidade da matriz e o de acessibilidade (tempo médio para o transporte de cargas), pode-se dizer que os impactos positivos previstos nos Custos médios e na Racionalidade da matriz são mais evidentes, e em maiores escalas, que as perdas previstas nos Tempos médios para o transporte de cargas.

O Custo médio para o recorte internacional foca na análise das infraestruturas que fazem parte da Camada Estratégica de Análise, mas que também contribuem para a integração internacional (rodovias que contribuem para escoamento para e a partir de fronteiras terrestres, portos e aeroportos internacionais). Observa-se que o Custo médio desse grupo de infraestruturas é maior que o geral da Camada Estratégica de Análise. Para o Cenário 2017, o Custo médio do recorte internacional é 56% maior que o de toda a CEA. Os resultados obtidos para esse indicador em horizonte futuro demonstram a elevação dos custos em qualquer cenário, evidenciando uma necessidade geral, que deve ser observada nos Planos Táticos Setoriais, buscando agregar os mesmos benefícios observados na redução de Custos médios para as infraestruturas da Camada Estratégica de Análise, nas que pertencem ao recorte internacional.

6.1.5. Confiabilidade

O indicador de Confiabilidade mede a variação dos Tempos médios para o transporte de cargas dos cenários para a Camada Estratégica de Análise em comparação com um Tempo médio hipotético que representa o tempo da rede em condições de fluxo livre, ou seja, sem a interferência de problemas operacionais, congestionamentos e limitações de capacidades nas infraestruturas em geral. Logo, busca representar o quão próximo o tempo do cenário está de uma expectativa de transporte ideal do embarcador. Quanto menor é o valor do indicador, melhor é a condição de Confiabilidade, pois indica que o Tempo médio do transporte no cenário está próximo ao tempo esperado.

Assim como ocorre no indicador de Acessibilidade, a migração de determinadas cargas para os modos de grande capacidade e menor velocidade operacional (ferrovia, cabotagem costeira e navegação interior), em relação ao Cenário Base, em que o modo rodoviário possui maior participação, afeta a expectativa de Tempo médio total, e por consequência, a distância para com um tempo de fluxo livre de referência. Por isso, cenários como 4, 5, 6, 8 e 9, que concentraram maior participação nos modos de grande capacidade, apresentam piora nesse indicador.

Outros cenários, como o 1, 2, 3 e 7, apresentam alguma melhoria (aproximadamente 5%).

6.1.6. Segurança

O Índice de segurança é calculado exclusivamente para o modo rodoviário, que é o mais representativo entre os modos em quantidade de acidentes, devido à magnitude da quantidade de viagens, à quantidade de variáveis externas que interferem na segurança e aos riscos envolvidos em relação aos demais modos. O Índice projeta uma probabilidade de segurança em relação ao Cenário Contrafactual. Quanto menor o valor, mais seguro é o sistema rodoviário em relação à opção de nada a fazer, sendo que questões como as

características físicas das rodovias, a quantidade de viagens em cada trecho e as probabilidades de acidentes são variáveis que alimentam a estimativa.

Na ótica considerada, os cenários 1 e 2 já apresentariam uma melhoria de segurança, indicando que tanto o conjunto de empreendimentos em andamento, como os previstos no Cenário 2, agregariam cerca de 5% de segurança à mais que o Cenário Contrafactual, devido às intervenções de duplicação, aumento de capacidade, pavimentações e adequações de trechos previstas em relação à rede atual. Já nos Cenários de 4 a 9, as melhorais seriam mais significativas, com redução média no Índice de 9%.

O Cenário 3, que considera a economia em cenário transformador, leva ao aumento de alguns fluxos de produção e, consequentemente, ao aumento do número de viagens, em conflito com uma rede com capacidades limitadas nas ferrovias, portos e hidrovias. A alternativa encontrada para os fluxos nesse cenário é o atendimento pelo modo rodoviário mesmo em grandes distâncias. Com maior número de viagens rodoviárias de veículos pesados e leves, aumenta-se a probabilidade de acidentes, levando a uma situação de segurança 5% mais crítica. Dessa análise, resulta-se uma diretriz necessária ao desenvolvimento do Plano Setorial de Transportes Terrestres, que no caso da consideração de uma economia transformadora, deve também considerar os adequados investimentos nas rodovias para a redução da probabilidade de acidentes.

6.1.7. Integração internacional

O indicador de Tempo médio ponderado para cargas no recorte internacional observa a acessibilidade proporcionada pelas rodovias que contribuem para escoamento para e a partir de fronteiras terrestres, portos e aeroportos internacionais, representando um acesso de "última milha". Os cenários futuros apresentam um Tempo médio de deslocamento de 74,20 segundos/km, equivalente à uma velocidade média de 49 km/h, indicando uma redução e, consequentemente, melhoria, de 9% em relação ao Tempo de deslocamento em 2017 (82 segundos/km).

Em todos os cenários evidencia-se praticamente o mesmo grau de melhoria no indicador, reforçando o valor médio como tendência.

6.1.8. Atendimento às demandas de defesa e segurança nacional

Já o Tempo médio ponderado para pessoas no recorte de defesa e segurança nacional avalia a acessibilidade proporcionada para o deslocamento de forças de defesa e segurança nacionais. São considerados os trechos rodoviários que fazem parte de municípios onde se encontram bases do Exército, Aeronáutica, Marinha, postos da Polícia Rodoviária Federal, postos e sedes da Polícia Federal, fronteiras, portos e trechos que alimentam aeroportos internacionais. Logo, o indicador demonstra o quão acessível o sistema de transporte se apresenta para as demandas de tais entidades.

O Tempo médio observado nesse indicador é menor que o representativo para a média geral do transporte de cargas, o que é esperado, pois nesse caso, considera-se somente o modo rodoviário como responsável pelo acesso imediatamente próximo aos pontos de interesse para a segurança e defesa nacionais. O Tempo médio de deslocamento em 2017 para esse recorte é de 80 segundos/km, o que equivale à uma velocidade de 45 km/h. A tendência para os cenários futuros é de redução do Tempo de deslocamento, 76 segundos/km, em média.

Apenas o Cenário 8 apresenta tendência de piora no Tempo de deslocamento (81 segundos/km), mas com baixo impacto.

6.1.9. Sustentabilidade econômica

A sustentabilidade econômica dos cenários é avaliada com os dados estimados de desembolsos para a disponibilização das infraestruturas.

Os desembolsos compreendem os investimentos e gastos nos empreendimentos e intervenções consideradas no PNL. Como já comentado nesta publicação, para o Cenário 1, considera-se a finalização dos empreendimentos em atual execução (e com orçamento previsto no PPA 2019-2023) e a implementação dos empreendimentos de parcerias já qualificados no PPI (Programa de Parcerias de Investimentos). Já nos cenários 2 a 5, consideram-se, além dos previstos no Cenário 1, outras obras que fazem parte de instrumentos de planejamento ou de programas específicos do Ministério da Infraestrutura, cujos projetos estão em diferentes fases de desenvolvimento, como aqueles compilados para proposição da carteira que comporia o programa Pró-Brasil. Os cenários 6 e 8, agregam as propostas da sociedade e mercados, as previsões de planos setoriais anteriormente desenvolvidos, e uma gama maior de empreendimentos dos governos estaduais. O Cenário 7 considera o acréscimo de investimentos previstos para o caso de projetos ferroviários via autorização, enquanto o Cenário 9, possui uma metodologia específica para a seleção de empreendimentos que o compõe, como detalhado na seção 6.10. Conforme a variação de rede, os investimentos nos cenários também são bastante variados, e constituem dados valiosos para a avaliação do custo-benefício de cada hipótese.

Ressalta-se que os investimentos contemplam tanto as ações públicas como privadas, e ainda, o montante de investimentos já garantidos nos contratos de concessões vigentes, representando assim, um retrato mais fiel do custo da infraestrutura a ser comparado com seus benefícios.

Além dos valores de investimentos, é estimado um valor referente à manutenção de toda a rede, visto que se considera que mesmo as infraestruturas não afetadas nas intervenções mapeadas para simulação nos cenários futuros, necessitariam de aporte financeiro para garantir a disponibilidade em iguais condições do Cenário Base (2017), no horizonte de 2035. A estimativa desse valor é baseada em custos médios e aplicada em toda a rede que faz parte da Camada Estratégica de Análise que não sofreu intervenção ou investimento em cada cenário. Por esse motivo, os valores são diferenciados para cada cenário.

Entre as opções simuladas, o Cenário 1 é o que apresenta menor valor de desembolsos (R$ 730,03 bilhões), pois todos os demais cenários são um acréscimo de rede em relação a este. Os cenários 2, 3, 5 e 9 apresentam um desembolso previsto no mesmo patamar, de R$ 769 bilhões, representando um acréscimo de 5% em relação ao Cenário 1. Os demais cenários possuem variações mais significativas, sendo os cenários 6 e 8, os com maiores desembolsos, chegando à necessidade de R$ 1,17 trilhões no Cenário 8, devido à ampla rede de transportes ofertada.

Importante destacar que, por mais que se tenha desempenhado um trabalho criterioso de levantamento dos investimentos futuros, existem ainda previsões nos subsistemas de transporte não contabilizadas nesse montante. Como exemplo, temos todo o investimento

da iniciativa privada e do mercado de logística e transportes em equipamentos, material rodante e em tecnologia, que agregam e afetam igualmente os resultados do sistema, como verificamos nas simulações do Cenário 5. Outro montante relevante, é o investimento com perspectivas de ser efetivado nos Terminais de Uso Privado - TUP e demais Instalações portuárias autorizadas. Segundo o monitoramento da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ[28], cerca de R$ 46,76 bilhões estão previstos nas autorizações efetivadas. Porém, como tais previsões não se caracterizam como compromissos de investimento, e dependem de uma série de variáveis e decisões do particular autorizatário, não são computadas neste indicador. O mesmo ocorre com os investimentos previstos para o subsistema dutoviário, que depende exclusivamente da iniciativa e dispêndio do mercado privado.

O indicador de Desembolso deve ser analisado em conjunto com os demais, avaliando se os ganhos observados nas variações dos demais indicadores em relação ao Cenário 1 justificariam o maior desembolso.

6.1.10. Impacto no desenvolvimento econômico nacional e regional

De acordo com as projeções de cenários futuros do PNL 2035, as intervenções na infraestrutura possuem potencial significativo no desenvolvimento econômico. O impacto nacional da finalização dos empreendimentos e intervenções em andamento ou parcerias qualificadas já geraria um potencial de crescimento adicional de 6,65% no PIB nacional futuro, que seria incrementado acima de 7,01% em qualquer dos demais cenários. Ou seja, com 5% a mais de investimento (como visto no indicador anterior), há potencial de, no mínimo, 8% a mais de impacto no desenvolvimento econômico. Considerando que o impacto no PIB tende a ser acumulativo ano a ano, os resultados observados corroboram com a estratégia de Estado de promover o desenvolvimento econômico por meio do investimento em infraestrutura.

Os cenários com maiores expectativas de impacto dos investimentos em infraestruturas de transportes no desenvolvimento econômico, são, novamente, os cenários 6 e 8, com a média de 10,8% de impacto positivo no PIB, devido à oferta de transporte consideravelmente mais ampla que os demais cenários. Porém, observa-se que para alcançar esse patamar de impacto no desenvolvimento, que é 63% maior que o previsto no Cenário 1, seria necessário um investimento 106% maior que o do primeiro Cenário. Outros cenários, em contrapartida, conseguem agregar ganhos representativos com uma menor variação dos investimentos, como os cenários 2, 3, 5 e 9, que aproximam a variação de impacto na economia, da variação dos investimentos.

Quando avaliado esse índice na ótica regional, percebe-se que regiões com menor densidade de infraestruturas de transporte tendem a apresentar maior potencial de desenvolvimento econômico quando realizados investimentos. A Região Norte, por exemplo, possui um potencial de impacto identificado em até 23,68%, se considerados os investimentos do Cenário 6, e uma média de 15,68% de impacto como tendência. Outro destaque é para a Região Centro-Oeste, alvo de significativos investimentos previstos,

[28] Painel de monitoramento de instalações privadas. Disponível em: http://bit.ly/painel_instalacoes_privadas

como a Ferrovia Norte-Sul, a FICO e a Ferrogrão, podendo gerar impactos de até 19,06% adicionais na projeção de PIB para 2045, devido aos investimentos realizados até 2035.

6.2. CENÁRIO 1 - EMPREENDIMENTOS EM ANDAMENTO

O primeiro cenário a ser analisado tem como alterações da oferta de infraestrutura apenas os empreendimentos e intervenções considerados como em andamento, bem como a projeção das matrizes de origem e destino em um cenário de crescimento referencial.

Os principais destaques transformadores da rede de transportes nesse Cenário estão associados à implantação completa da FIOL até sua ligação com a Ferrovia Norte-Sul, da FICO entre Mara Rosa e Água Boa/MT, ligando com a já citada Ferrovia Norte Sul, e da Ferrogrão que, conforme os resultados do cenário, podem atrair volumes da ordem de 100, 90 e 40 milhões de toneladas para o ano de 2035, respectivamente.

Intervenções e investimentos de grande vulto nas principais rodovias do País consideradas no Cenário, tanto aqueles realizados pelo Poder Público como pelas Concessionárias, impactam na fluidez e nos tempos de viagem, como visto nos resultados dos indicadores na Seção 6.10. Nesse bojo, destacam-se intervenções na BR-163/MT, MT-407, BR-060/153/262 DF/GO/MG, BR-040/DF/GO/MG, BR-470, BR-282/153/SC, SC-412, BR-153/080/414/GO/TO, BR-116/493/RJ/MG, BR-116/465/101/SP/RJ e a concessão das Rodovias Integradas do Paraná, que reúnem uma série de trechos federais e estaduais, entre outras intervenções e investimentos em rodovias.

Observa-se ainda a ampliação massiva do fluxo de "outros cereais" pela cabotagem, saindo do Rio Grande do Sul e subindo pela costa brasileira para abastecimento de cidades do Sudeste e Nordeste, produto que faz parte do grupo das cargas gerais conteinerizáveis.

Cresce, ainda, o volume de carga geral conteinerizável entre o nordeste e o sul do país, com intensa troca entre os portos presentes nesse espaço. Esse comportamento pode ser explicado pela concentração populacional nos Estados ao longo desse percurso, com um alto consumo de bens industrializados e de alto valor agregado.

Fica intensificado, ainda, o grande corredor rodoviário de troca de cargas gerais (CGC e CGNC) entre São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ e Belo Horizonte/MG através das infraestruturas rodoviárias que ligam tais centros urbanos. Nesse sentido e para as mesmas cargas, Curitiba/PR apresenta uma grande sinergia de ligação com as cidades mais populosas da Região Sul do país. Com relação ao segundo tipo de carga, nota-se a formação de um corredor entre a BR-364/RO e a BR-319/AM, com pronunciada troca de cargas entre os estados da região Centro-Oeste e Sudeste com Manaus/AM.

Fica demonstrado, ainda, que apesar da BR-163 transferir parte de seu volume alocado (em toneladas) para as ferrovias, permanece mantendo sua importância no quesito de valor, apresentando VKU relevante tanto para CGC quanto para CGNC.

Para os granéis agrícolas verifica-se a formação de um corredor central, valendo-se da Ferrovia Norte-Sul em toda sua extensão ativa, com carga de petroquímicos (GL), acompanhando uma tendência já observável em 2017 e complementada no presente cenário pela ativação da FNS/TC e da FICO, tanto para valor (VKU), quanto para peso (TKU).

Em menor escala, mas ainda relevante, o tramo central da Ferrovia Norte-Sul apresenta um volume de cargas gerais sendo transportadas ligando o interior de São Paulo/SP ao Nordeste brasileiro através desse corredor central.

Retornando à abordagem acerca das ferrovias, a FIOL apresenta uma atratividade considerável para granéis sólidos agrícolas, drenando cargas de soja da região de Barreiras/BA e do "baixo MATOPIBA", para utilização do porto em Ilhéus/BA, além de dar continuidade para o escoamento dos granéis agrícolas que adentram a malha ferroviária pelo primeiro tramo da FICO, passando pela Ferrovia Norte-Sul.

Esse impulso de conexão reforça a necessidade de capacidade portuária competitiva em Ilhéus/BA. Esse fenômeno pode ser observado na Figura 58.

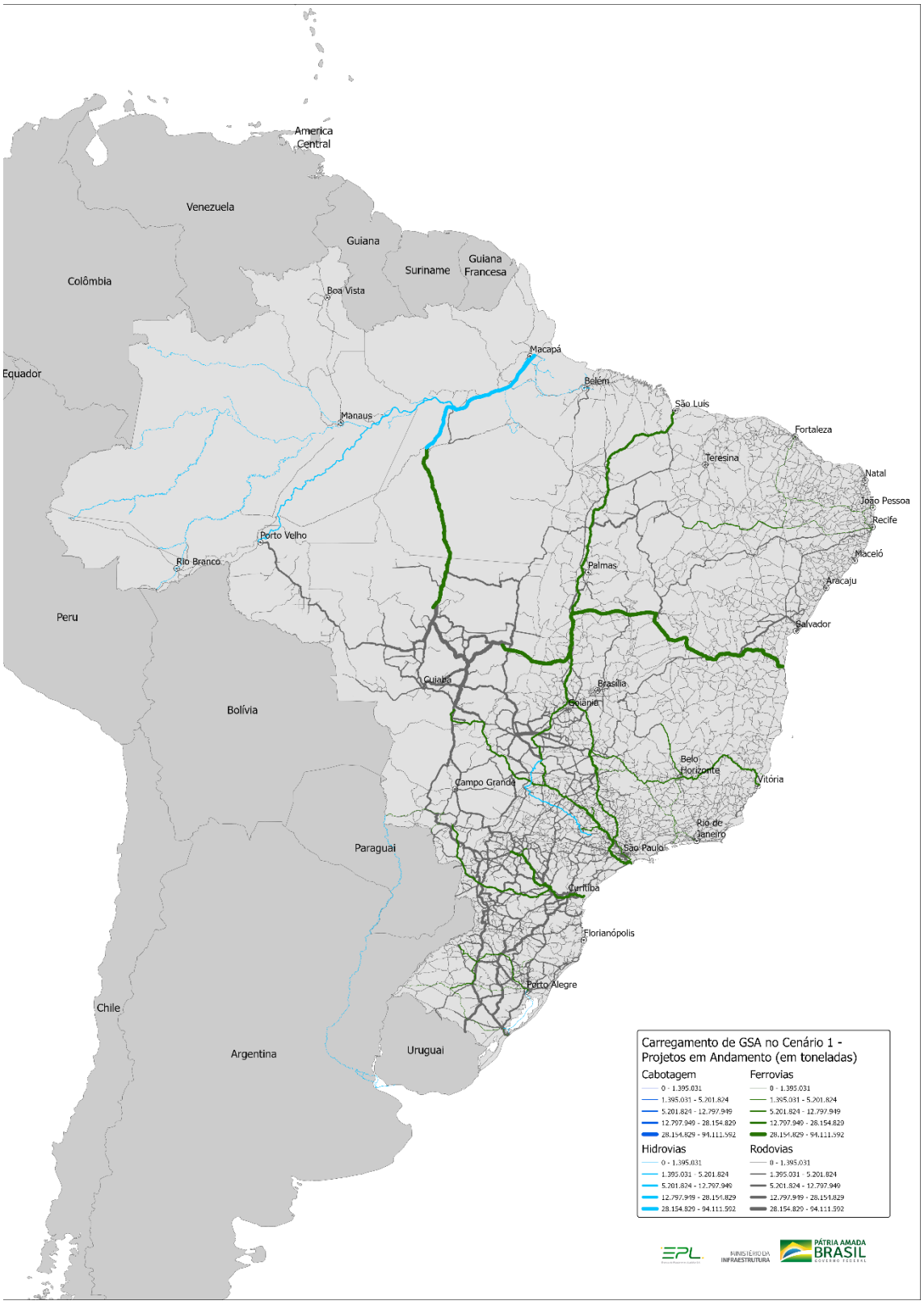


Figura 58 - CENÁRIO 1 - Empreendimentos em Andamento - carregamento de GSA.
Fonte: EPL (2021)

A principal diferença no presente cenário, tomando como referência o ano de 2017, está associada ao comportamento gerado pela implantação da ferrovia Ferrogrão, ligando a cidade de Sinop/MT ao porto de Miritituba, em Itaituba/PA. Os volumes atraídos pela ferrovia contemplam as cargas de GSA do oeste mato-grossense, que anteriormente optavam pela saída pelo rio Madeira, em Porto Velho, norte e centro do estado, que se dividiam pela saída pela BR-163 para norte e, principalmente, para a Ferrovia Rumo Malha Norte, na cidade de Rondonópolis/MT. Deve-se destacar, ainda, redução de volume potencialmente alocado na BR-158 MT/PA, em relação ao Cenário base (2017), para o grupo de cargas de GSA. Contudo, observou-se que na soma de todos os grupos de carga, em valor, a referida rodovia ainda possui relevância de carregamento no Cenário 1.

O modelo funcional de simulação integrada, dado seu nível de desagregação, apresenta os movimentos dos produtores de menor escala perfazendo uma teia de interligação para os corredores de alta capacidade e menor custo, o que, mais uma vez, valida o comportamento do modelo.

Embora em menor volume, a malha da Ferrovia Rumo Malha Norte ainda se apresenta como uma solução interessante para o escoamento de soja e milho, componentes do granel sólido agrícola, oriundos do Mato Grosso, ampliando seu volume de GSA transportado no interior de São Paulo, especialmente em Fernandópolis, Votuporanga, São José do Rio Preto, Santa Adélia e Pradópolis, pela captação de açúcar.

Em marcha ao norte do país, a Ferrovia Norte Sul, em seu tramo central, capta o volume de GSA produzido pela região do MATOPIBA, não captado pelo sistema FIOL, encaminhando esses volumes ao porto do Itaqui, em São Luiz/MA para exportação. Observou-se nesse Cenário, tendências de alta saturação das capacidades portuárias dessa região.

A reativação do ramal Norte/Sul da Ferrovia Rumo Malha Oeste apresenta um potencial de captação do GSA produzido pelo estado do Mato Grosso do Sul, na região de Maracaju e Dourados, levando para Santos/SP.

Por fim, a hipótese de reativação dos trechos da Ferrovia Rumo Malha Sul faz aparecer um potencial corredor de escoamento central na Região Sul brasileira, levando as cargas produzidas por essa região para os portos.

Em termos da matriz de transportes, traçando um paralelo direto com o cenário de calibração, observa-se um acréscimo de importância das ferrovias, subindo cerca de 13% na matriz de transportes brasileira. Por sua vez, o modo rodoviário perde cerca de 11% da representatividade em TKU transportado reduzindo assim a distância entre esse modo e a ferrovia. É importante notar que todos os modos de transporte apresentarão crescimentos significativos nas suas produções, porém, os resultados indicam taxas diferentes, que variam ainda mais conforme os determinantes dos demais Cenários simulados.

As alterações da rede de simulação e dos fluxos de cargas no Cenário 1 são refletidas na divisão modal por grupo de cargas tanto em peso quanto em valor. O Quadro 14 apresenta uma comparação da divisão modal por grupo de carga e modo de transporte no Brasil entre o Ano-Base-2017 e o Cenário 1, em percentual de TKU.

Quadro 14: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2017 e 1, em peso.

Modo	Cenário Ano-Base 2017		Cenário 1 – Empreendimentos em Andamento - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.549,84	66,21%	1.869,70	54,54%
Ferroviário	414,13	17,69%	1.052,66	30,71%
Cabotagem costeira	215,49	9,21%	303,12	8,84%
Navegação em vias interiores	130,61	5,58%	154,25	4,50%
Dutoviário	29,56	1,26%	46,75	1,36%
Aeroviário	1,33	0,06%	1,74	0,05%
Total	**2.340,96**	**100%**	**3.428,22**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

Em relação ao transporte de pessoas, a principal alteração se dá em relação ao aumento do número de aeroportos com operação de voos regulares que, conforme Cenário absorvido do PAN 2018-2038 para o PNL 2035, chegará a 164 aeroportos com voos comerciais. Esse aumento da oferta, associada à tendência de evolução da demanda por transporte aéreo observada historicamente, e com perspectiva de continuidade para os próximos anos, faz com que esse seja o modo de transporte interurbano com maior crescimento, com a demanda doméstica podendo chegar a 126 milhões de passageiros transportados em 2035[29] - um aumento de 64% em relação ao cenário base 2017. Já o modo rodoviário por automóvel, principal responsável pelo transporte interurbano de pessoas no território, continuará mantendo sua posição na matriz modal, mas crescerá em uma taxa menor, acumulando 19% até 2035, e chegando a 1,8 bilhões de viagens ao ano.

O transporte por ônibus interurbano nesse cenário, contemplando tanto os ônibus de serviços interestaduais, como os intermunicipais, tende a se manter estável ao longo dos próximos anos, enquanto a demanda observada nos demais modos cresce. No geral, a demanda por ônibus interurbanos tende a cair 4% até 2035, chegando a 420 milhões de passageiros transportados. Em serviços rodoviários interestaduais, a queda é menor, 2,8%. Essa tendência resultante das projeções da matriz de transporte interurbano de pessoas para um cenário referencial e da divisão modal e alocação sequente conforme as características do cenário é explicada pelo aumento do número de viagens por automóvel, principalmente para curtas e médias distâncias, e no transporte aéreo, para longas distâncias. Com a melhoria das condições de renda da população consideradas no cenário macroeconômico de referência, há aumento da taxa de motorização, do número de viagens discricionárias interurbanas, e consequentemente, a migração de parte da demanda para o automóvel e o transporte aéreo.

29 No PNL 2035, não se considera dupla contagem de passageiros em virtude de conexões, e por esse motivo, o valor pode parecer um pouco menor em comparação aos dados da ANAC. Considera-se aqui, que cada pessoa transportada é contabilizada como um passageiro, independente de quantas conexões realiza em uma mesma viagem interurbana.

A Figura 59 apresenta os fluxos interurbanos alocados de pessoas no Cenário 1.

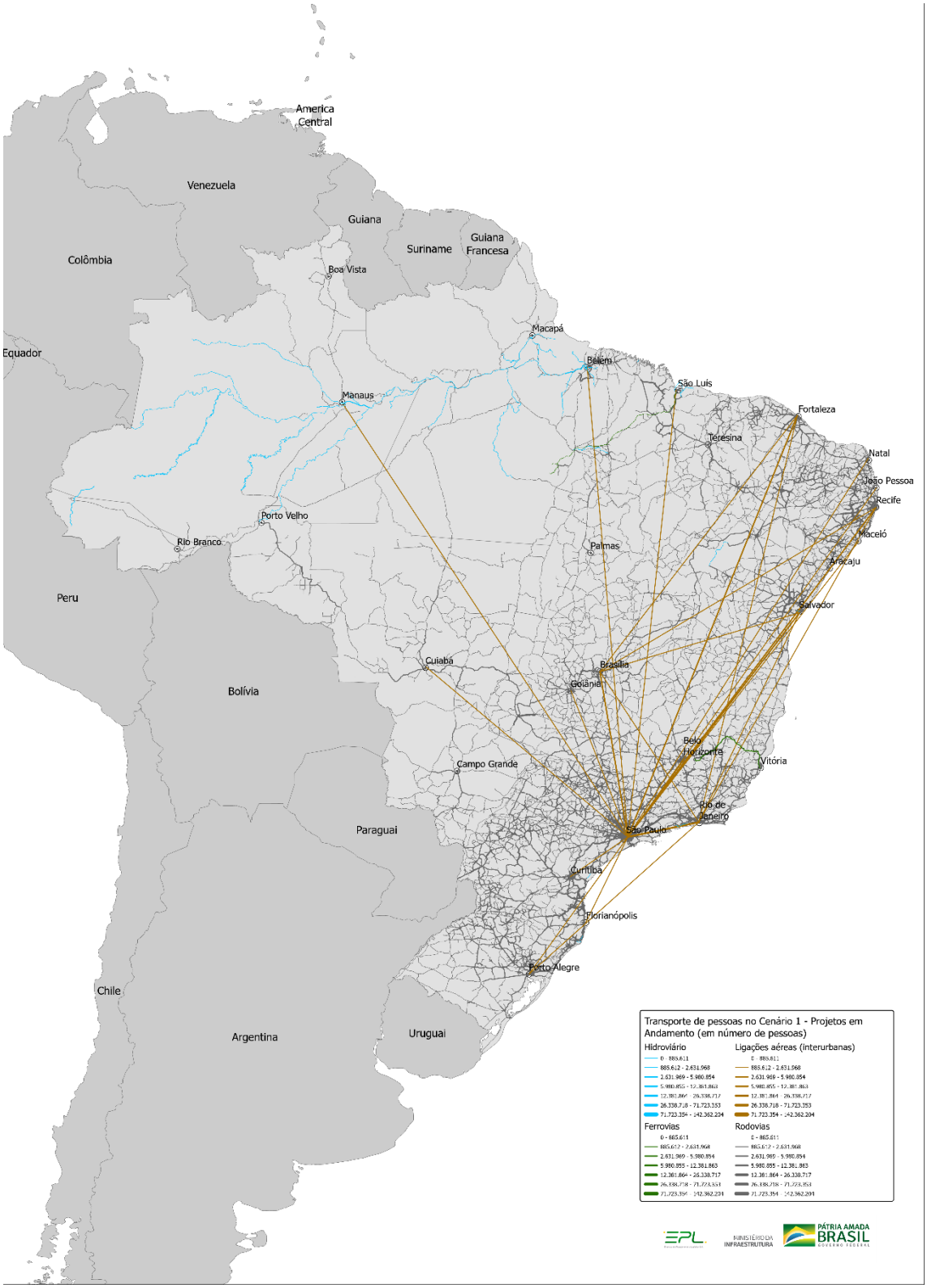


Figura 59: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 1
Fonte: EPL (2021)

6.3. CENÁRIO 2 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS - REFERENCIAL

O segundo cenário simulado difere do primeiro graças ao incremento de investimentos em infraestrutura de transportes previstos pelo Ministério da Infraestrutura. Tais investimentos, da monta de R$ 780,44 bilhões de reais, incrementam a malha ferroviária, rodoviária, as vias navegáveis, e os sistemas portuário e aeroportuário do país. São considerados todos os empreendimentos do Cenário 1, e outros que, embora ainda não considerados como em andamento, possuem projetos avançados ou constam em carteiras de investimentos de curto prazo do Ministério da Infraestrutura, como os empreendimentos previstos no estudo realizado para proposição do Programa Pró-Brasil.

Destaca-se, dentre as infraestruturas com investimentos mais significativos, a extensão da Ferroeste até Dourados/MS e o segundo tramo da FICO, até Lucas do Rio Verde/MT. Entre as intervenções nas rodovias, considerou-se, por exemplo, investimentos decorrentes de nova Concessão da BR-040/495/MG/RJ, e intervenções públicas ou privadas nas BR-230/PA, BR-419/MS, BR-101/BA/SE/AL/PE/PB/RN, BR-060/153/262/DF/GO/MG e BR-381/262/MG/ES. Uma importante obra no sistema de navegação em vias interiores considerada nesse Cenário é o derrocamento do Pedral do Lourenço, no Rio Tocantins, em Santa Terezinha do Tauri/PA.

A importância de um planejamento integrado e intermodal como o aqui apresentado é observada quando se verifica que alterações locais nas infraestruturas de transporte não reconfiguram somente seu entorno. Novas condições de oferta de capacidades, tempos e custos de transporte tendem a impactar corredores inteiros de transporte de cargas e pessoas e afetar as decisões de caminhos. O modelo de simulação busca representar tais comportamentos.

A primeira consequência observável dessa disponibilidade maior da oferta de capacidade de transporte é vista nas cargas gerais (CGC e CGNC). A rede ferroviária central, formado pela Ferrovia Norte Sul - Tramo Central, FICO até Lucas do Rio Verde/MT e o Complexo FIOL (FIOL I, II e III) apresentam-se como um corredor de captação e distribuição de cargas gerais para o interior do país.

Com os atributos de ferrovias recém-inauguradas (bitola larga, velocidade operacional de 45km/h e capacidade elevada) essas ferrovias apresentam-se de forma similar aos corredores troncais defendidos por Vuchic (2008) para o deslocamento urbano, onde um modo de grande capacidade realiza o transporte de maiores distâncias e os modos de capacidade reduzida, com maior acessibilidade, fazem o papel de capilaridade e distribuição local. Observa-se então o impacto das alterações em infraestruturas ferroviárias na reconfiguração de toda a rede, sobretudo, nos modos rodoviários e nas capacidades portuárias.

Com os dados dos cenários simulados, fica evidente a necessidade do Plano Setorial de Transportes Terrestres, e do Plano Setorial Portuário, absorverem as demandas locais dos Cenários do PNL 2035 para verificar formas de atender às necessidades identificadas pelo aumento da demanda em rodovias de acesso aos terminais ferroviários, e pelo aumento da demanda nos portos, respectivamente.

Embora haja a proeminência da rede central ferroviária, permanece, como visto no Cenário 1, o protagonismo das capitais dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e

Paraná como centralidades para cargas gerais, pela alta concentração da industrialização nas regiões Sul e Sudeste do País.

Nesse sentido, observa-se o transporte de cargas gerais por cabotagem na costa brasileira, em especial na costa de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, com resquícios de movimento acima da média até Sergipe.

No que tange os granéis líquidos, o comportamento mantém sua similitude, estando principalmente baseado na costa brasileira. A Ferrovia Norte Sul - Tramo Central (FNS-TC) e a Ferrovia Norte-Sul - Tramo Norte (FNS-TN) apresentam, ainda que discretamente, uma característica de potencial de corredor para interiorização de cargas petroquímicas, pertencentes a esse grupo.

No tocante ao minério de ferro, representado pelo grupo GSM, o comportamento apresenta-se como bastante similar àquele visto no Cenário 1, com exceção da carga oriunda do Mato Grosso do Sul, que encontra na EF-484 uma alternativa mais rápida e com maior capacidade para escoamento, em busca do porto de Santos/SP, uma vez que, para os cenários futuros, não há expectativa da operação desse material nos portos do Paraná.

Por sua vez, o grupo OGSM, apresentado na Figura 60, possui uma interessante alteração de comportamento no que tange à interiorização de fertilizantes, uma vez que o movimento principal passa da Rumo Malha Paulista - RMP, para o complexo FIOL e a FNS-TN e FNS-TC, entrando pela FICO para atingir o Mato Grosso. No tocante aos "Outros Minerais", produto componente do OGSM, o complexo FIOL, apresentam um comportamento centralizador bastante aderente às expectativas materializadas pelo estudo de demanda, provavelmente devido ao movimento das minas presentes em tal localidade.

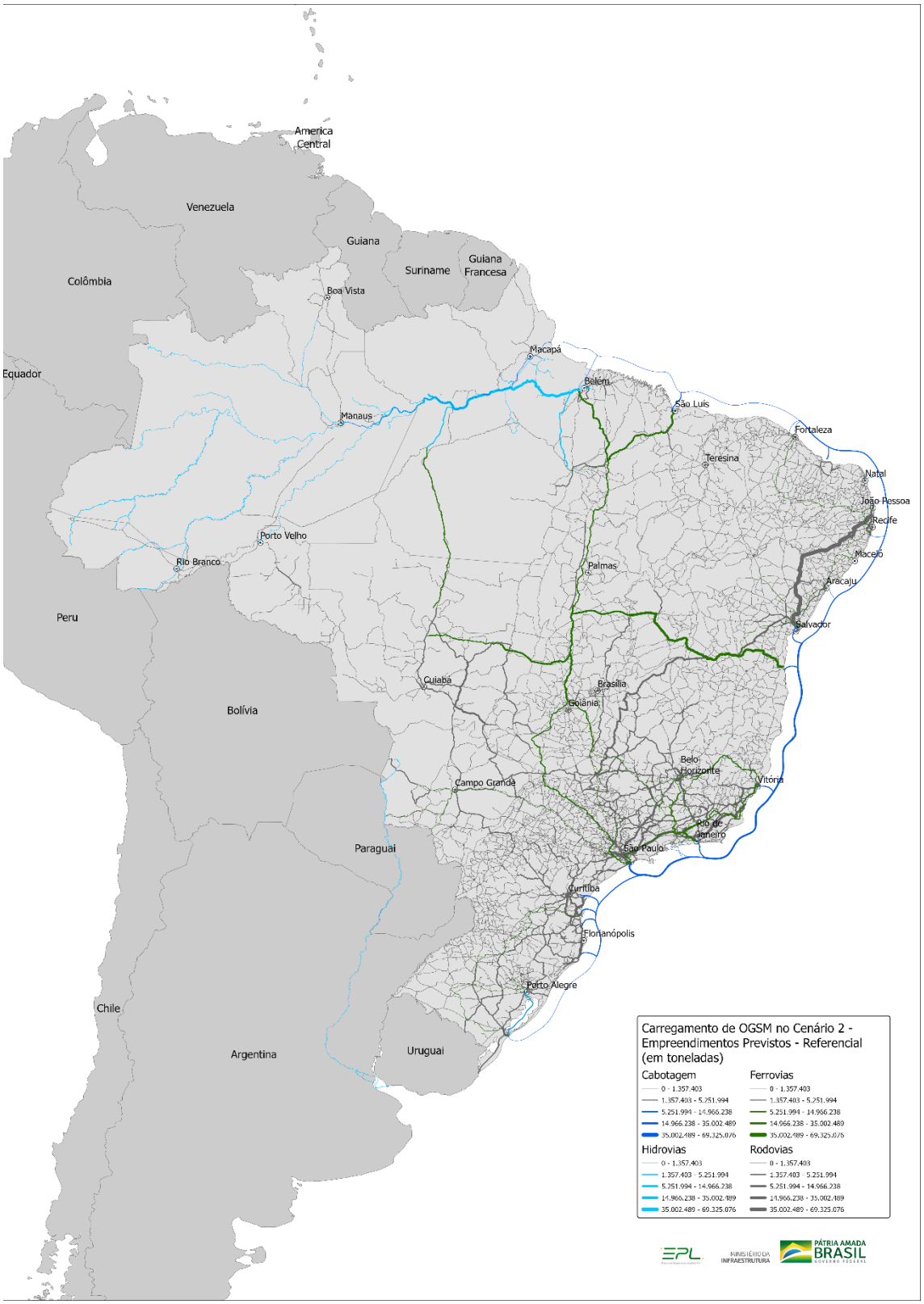


Figura 60 - CENÁRIO 2 - Empreendimentos previstos - carregamento de OGSM.
Fonte: EPL (2021)

Por fim, os granéis sólidos agrícolas são o grupo que apresentam maior alteração no comportamento geral, contando com um movimento bastante concentrado na rede ferroviária central. Neste cenário, o grupo de GSA utilizam o sistema FICO/FIOL/Ferrogrão como corredor duplo de escoamento, assim como faz uso da navegação interior do alto do

Rio Tocantins, viabilizada pelo derrocamento do Pedral do Lourenço, e intensificando a navegação no Rio Tapajós, dando continuidade à carga captada pela Ferrogrão, conforme mostra a Figura 61.

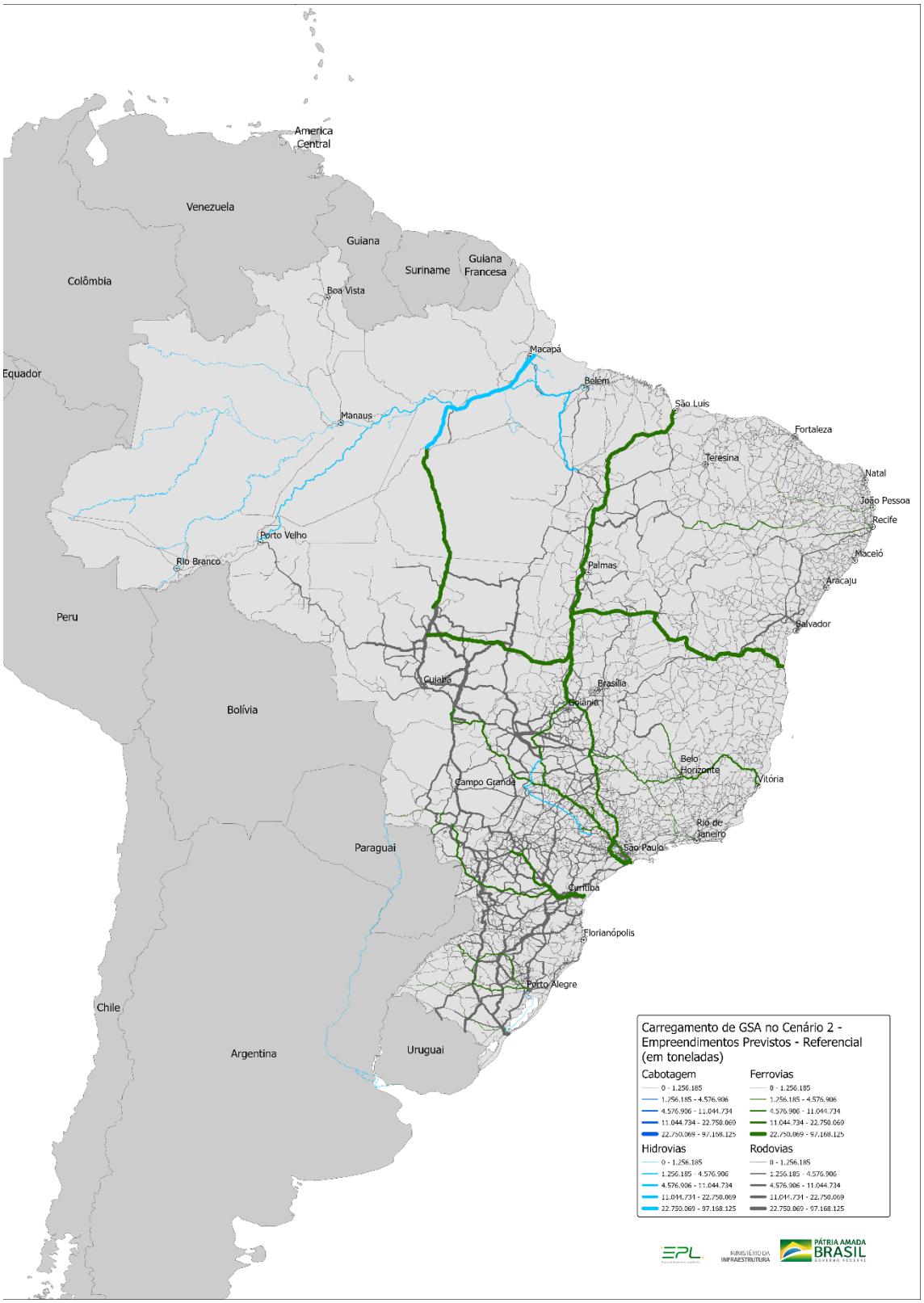


Figura 61 - CENÁRIO 2 - Empreendimentos previstos - carregamento de GSA.
Fonte: EPL (2021)

O cenário apresentou um resultado que indica carregamentos potenciais para a produção do Mato Grosso, tanto para a Ferrogrão, como para a FICO e a atual malha da RMN. Os carregamentos observados estão na ordem de 37, 130 e 12 Milhões de toneladas, respectivamente. Porém, é importante salientar que a competição entre essas três opções de escoamento depende de uma série de fatores que são variáveis em relação ao tempo, e de parcial controle pelos respectivos operadores das malhas, como as condições de oferta de custos e velocidade, e até condições que fogem do alcance dos operadores ferroviários, como as capacidades portuárias das instalações para o qual fazem ligação para a exportação. Simulações de teste indicam que quaisquer alterações nesses parâmetros podem resultar em configurações de distribuição de carga consideravelmente diferentes.

A FNS-TC e FNS-TN apresentam volume de GSA advindo também da região do MATOPIBA, levando essas cargas para o porto do Itaqui, em São Luiz/MA.

Completando a análise acerca dos granéis agrícolas, mais uma vez a produção da região de Santa Maria/RS, Cacequi/RS, Tupanciretã/RS e Cruz Alta/RS se vale da infraestrutura reativada da Rumo Malha Sul para formação de um corredor com destino ao norte para uso das infraestruturas paranaenses. O comportamento persistente em cenários diferentes dá um forte indicativo quanto ao potencial e necessidades a serem exploradas na região central gaúcha e fronteira oeste catarinense.

No que tange a distribuição da matriz de transportes brasileiras estimada para o Cenário 2, apresenta-se o Quadro 15. Nesse quadro, comparando diretamente com o visto no Cenário 1, observa-se um crescimento ainda mais pronunciado da relevância do modo ferroviário em comparação, principalmente, com o modo rodoviário, podendo alcançar 34,62% da divisão modal em 2035.

Embora apareçam volumes maiores de CGC e CGNC na cabotagem, no Cenário 2 ocorre uma atração de cargas da cabotagem para o conjunto ferroviário central, reduzindo levemente a participação da cabotagem na matriz de transportes, nesse cenário.

Quadro 15: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 1 e 2, em peso.

Modo	Cenário 1 – Empreendimentos em Andamento - Referencial		Cenário 2 – Empreendimentos Previstos - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.869,70	54,54%	1.852,79	51,36%
Ferroviário	1.052,66	30,71%	1.248,79	34,62%
Cabotagem costeira	303,12	8,84%	305,24	8,46%
Navegação em vias interiores	154,25	4,50%	151,97	4,21%
Dutoviário	46,75	1,36%	46,75	1,30%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,74	0,05%
Total	**3.428,22**	**100%**	**3.607,27**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

Em relação ao transporte de pessoas, pode-se considerar que o comportamento dos fluxos interurbanos alocados é similar ao observado no Cenário 1, visto que não há alterações de oferta previstas nos modos aeroviário, hidroviário ou ferroviário em comparação com aquele Cenário. Já a alocação do transporte rodoviário por automóvel sofre pequenas alterações. As alterações da rede ferroviária para cargas, também impacta nos fluxos de caminhões nas rodovias, e com isso, algumas ligações relevantes para o transporte de pessoas ficam mais saturadas, principalmente das regiões Sul e Sudeste, onde tais fluxos são mais intensos, gerando algum impacto nos tempos de viagem (ver Seção 6.1.3 - Acessibilidade).

A Figura 62 apresenta os fluxos interurbanos alocados de pessoas no Cenário 2.

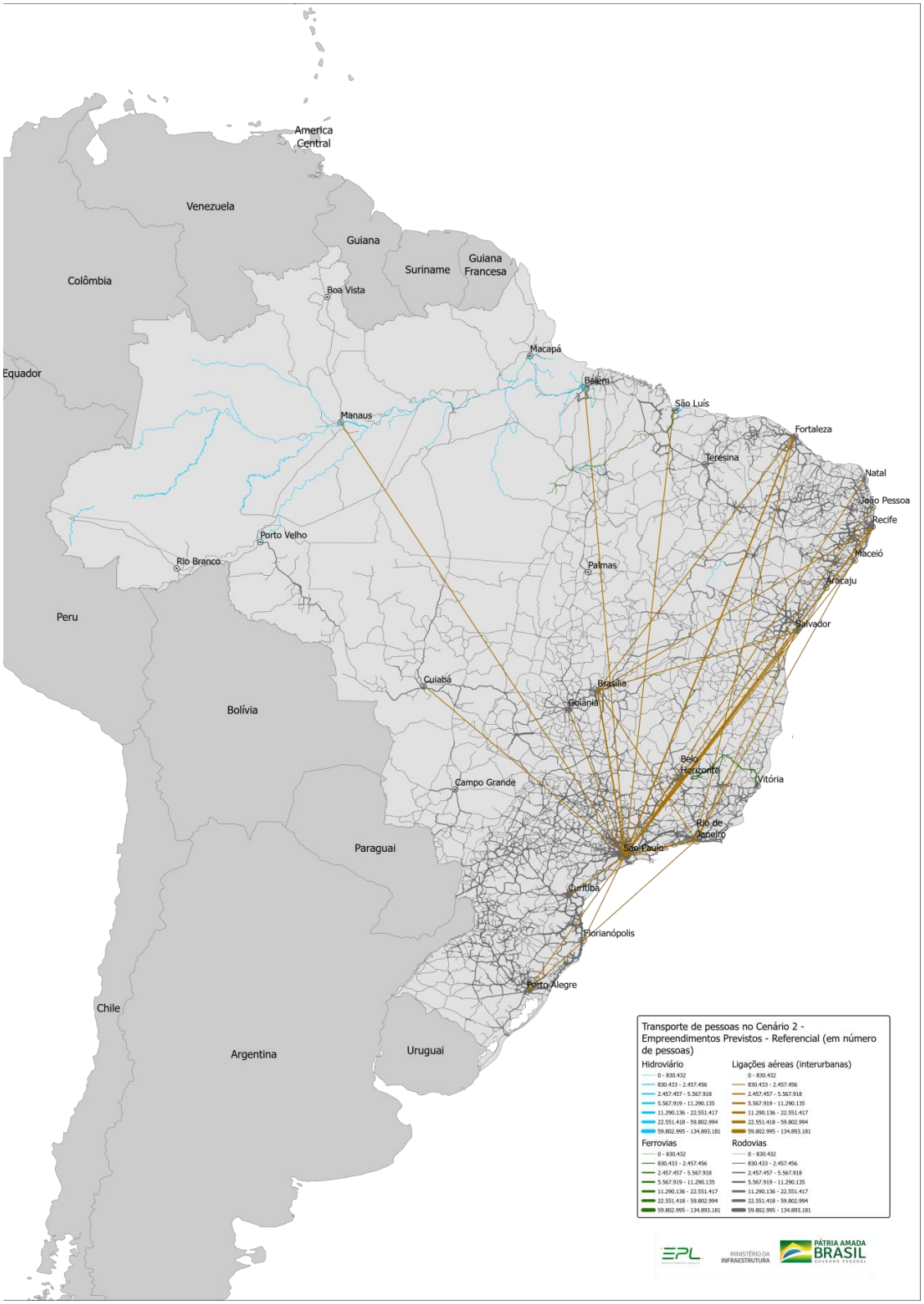


Figura 62: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 2
Fonte: EPL (2021)

6.4. CENÁRIO 3 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS - TRANSFORMADOR

A seu tempo, o cenário Transformador mimetiza o Cenário 2 em termos de oferta, de Empreendimentos Previstos, todavia com a alteração das matrizes de origem e destino que, para esse cenário, passam a contar com um crescimento elevado.

Distante de uma situação onde um crescimento maior apenas deixaria o volume de carga transportado em cada modo mais pronunciado, esse cenário apresenta as complexidades intrínsecas aos transportes. Um crescimento mais pronunciado das matrizes provoca um reordenamento da matriz de transportes do país - quando se compara a situação com o cenário 2.

Esse comportamento justifica-se, principalmente, por um crescimento desigual para diferentes grupos de carga, assim como um crescimento igualmente ímpar para os produtos componentes de um mesmo grupo de carga.

Um destaque observado nesse Cenário é que o Minério de Ferro oriundo de Parauapebas e com destino à exportação encontra restrições, ainda maiores, de capacidade para escoamento em Itaqui do que nos cenários anteriores, sendo induzido a procurar por alternativas no Pará (Vila do Conde, em Barcarena/PA e Belém/PA).

As figuras 63 e 64 apresentam os fluxos alocados de cargas no Cenário 3 em peso e em valor, respectivamente.

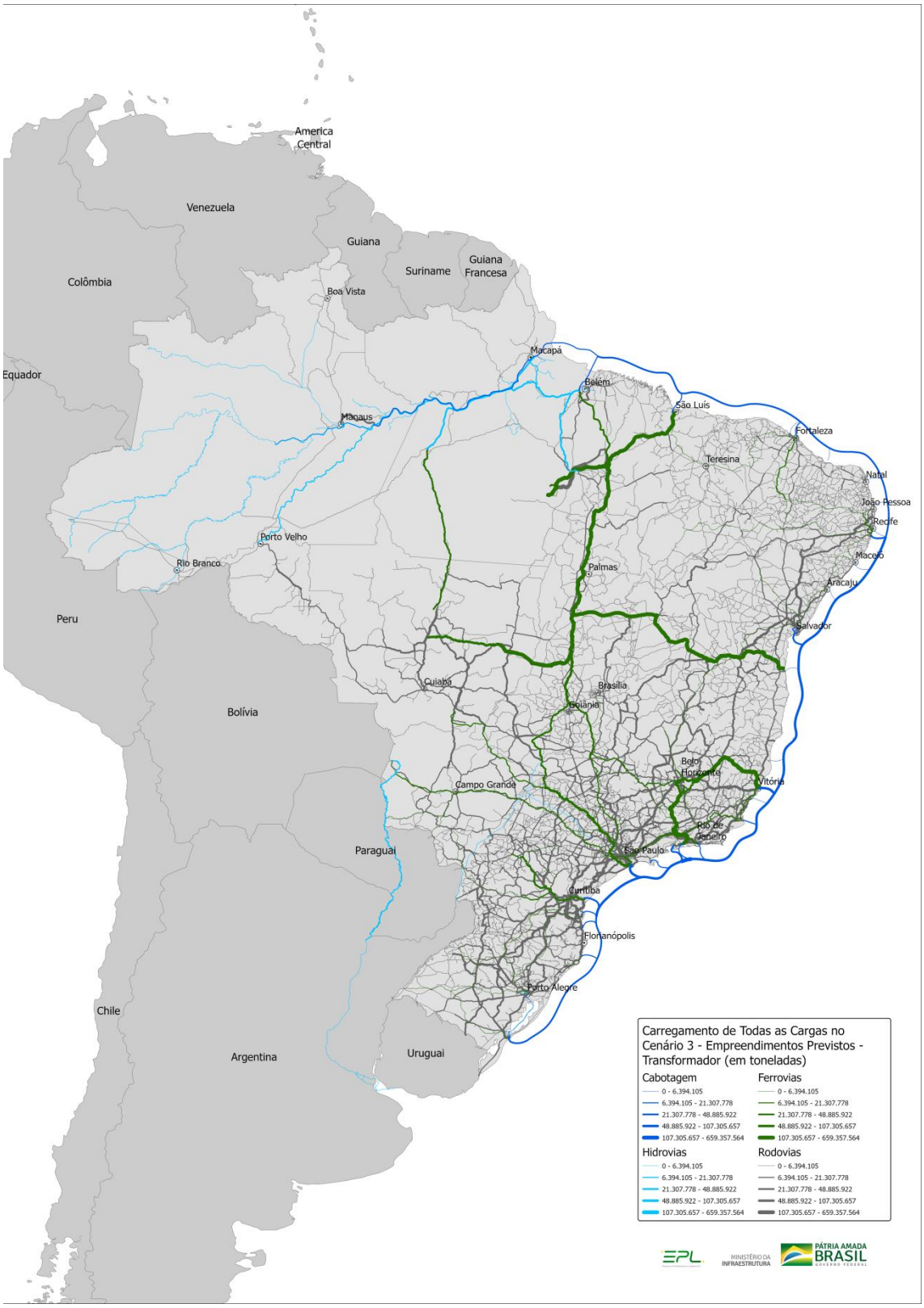


Figura 63: Fluxos Alocados Cenário3 - Todas as Cargas (por peso)
Fonte: EPL (2021)

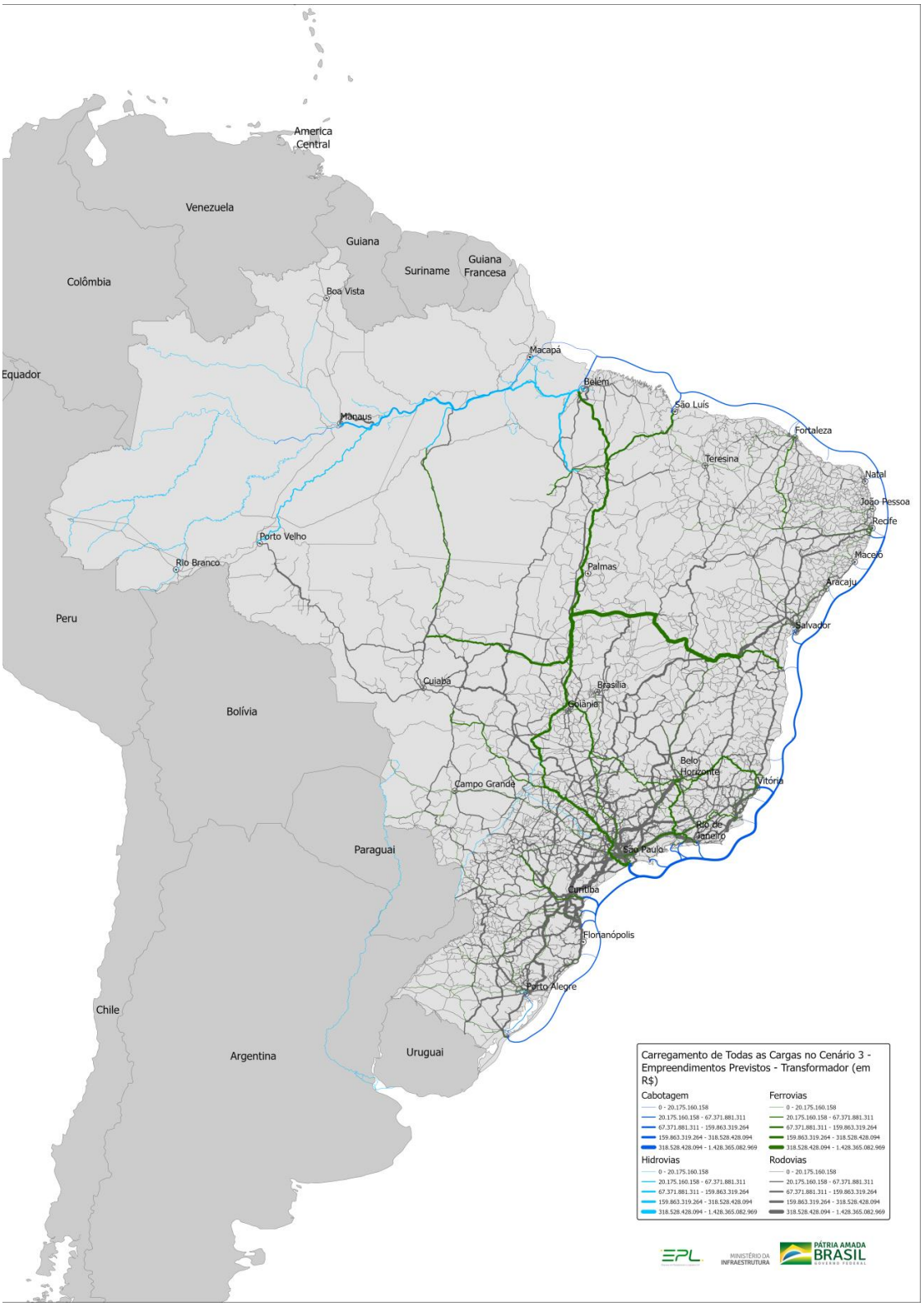


Figura 64: Fluxos Alocados Cenário3 - Todas as Cargas (por valor)
Fonte: EPL (2021)

O Quadro 16 apresenta a divisão modal do Cenário 3, em comparação ao Cenário 2. Observa-se que, apesar da distribuição modal em valores percentuais não se alterar significativamente, os valores nominais em TKU apresentam crescimento significativo

nesse Cenário, como reflexo do maior volume de cargas em transporte. Apenas o valor da TKU transportada no modo rodoviário no Cenário 3 para 2035, se aproxima do total de TKU transportado no Cenário base 2017.

Nessa situação na ótica ponderada, se o cenário macroeconômico nacional se desenvolver conforme apontado nas tendências transformadoras da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (Decreto nº 10.531/2020), a carga transportada nas rodovias será equivalente ao total transportado no ano de 2017. Dessa forma, os dados da alocação desse cenário tendem a indicar um cenário crítico para as rodovias brasileiras, sendo *inputs* caracterizados como necessidades a serem trabalhadas no Plano Setorial de Transportes Terrestres.

Quadro 16: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 3, em TKU.

Modo	Cenário 2 – Empreendimentos Previstos - Referencial		Cenário 3 – Empreendimentos Previstos - Transformador	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.852,79	51,36%	2.197,25	52,49%
Ferroviário	1.248,79	34,62%	1.420,63	33,94%
Cabotagem costeira	305,24	8,46%	340,49	8,13%
Navegação em vias interiores	151,97	4,21%	170,52	4,07%
Dutoviário	46,75	1,30%	54,84	1,31%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,95	0,05%
Total	**3.607,27**	**100%**	**4.185,68**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

A desigualdade de crescimentos entre as matrizes observada no Cenário 3, faz com que cargas industrializadas, predominantemente formadoras dos grupos CGC e CGNC, cresçam acima de outros produtos. Como as cargas gerais observam um custo do tempo levemente maior, ou seja, são cargas pelas quais as demandas "preferem pagar um pouco mais caro para chegar mais rápido", isso concentra o crescimento no modo rodoviário, fazendo com que ele supere o crescimento das ferrovias, quando comparados os resultados deste cenário com o Cenário 2.

Esse quadro fica bastante evidenciado ao observar as figuras 65 e 66, que detalham o comportamento das Cargas Gerais Conteinerizáveis e Cargas Gerais Não Conteinerizáveis, respectivamente.

Para as CGC, pode-se observar as rodovias litorâneas de Santa Catarina ganharem importância para o tráfego desse tipo de carga, colocando o porto de Imbituba/SC para funcionar aparentemente como um *hub* de escoamento auxiliar para o porto de Paranaguá/PR. Ainda, há um considerável aumento da relevância das rodovias que ligam o Rio Grande do Sul aos demais estados da região sul.

De forma similar ao observado entre Imbituba/SC, Curitiba/PR, São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ e Belo Horizonte/MG, há uma formação de um *hub* para as cargas gerais em Salvador/BA, com claro perfil de centro distribuidor para a faixa litorânea geograficamente próxima, na Região Nordeste.

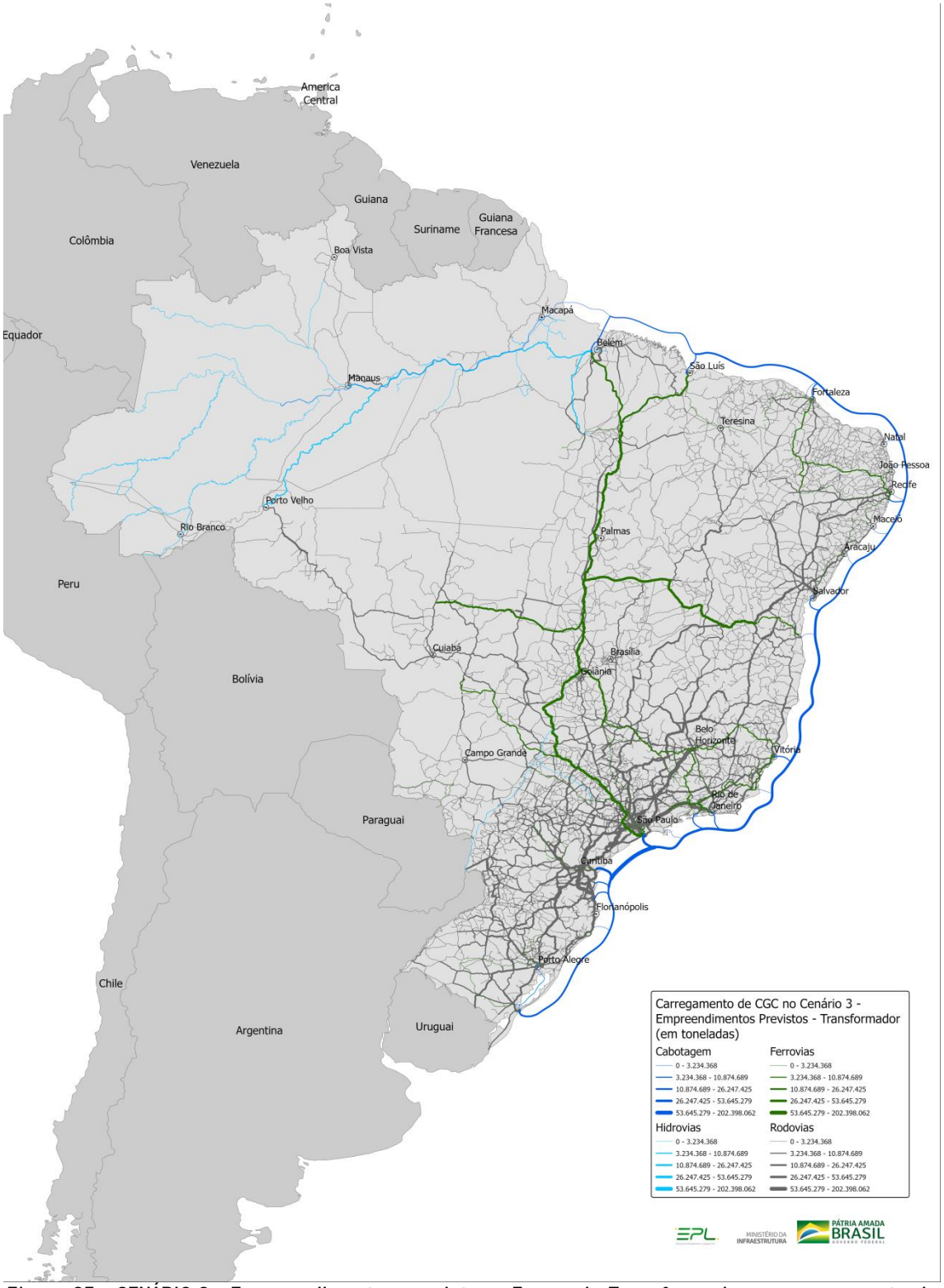


Figura 65 - CENÁRIO 3 - Empreendimentos previstos - Economia Transformadora - carregamento de CGC.
Fonte: EPL (2021)

Para as cargas de CNGC, verifica-se um uso pronunciado das rodovias BR-364 e BR-319, que nesse cenário apresentam-se como pavimentadas. Há uma escolha desse modo para essa região, tanto pela sensibilidade de tempo para transporte, quanto pelo fato do porto de

Porto Velho não trabalhar com cargas desse tipo, sem previsão de alterações futuras, impossibilitando uma escolha modal no local. Isso não caracteriza, de fato, que o carregamento observado será consolidado, mas aponta necessidades que devem ter alternativas estudadas para esse corredor de transporte, seja pelo modo rodoviário, seja pela navegação em vias interiores e portos, nos respectivos Planos Setoriais.

A Figura 66 apresenta os carregamentos de CGNC no Cenário 3.

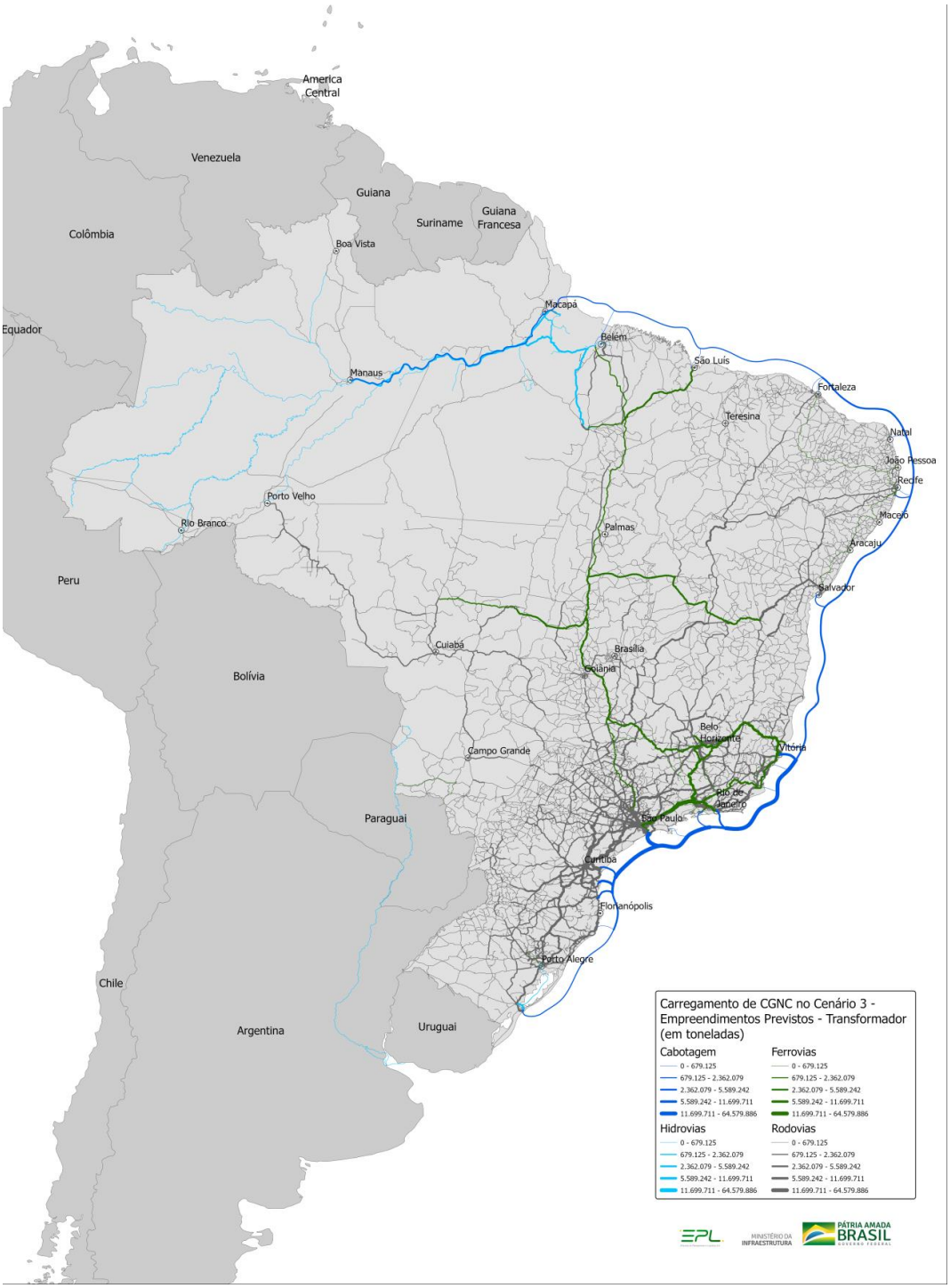


Figura 66 - CENÁRIO 3 - Empreendimentos Previstos - Economia Transformadora - carregamento de CGNC.
Fonte: EPL (2021)

Mais uma vez o conjunto ferroviário central aparece carregado com cargas gerais, enquanto para ferrovias mais antigas as cargas geralmente não são alocadas para esse modo, da mesma maneira que observado no Cenário 2. Esse comportamento deixa claro que a velocidade e a capacidade das novas ferrovias são atrativas para o transporte desse tipo de produto pelo modo ferroviário. Há destaque, novamente, para a via navegável do alto do Rio Tocantins.

Para as categorias GSA, GSM, OGSM e GL o comportamento observado nesse cenário é bastante similar àquele visto no Cenário 2, com aumento dos volumes transportados em diferentes proporções, regiões ou infraestruturas alocadas.

Em relação ao transporte de pessoas, o fenômeno que se observa é a intensificação das tendências observadas nos cenários anteriores. Com o aumento da renda, o transporte aéreo e o transporte por automóvel em viagens interurbanas, que por natureza, são discricionárias, tendem a crescer de forma ainda mais pujante. O transporte aéreo doméstico pode chegar a 143 milhões de passageiros transportados, experimentando um aumento acumulado de 87% em relação ao Cenário Ano-base 2017, e o transporte por automóvel a 1,9 bilhões de pessoas, acumulando um crescimento de 29%. Os transportes hidroviário e ferroviário crescem em taxas similares ao rodoviário, mas mantiveram a baixa representatividade na matriz de transporte interurbano identificada nos demais cenários, considerando, principalmente, que não foram simuladas alterações de oferta para tais modos.

Com o impacto do aumento na renda e crescimento econômico intenso, as viagens por ônibus não apresentam queda como observado nos cenários anteriores, mas se mantém, no total, no mesmo patamar que as observadas no Cenário Ano-base 2017, com 438 milhões de passageiros em viagens interurbanas, e com isso, perdendo representatividade na divisão modal.

O crescimento das viagens de caminhões e de automóveis nas rodovias apresenta um significativo impacto no tempo médio de viagem para o transporte de pessoas, como visto na seção 6.1.3 - Acessibilidade. A Figura 67 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas no Cenário 3.

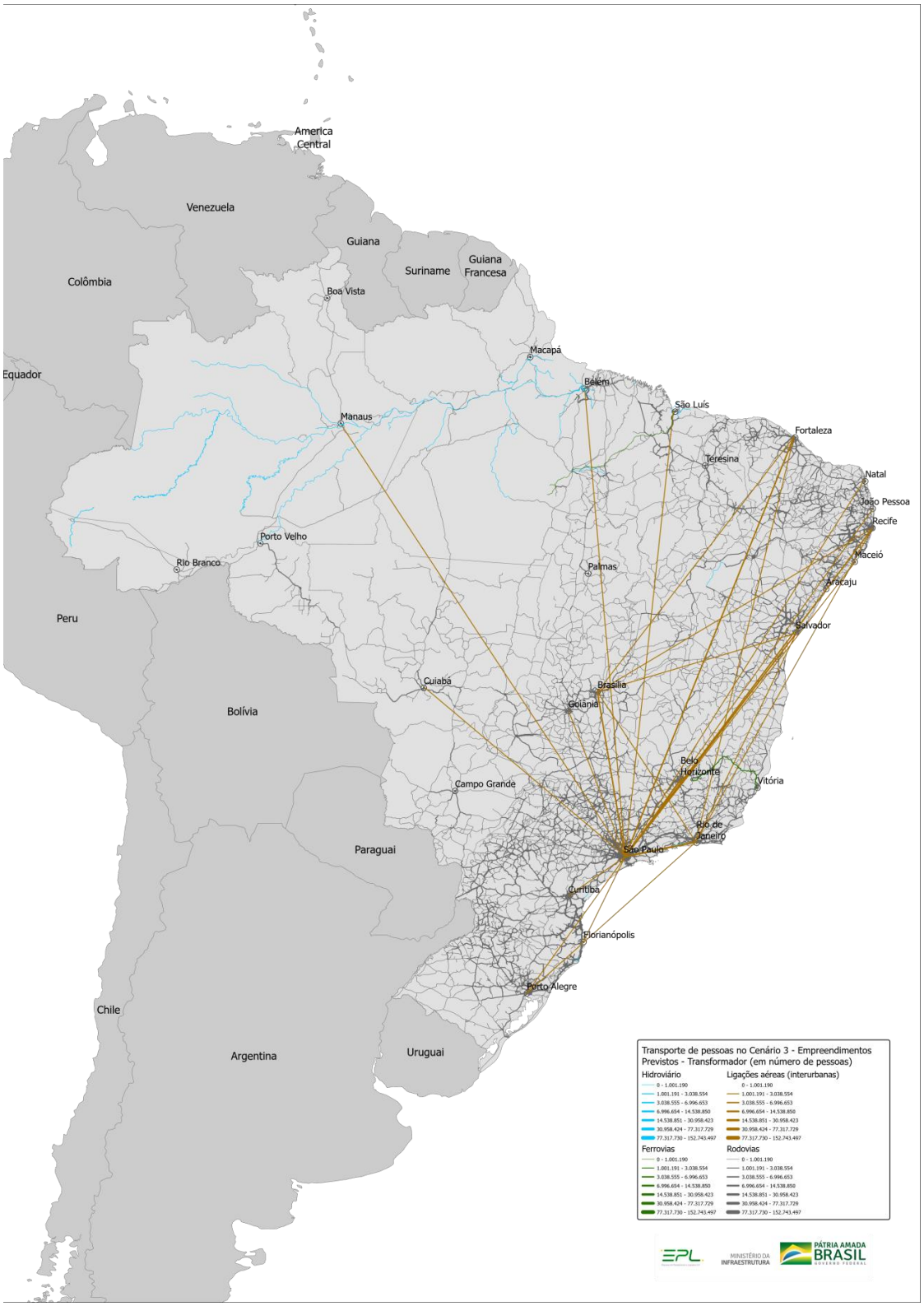


Figura 67: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 3
Fonte: EPL (2021)

6.5. CENÁRIO 4 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS E BR DO MAR REFERENCIAL

O Cenário do BR do Mar apresenta todas as características observadas no modelo usado para o Cenário 2, com uma redução de custos da cabotagem da ordem de 15%, conforme estudo citado anteriormente neste relatório.

Tal diferenciação de custo é suficiente para fazer com que um volume considerável de cargas migre das rodovias que ao longo da costa brasileira, e de parte das ferrovias, para os portos, usando a cabotagem como meio de deslocamento. A capacidade portuária, porém, interfere bastante na alocação do tráfego, e por isso, foi simulado um aumento de capacidade portuária, partindo da premissa de que, com o aumento da atratividade para a navegação de cabotagem, alguns investimentos ou intervenções operacionais para adequação da capacidade seriam realizados. Tais investimentos foram também devidamente calculados para compor o indicador de investimentos, mantendo a coerência da avaliação desse cenário.

A Figura 68 apresenta os fluxos de cargas do Cenário 4, por peso, para todos os modos de transporte.

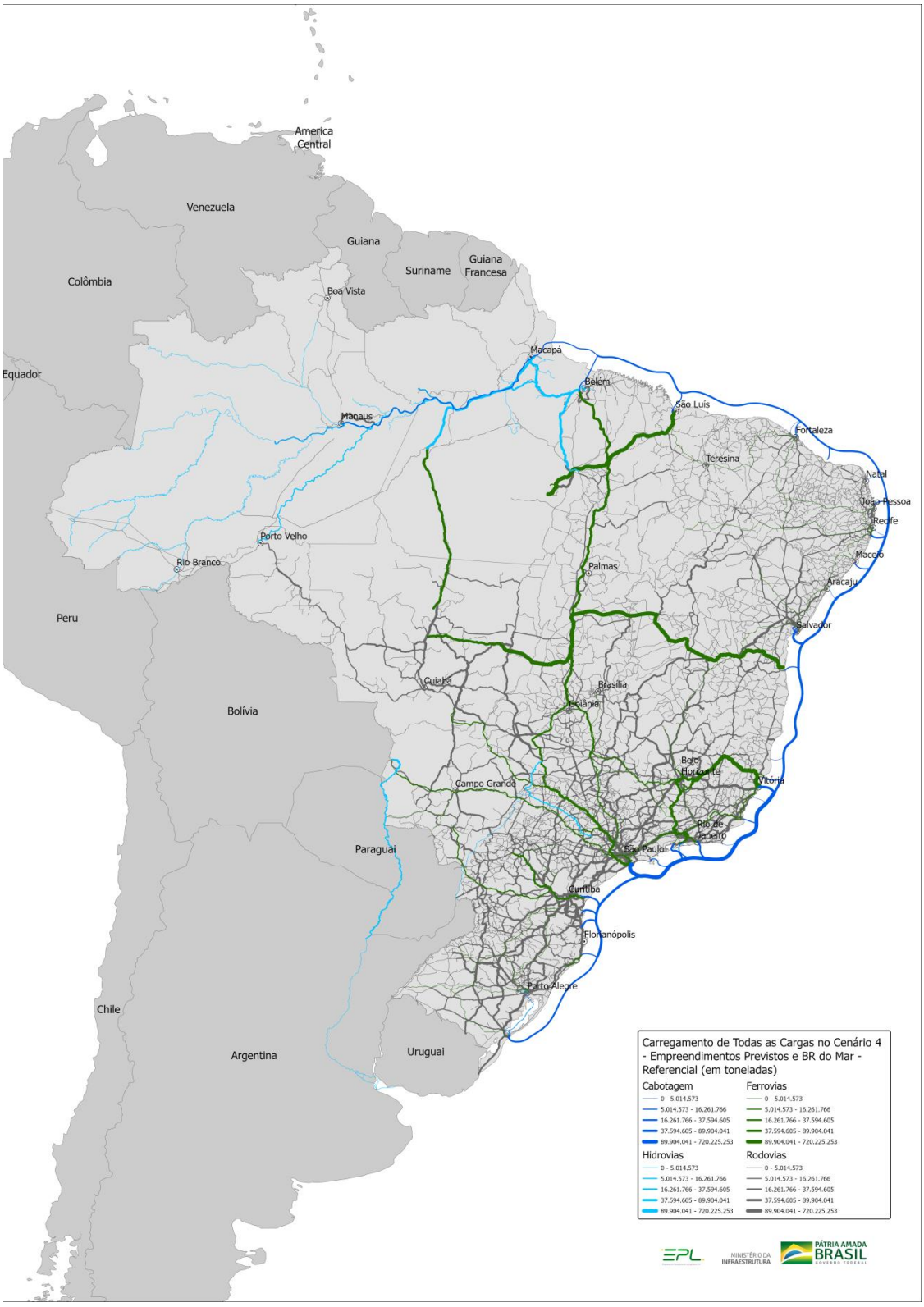


Figura 68: Fluxos Alocados Cenário 4 - Todas as Cargas (por peso)
Fonte: EPL (2021)

A redução de custo é suficiente para aumentar a atração de cargas gerais que, mesmo com seu custo do tempo levemente mais pronunciado, passam a ter na cabotagem uma forma adequada de deslocamento entre as cidades da costa brasileira. Os demais comportamentos, tanto para a matriz de transportes quanto para as cargas alocadas, permanecem de maneira similar aos do Cenário 2, no tocante das toneladas alocadas e dos valores.

O Quadro 17 apresenta a matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 4, em peso. No Cenário 4, a cabotagem e o transporte hidroviário, que contempla a cabotagem em vias de navegação interior, ganham mais representatividade na repartição modal da matriz.

Quadro 17: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 4, em peso.

Modo	Cenário 2 – Empreendimentos Previstos - Referencial		Cenário 4 – Empreendimentos Previstos e BR do Mar - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.852,79	51,36%	1.721,03	50,84%
Ferroviário	1.248,79	34,62%	1.052,37	31,09%
Cabotagem costeira	305,24	8,46%	359,5	10,62%
Navegação em vias interiores	151,97	4,21%	203,74	6,02%
Dutoviário	46,75	1,30%	46,75	1,38%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,74	0,05%
Total	**3.607,27**	**100%**	**3.385,13**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

Em relação ao transporte de pessoas, a redução de cargas transportadas nas rodovias melhora os níveis de serviço das rodovias, com impacto no tempo médio de deslocamento (ver Seção 6.1.3 - Acessibilidade). Não há outras alterações significativas para o transporte interurbano de pessoas em relação ao Cenário 2.

A Figura 69 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas no Cenário 4.

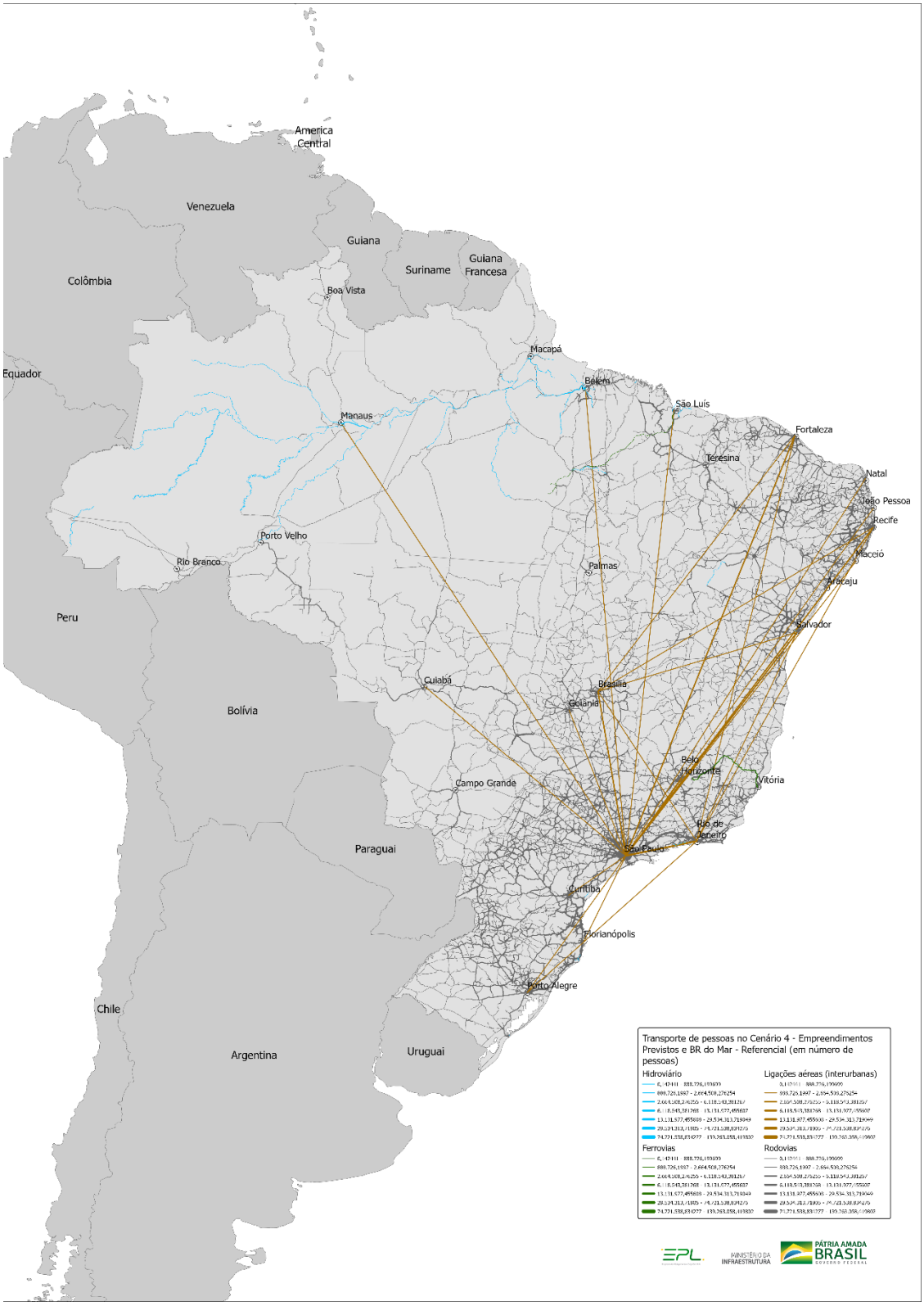


Figura 69: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 4
Fonte: EPL (2021)

6.6. CENÁRIO 5 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS REFERENCIAL

Por sua vez, o cenário de inovações tecnológicas, apresentado como Cenário 5, causa alterações no modelo, principalmente no que diz respeito aos custos de transportes - mimetizando uma melhora na eficiência logística, bem como nas emissões realizadas pelos veículos. Esse ajuste de custos é observado, ainda, na interface portuária, dada a melhoria de desempenho dos portos.

Com essa redução generalizada de custos, levando em consideração que a impedância para determinação de rotas e modos leva em consideração o tempo de deslocamento[30] e o custo de deslocamento, os tempos de viagem passam a ganhar uma importância maior. Com isso, podemos observar nos resultados maiores trocas modais entre as cargas, fazendo com que algumas rotas "tradicionais" que se apresentaram com maior impacto de saturação fossem substituídas por caminhos menos saturados e mais propensos a oferecer uma impedância menor.

Esse fenômeno fica bastante visível quando levamos em consideração a ampliação do uso da Ferrovia Norte-Sul em seu tramo central, que possui velocidades e capacidades mais elevadas, para o transporte de cargas gerais conteinerizáveis e não conteinerizáveis (figuras 70 e 71).

O mesmo fenômeno, por sua vez, não é replicável nas infraestruturas de transporte ferroviário "antigas" e, sendo velocidade e capacidade as maiores diferenças entre as ferrovias novas e antigas nesse cenário, fica aberta a possibilidade que o ganho de atratividade das ferrovias para cargas gerais esteja mais intimamente ligado à capacidade e a velocidade do que ao custo de transporte em si. Essa hipótese deve ser testada em detalhes no âmbito do Plano Setorial de Transportes Terrestres.

[30] Tempo de deslocamento não monetizado, ou seja, mantendo suas unidades e propriedades temporais e sendo mais próximo ao observado no mundo real. Maiores detalhes acerca da modelagem de impedância, assim como sobre o modelo serão apresentados em publicação à parte, a ser lançada no segundo semestre de 2021.

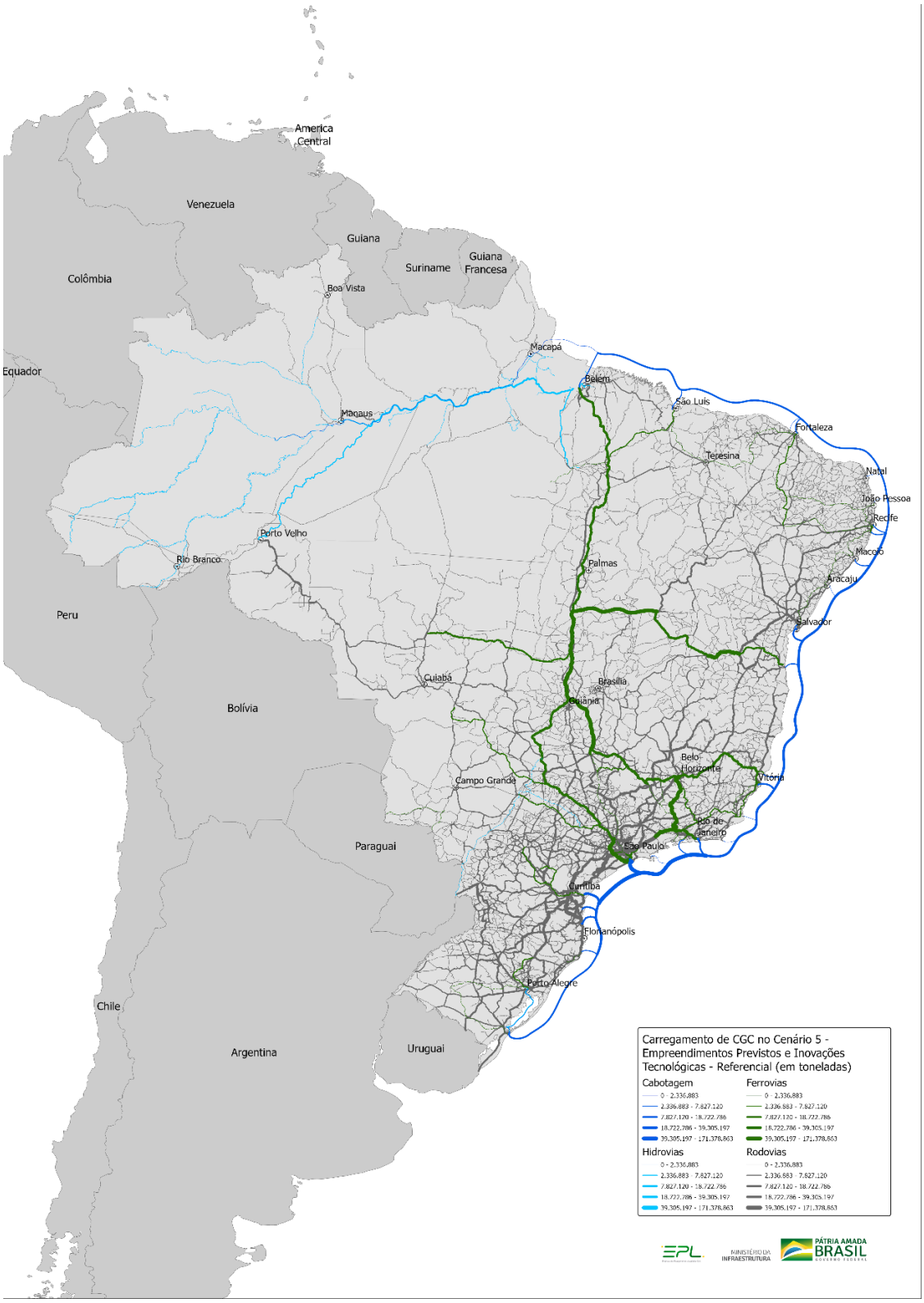


Figura 70 - Fluxos Alocados no Cenário 5 - Cargas Gerais Conteinerizáveis por Peso.
Fonte: EPL (2021)

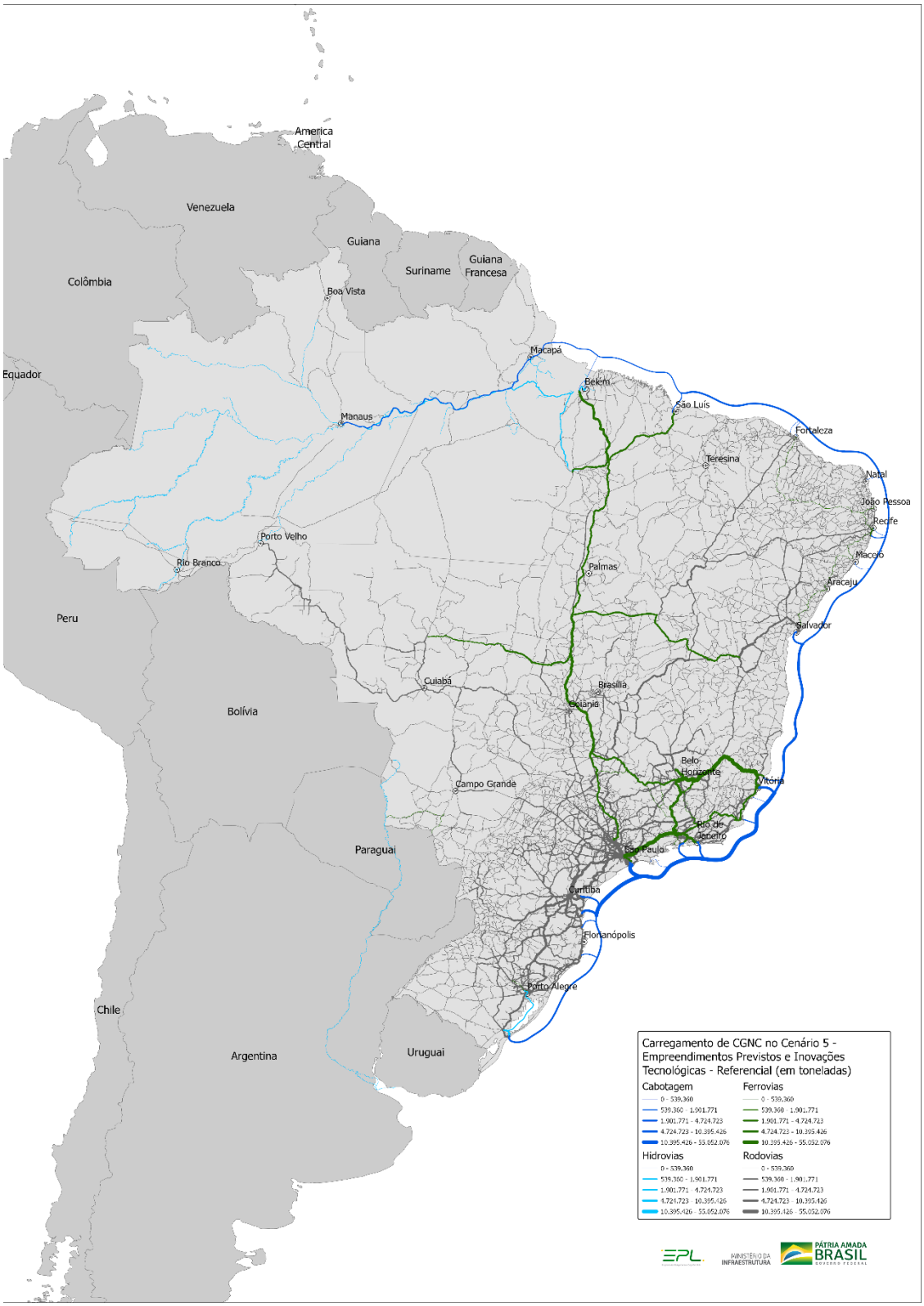


Figura 71 - Fluxos Alocados no Cenário 5 - Cargas Gerais Não Conteinerizáveis, por Peso.
Fonte: EPL (2021)

Esse mesmo fenômeno também fica visível no deslocamento de minério de ferro que, passa a encontrar na via navegável do Rio Tocantins, vencendo o Pedral do Lourenço, e na Ferrovia Norte Sul, no seu tramo entre Açailândia e Barcarena, paralelismos interessantes para reduzir a saturação do Porto de São Luiz, conforme visto na Figura 72.

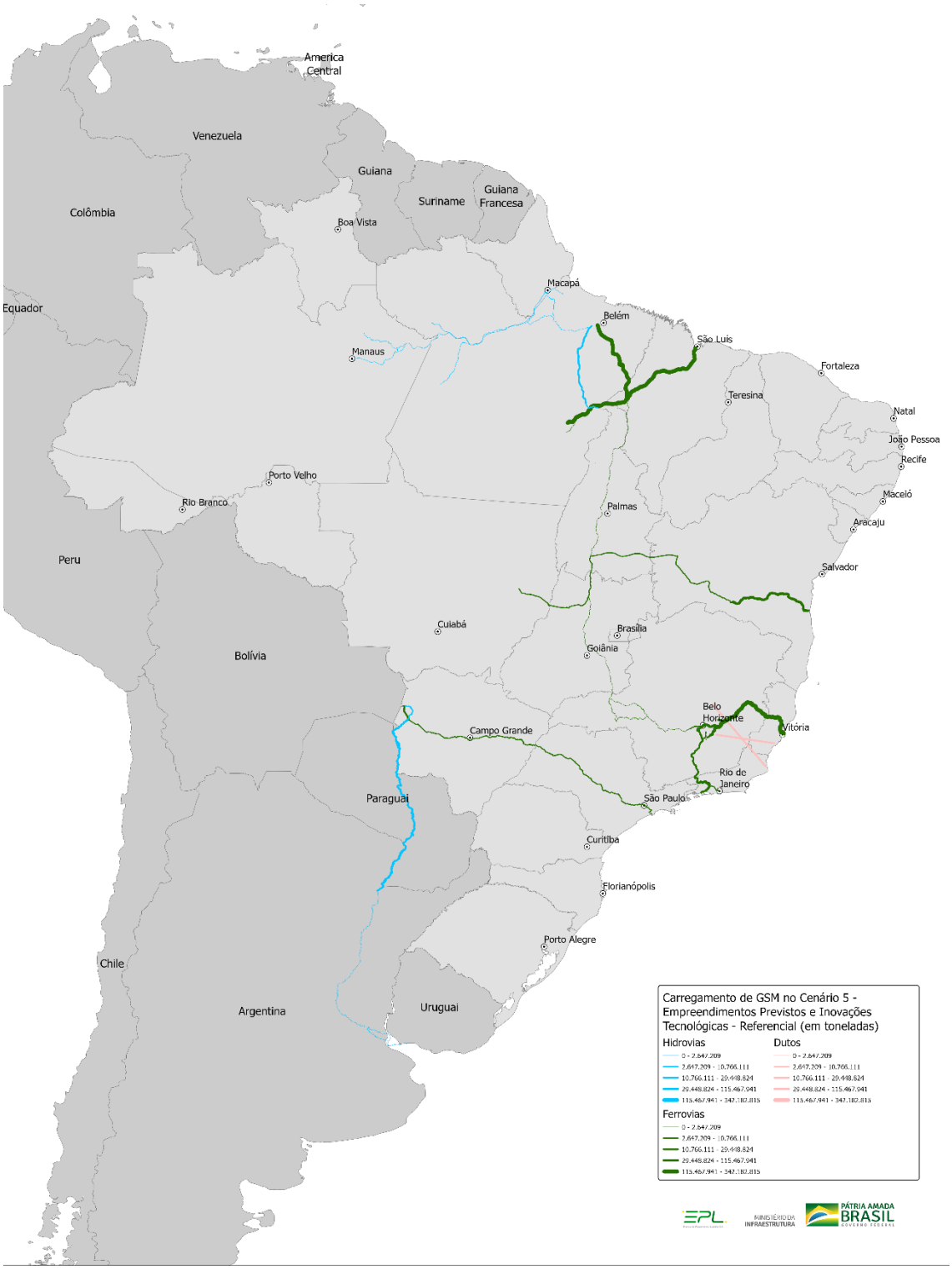


Figura 72- Fluxos Alocados Cenário 5 - Granéis Sólidos Minerais por Peso.
Fonte: EPL (2021)

Em virtude do contexto apresentado, tem-se um reflexo na matriz de transportes bastante interessante. Embora o transporte ferroviário reduza em números absolutos, ele aumenta seu percentual na distribuição modal, justamente pela redução da importância dos transportes rodoviários. Por sua vez, o transporte por meio da cabotagem costeira recebe um acréscimo de cerca de 40 bilhões de TKU, elevando a participação desse modo na matriz de transportes para cerca de 10%.

Esse crescimento da cabotagem costeira resulta no aumento da atratividade das hidrovias, por sua sinergia e "funcionamento similar", levando cerca de 20 bilhões de TKU anuais extras para as vias navegáveis.

O Quadro 18 apresenta a matriz de transporte simulada nos cenários 2 e 5, em TKU.

Quadro 18 - Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 5, em TKU.

Modo	Cenário 2 – Empreendimentos Previstos - Referencial		Cenário 5 – Empreendimentos Previstos e Inovações Tecnológicas - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.852,79	51,36%	1.583,88	46,93%
Ferroviário	1.248,79	34,62%	1.228,17	36,39%
Cabotagem costeira	305,24	8,46%	340,25	10,08%
Navegação em vias interiores	151,97	4,21%	174,29	5,16%
Dutoviário	46,75	1,30%	46,75	1,39%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,74	0,05%
Total	**3.607,27**	**100%**	**3.375,07**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

A redução de custos visualizada neste cenário impacta de maneira similar no transporte de pessoas por automóveis e ônibus. Dada uma distribuição de veículos de cargas mais sensível aos custos, as saturações rodoviárias se distribuem de um modo diferente do Cenário 2, fazendo com que as rotas escolhidas por esses veículos se intensificam em alguns corredores. Essa configuração impacta, inclusive, no Índice de segurança, que apresenta queda de três pontos percentuais, conforme apresentado na Seção 6.1.

A Figura 73 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas alocados no Cenário 5.

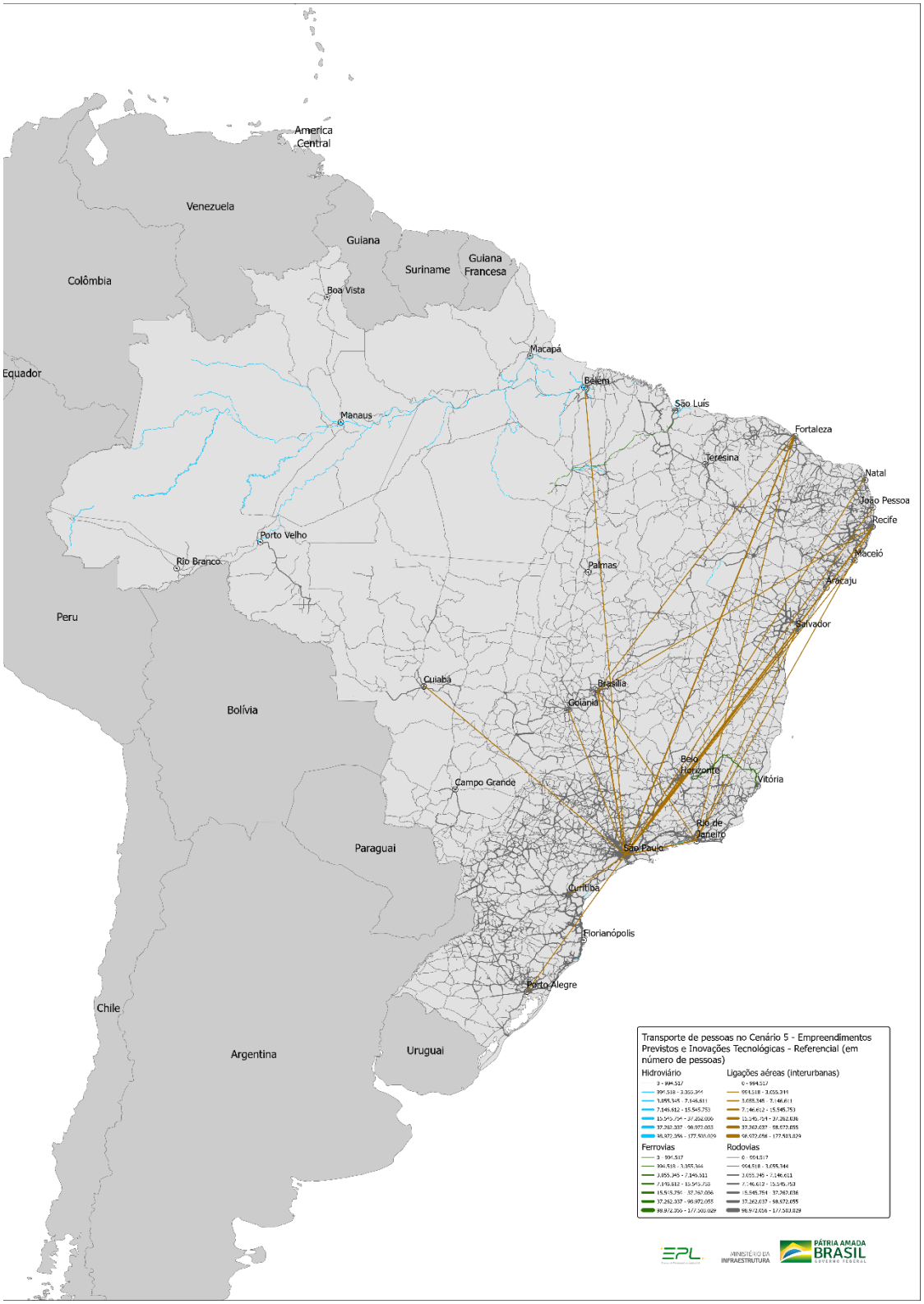


Figura 73: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 5
Fonte: EPL (2021)

6.7. CENÁRIO 6 - EMPREENDIMENTOS PROPOSTOS PELA SOCIEDADE E MERCADOS - REFERENCIAL

O sexto cenário testado para o Plano Nacional de Logística absorve as contribuições realizadas durante a Consulta Pública, refletindo empreendimentos desejados pela sociedade e pelos estados que não haviam sido absorvidos na versão disponibilizada no referido processo de participação social.

Nesse sentido, o referido cenário é o "mais rico" no quesito de oferta de infraestrutura de transportes, o que transforma vários fluxos "anteriormente conhecidos", fazendo com que as distribuições de cargas pelo país sejam alteradas consideravelmente. Essa abundância da oferta de infraestrutura fica bastante visível ao observar a Camada Estratégica de Análise do Cenário 6, que abrange a Camada Estratégica de Análise do Cenário Ano-Base 2017 acrescido de todas as infraestruturas adicionadas no Cenário 6, conforme apresentado na Figura 74.

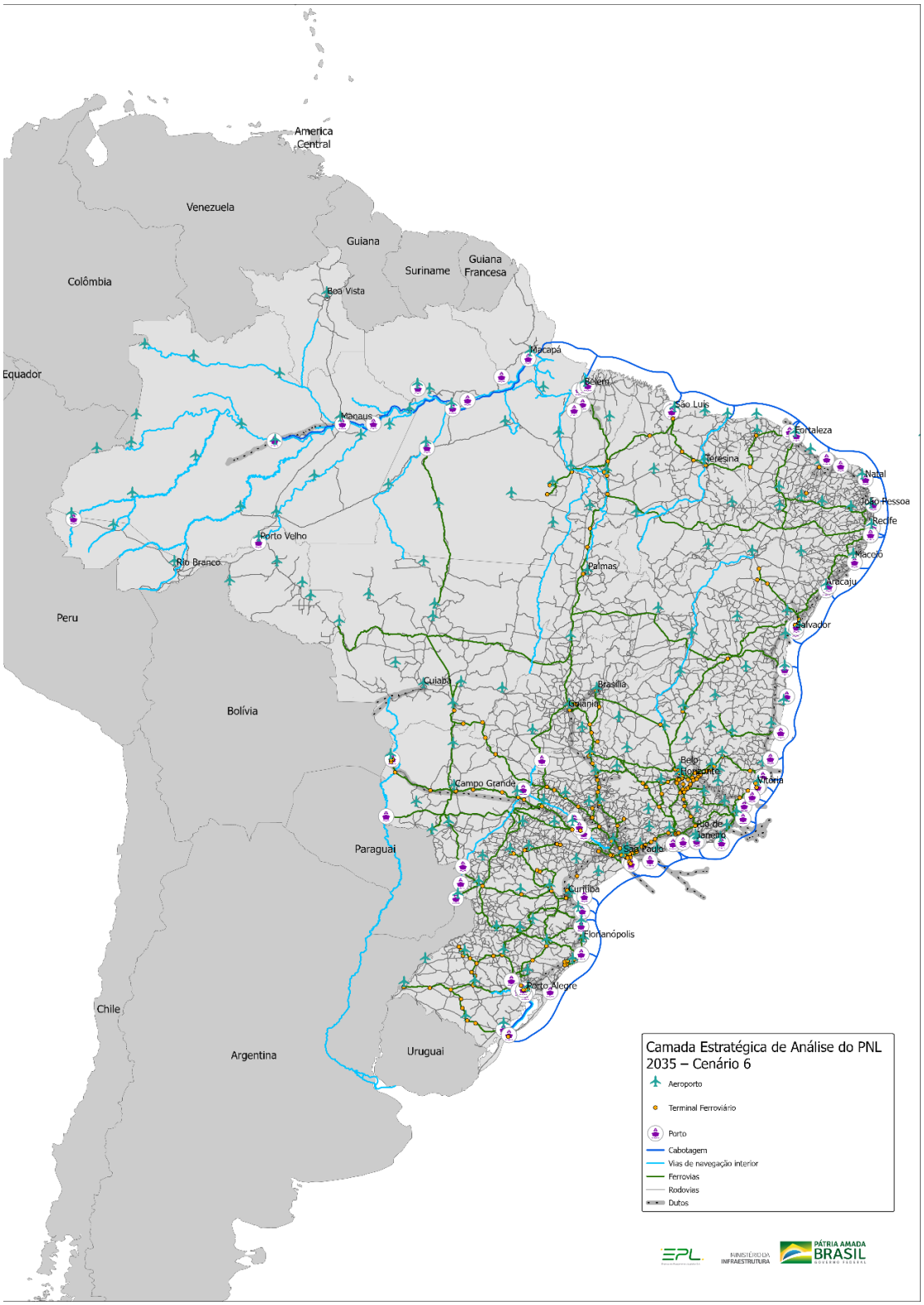


Figura 74 - Camada Estratégica de Análise considerada para o Cenário 6.
Fonte: EPL (2021)

O primeiro ponto que chama a atenção nesse cenário é a integração da ferrovia FICO, que para esse cenário é estendida até Porto Velho/RO, com o corredor de cargas gerais já observado desde o Cenário 1, utilizando as rodovias BR-319/AM, BR-364/RO e a via navegável do Rio Madeira. Dentro da ótica que este Plano permite observar, há a "necessidade de

solução" para o corredor que liga Manaus/AM ao centro do país, em especial aos mercados consumidores do Mato Grosso, de Goiás e do norte do Mato Grosso do Sul, assim como uma possibilidade de melhor integração com o mercado de produção e consumo da Bolívia.

Ganham destaque a ligação ferroviária que conecta o Leste e o Oeste do Estado de Santa Catarina, e a Ferrovia Litorânea, interligando aos portos catarinenses. Nesse contexto, forma-se um corredor de carga geral, interligado com a Ferrovia Norte Sul em Chapecó/SC. Esse mesmo corredor de integração mostra-se relevante em volume de cargas transportado para os Granéis Sólidos Agrícolas, que passam a usar a nova infraestrutura da EF-484 e da Rumo Malha Norte, para buscar mercados consumidores no interior do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul por meio desse grande corredor.

Ainda tratando dos efeitos das novas infraestruturas, a extensão da via navegável dos rios Paraná e Paraguai ao norte de Corumbá/MS tem como efeito um significativo aumento do seu volume de cargas transportado, especialmente de GSA sendo importado e exportado. Da mesma maneira, as demais vias navegáveis também apresentam atratividade de cargas, tanto por seu custo de transporte quanto pela sua disponibilidade.

A Figura 75 apresenta os fluxos de GSA alocados no Cenário 6, por peso.

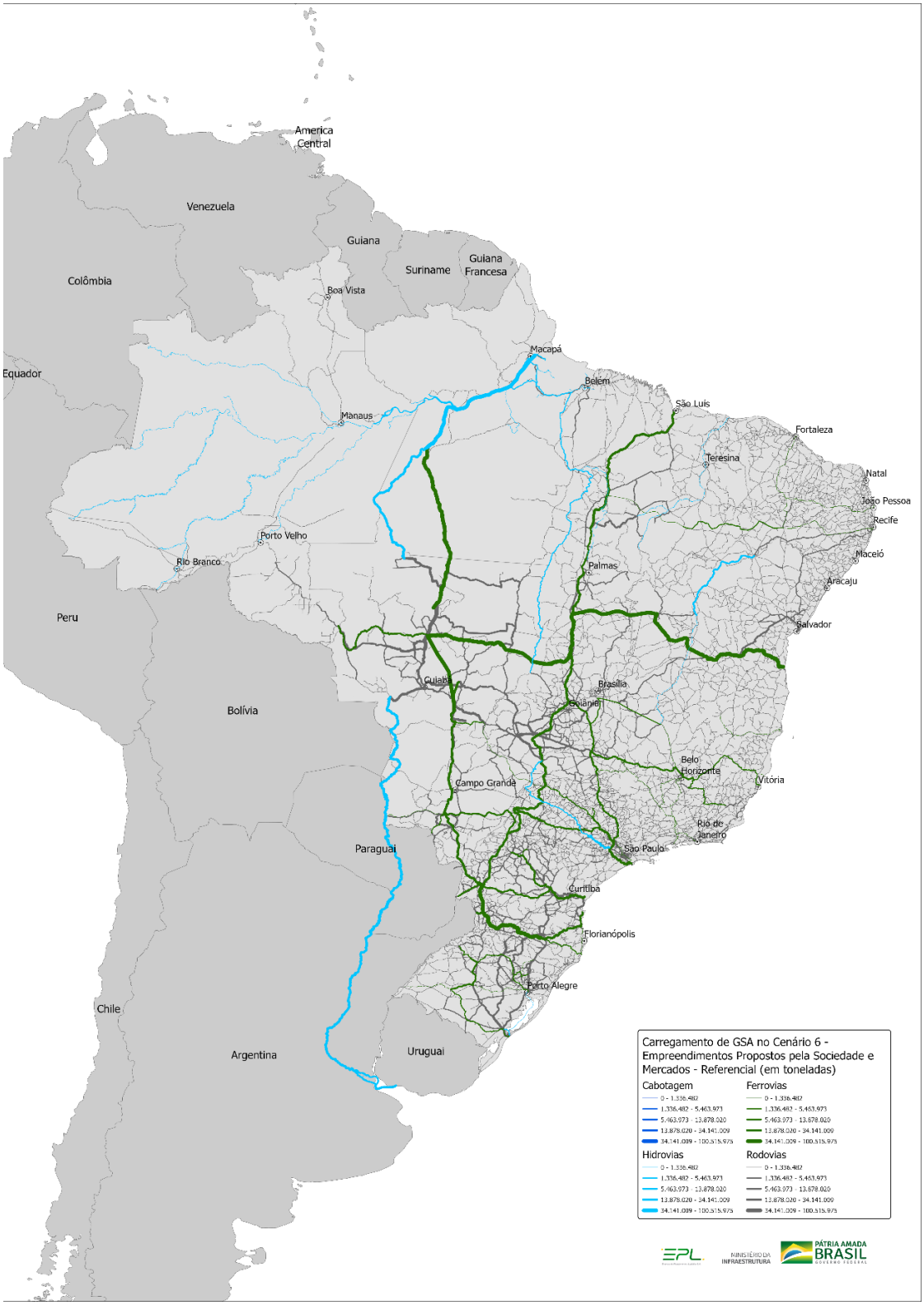


Figura 75 - Fluxos Alocados Cenário 6 - Graneis Sólidos Agrícolas - GSA (por peso).
Fonte: EPL (2021)

Com isso o volume de cargas na navegação em vias interiores dobra, em valor e em percentual, em relação ao Cenário 2. Há, ainda, a manutenção do volume de cargas transportada por meio da cabotagem costeira, com uma perda marginal e que pode ser encarada como uma "igualdade" dada a possível variância estatística do modelo.

Todavia, ainda com uma quantidade de obras bastante relevante, o modo rodoviário tem sua participação na matriz de transportes reduzida, em relação ao Cenário 2, ficando inferior ao volume transportado pelas ferrovias. Isso ocorre em virtude de que, no Cenário 6, a malha ferroviária passa a ter elevada integração de bitola, com empreendimentos que cortam o país com a mesma estrutura de transportes. Além disso, o modo ferroviário passa ter uma topologia de rede e não mais de corredores lineares. Essa topologia favorece as trocas de cargas inter-regionais de maior distância, levando os veículos de carga a circularem como primeira milha / última milha.

O Quadro 19 apresenta a matriz de transportes simulada nos cenários 2 e 6.

Quadro 19- Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 6, em TKU.

Modo	Cenário 2 – Empreendimentos Previstos - Referencial		Cenário 6 - Empreendimentos Propostos pela Sociedade e Mercados - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.852,79	51,36%	1.418,87	39,54%
Ferroviário	1.248,79	34,62%	1.531,83	42,69%
Cabotagem costeira	305,24	8,46%	297,68	8,30%
Navegação em vias interiores	151,97	4,21%	291,18	8,12%
Dutoviário	46,75	1,30%	46,75	1,30%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,74	0,05%
Total	**3.607,27**	**100%**	**3.588,06**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

Essa conformação de cenário leva a dois efeitos generalizados relevantes para a análise:

- Uma redução do TKU total, o que significa que as cargas estão rodando menos dentro do país para chegar ao seu destino ou a um porto, refletindo no custo de transporte por TKU; e

- Mesmo com todas as indicações de melhorias de capacidades nos portos, alguns portos-cidade (que incluem portos públicos e privados em apenas um elemento racional) apresentam uma movimentação "saturada", ou seja, parte da racionalidade dos transportes nacionais independe somente da oferta de infraestruturas de deslocamento (vias), sendo importante priorizar, racionalizar e estruturar as interfaces de transbordo, representada principalmente pelos portos, para atender aos cenários futuros, problema a ser enfrentado no bojo do Plano Setorial Portuário.

Para o transporte de pessoas os investimentos em rodovias acabam oferecendo um efeito bastante virtuoso, tanto pela oferta de mais infraestruturas com capacidades e velocidades mais elevadas, quanto pela captura de cargas para outros modos, o que reduz a impedância para o deslocamento e aumenta a atratividade para os principais corredores de deslocamento de pessoas.

A Figura 76 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas alocados no Cenário 6.

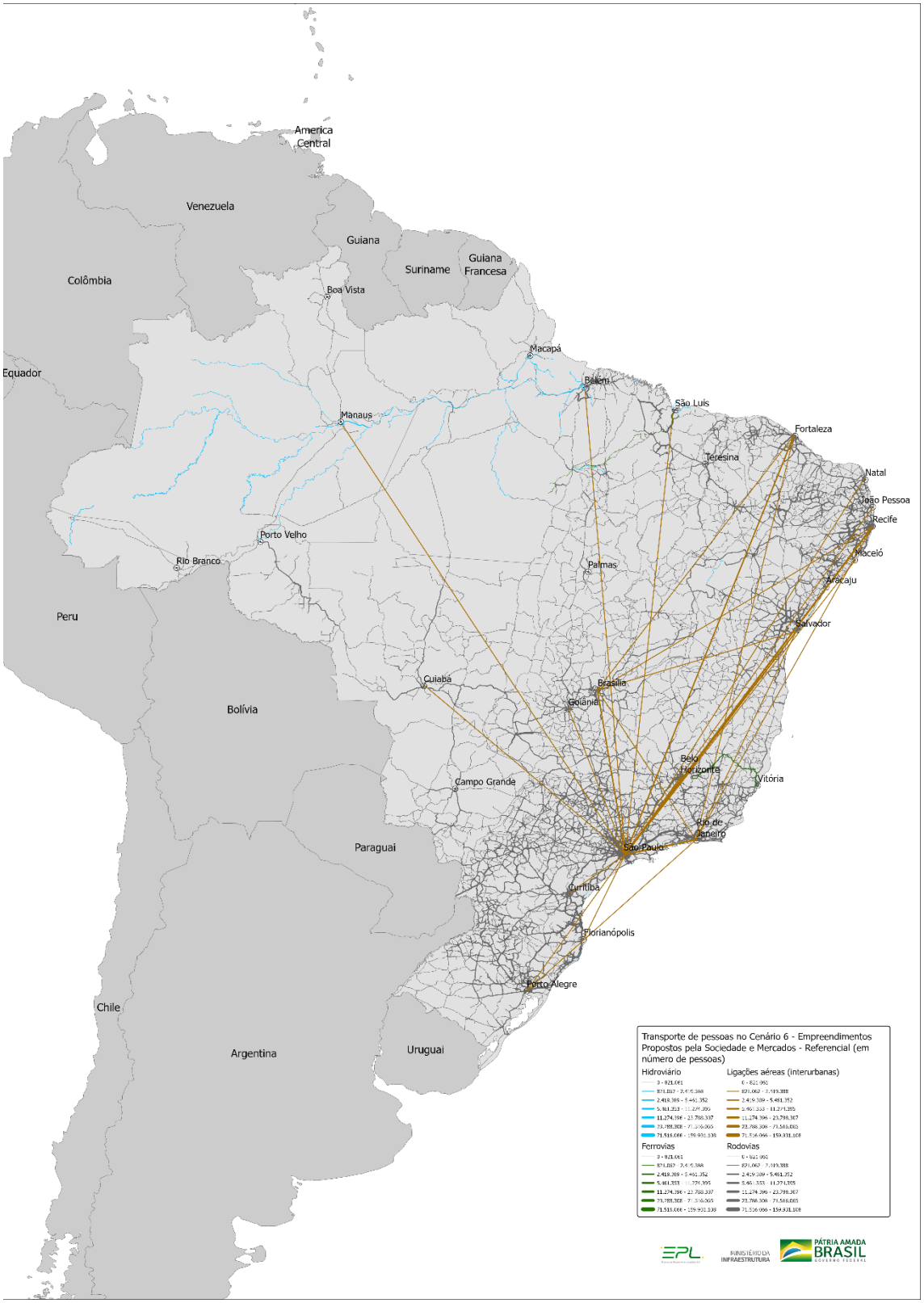


Figura 76: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 6
Fonte: EPL (2021)

6.8. CENÁRIO 7 - EMPREENDIMENTOS PREVISTOS E AUTORIZAÇÕES FERROVIÁRIAS - REFERENCIAL

No Cenário 7 buscou-se simular o impacto da operação de novos trechos ferroviários específicos que possuem interesse declarado de operação sob regime de autorização[31]. Os trechos em questão são:

- TUP Açu - Anchieta, integração com a EF-118;
- Foz do Iguaçu - Cascavel / Dourados - Maracajú, integração com a Ferroeste;
- TUP Alcântara, integração com a EFC;
- Sete Lagoas - TUP São Mateus, integração com a EFVM e FCA;
- Rondonópolis - Cuiabá - Lucas do Rio Verde, integração com a Rumo Malha Norte;
- Luziânia - Unaí - Pirapora, integração com a EFVM;

A simulação foi realizada em caráter preliminar, visto que não existem informações disponíveis e completas para todos os casos, a ponto de obter maior assertividade em termos de capacidades dos terminais, exata localização destes, traçado das ferrovias e condições operacionais e tecnológicas. Logo, foram considerados traçados hipotéticos com base nas informações disponíveis nos processos que tratam sobre o interesse de operação, o que resultou em diferentes impactos na rede de transporte.

[31] Durante o período de desenvolvimento do PNL 2035, constavam no Ministério da Infraestrutura os seis pedidos de autorizações ferroviárias específicos descritos neste Cenário. Porém, após o lançamento do Programa de Autorizações Ferroviárias - Pro Trilhos, por meio da Medida Provisória nº 1.065/21, em 30 de agosto de 2021, outras solicitações foram feitas, o que tende a potencializar os impactos observados neste Relatório e indica à necessidade de futura atualização/revisão do presente cenário.

As figuras 77 e 78 apresentam os fluxos alocados de cargas no Cenário 7.

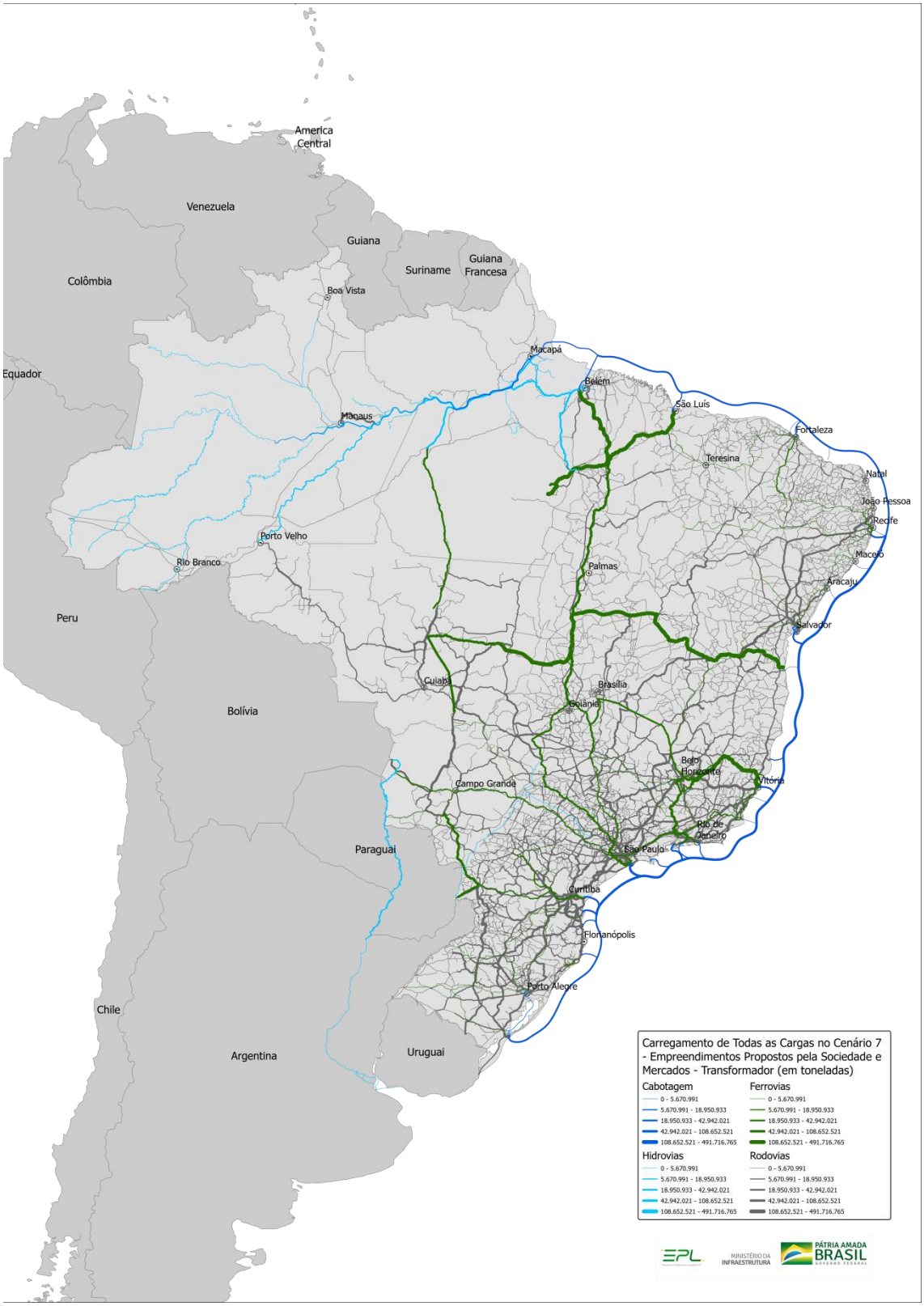


Figura 77: Fluxos Alocados Cenário 7 - Todas as Cargas (por peso)
Fonte: EPL (2021)

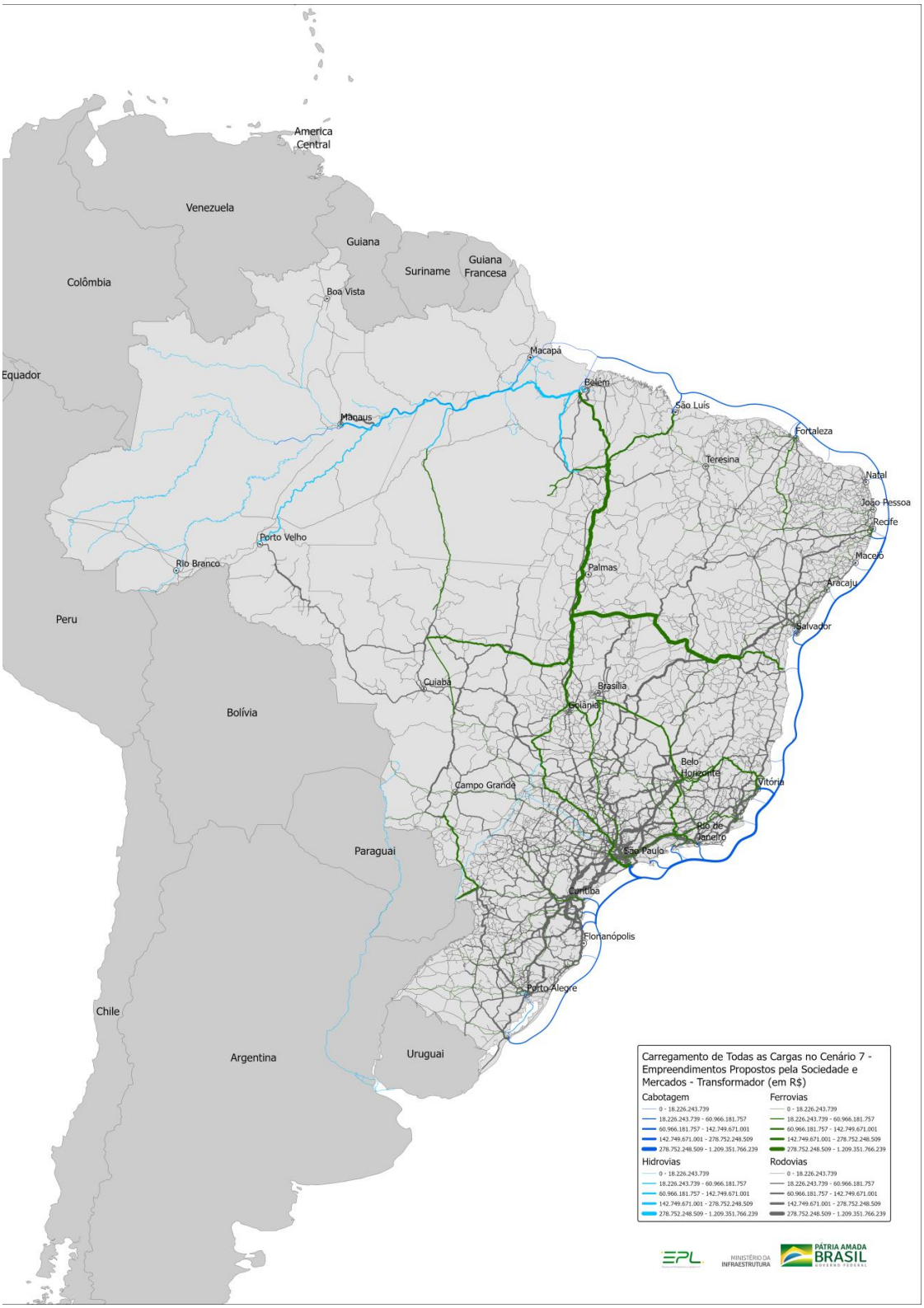


Figura 78: Fluxos Alocados Cenário 7 - Todas as Cargas (por valor)
Fonte: EPL (2021)

Primeiramente, ressalta-se que a simulação não é exaustiva em termos dos trechos potenciais para operação sob o regime de autorizações e, lembra-se ainda, que nos cenários futuros do PNL 2035, uma das premissas adotadas foi a simulação de todos os trechos ferroviários das malhas existentes, mesmo que inativos no Cenário base 2017. Com isso, espera-se captar potenciais de operação, que por sua vez, também poderiam encontrar viabilidade de execução por meio de autorizações nas hipóteses de devolução de trechos ferroviários subutilizados pelas atuais Concessionárias.

O Quadro 20 apresenta a divisão modal para o Cenário 7 em comparação com o Cenário Contrafactual.

Quadro 20: Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários Contrafactual e 7, em TKU.

Modo	Cenário Contrafactual		Cenário 7 – Empreendimentos Previstos e Autorizações Ferroviárias - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	2.103,89	64,99%	1.798,70	51,61%
Ferroviário	683,73	21,12%	1.192,84	34,22%
Cabotagem costeira	271,63	8,39%	300,47	8,62%
Navegação em vias interiores	129,37	4,00%	144,91	4,16%
Dutoviário	46,75	1,44%	46,75	1,34%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,74	0,05%
Total	**3.237,11**	**100%**	**3.485,41**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

Esse Cenário proporciona uma captura maior de cargas de GSA para as ferrovias que fazem ligação aos Portos do Sudeste e Sul, movimentando parte da carga que, no Cenário 2, por exemplo, seria escoada pelo arco norte. As ligações ferroviárias da malha RMN proporcionam extensões menores percorridas quando comparadas ao sistema FICO-FNS-FIOL, e por esse motivo, o TKU total, assim como o TKU ferroviário, são pouco menores no Cenário 7 em Comparação aos do Cenário 2. Por outro lado, ambos evidenciam ganhos significativos em relação ao Cenário Contrafactual (Quadro 20).

Observou-se que o acréscimo de carga atribuído às malhas atualmente existentes e maior escoamento pelos Portos do Sudeste e Sul, impactaria em um custo maior para o sistema quando comparados ao Cenário 2, por exemplo, assim como em um maior custo médio, devido às maiores ocupações das capacidades disponíveis dessas infraestruturas, e aos custos operacionais mais elevados do que as novas ferrovias. Esse tipo de impacto é devido principalmente às extensões da malha da Rumo Malha Norte e da ligação Luziânia - Unaí - Pirapora. Ambas, proporcionaram maior captura de carga para as malhas ferroviárias atualmente ativas que ligam aos portos do Sudeste.

Nas simulações realizadas houve comportamentos que evidenciam a necessidade de dados mais detalhados sobre os projetos considerados, assim como a ampliação das visões dessas propostas para um olhar mais sistêmico. As ligações da EF-118 com os portos do Açu e Anchieta e as prolongações da Ferroeste para Foz do Iguaçu e Maracajú, captaram uma quantidade de carga razoável e compatível com o impacto local e com suas extensões.

Já a ligação para da Estrada de Ferro Carajás para o futuro Porto de Alcântara, encontrou dificuldades para a alocação de carga. Como o modelo do PNL 2035 trabalha com fluxos anualizados e agregados, a carga de uma determinada origem/destino/produto/ano é indivisível e procura o caminho mais adequado em termos de custo e tempo para atender à sua necessidade de movimento entre as diferentes opções ofertadas na rede intermodal. Ocorre que, para o caso, os fluxos de exportação de minério de ferro, assim como os demais produtos considerados como potenciais para a ferrovia, foram alocados no tramo em operação da EFC que faz ligação com o Porto do Itaqui, ou em alternativas no Pará (Vila do Conde, em Barcarena/PA e Belém/PA), por ofertarem condições de custo mais atrativas, mesmo considerando saturações nesses locais e o impacto disso nos custos. Observa-se que para o caso da ferrovia em questão, o projeto precisa prever condições de competitividade bastante atrativas, e ainda, levar em conta eventuais aumentos de capacidade das opções de escoamento vigentes.

De forma análoga, a ligação simulada entre a cidade de Sete Lagoas/MG e o TUP de São Mateus/ES também apresentou baixa competitividade em relação à opção de escoamento existente pela FCA, de Governador Valadares/MG até Vitória/ES, que possui custo e capacidades mais atraentes que a situação de referência. Nas condições simuladas, pouca carga foi atraída para essa ferrovia.

Já a extensão da malha norte, de Rondonópolis, passando por Cuiabá, até Lucas do Rio Verde, mostrou potencial para carregamento, ultrapassando 50 milhões de toneladas/ano somando-se os dois sentidos, com a maior parte da carga (58%) direcionada para o Norte, com o objetivo de alcançar a integração com a FICO e seguir escoamento pelo Arco Norte através no sistema de ferrovias FICO-FNS-FIOL. A parte da carga direcionada para os portos do Sudeste potencializa a competitividade entre as opções de escoamento dessa região produtiva para o exterior.

A ligação ferroviária entre Luziânia/GO, Unaí/MG, Pirapora/MG e a malha da FCA também mostra potencial para atração de cargas para os portos do Sudeste, com carregamento potencial superior a 20 milhões de toneladas.

Dentre os trechos ferroviários atualmente inativos, vários apresentaram bons carregamentos no Cenário 7. Observou-se um acréscimo de 17,5 bilhões de TKU para o modo ferroviário provenientes dos carregamentos em trechos atualmente inativos, além do acréscimo correspondente à alimentação das malhas que eles integram.

Na malha da Rumo Malha Oeste, observou-se potencial de carregamento de 7MM de toneladas de Minério de Ferro ao ano, além de cerca de 75.000 toneladas de Outros Minerais. Essa carga, essencialmente, é captada a partir da reativação de trechos que conectam Corumbá, Porto Esperança e Miranda, no Mato Grosso do Sul.

De maneira similar, a reativação da Rumo Malha Paulista, no ramal Araraquara-Barretos, em São Paulo, o trecho de Barrinha/SP até Araraquara/SP atrairia cerca de 400.000 toneladas de açúcar ao ano.

A reativação de trechos da Ferrovia Transnordestina Logística (FTL), entre Aracajú e Maceió, também apresentou potencial de atração de cerca de 500.000 toneladas ao ano, principalmente de CGNC.

De forma geral, observou-se que as *shortlines* simuladas no Cenário 7, junto aos trechos potenciais reativados neste e nos demais cenários futuros simulados, possuem um potencial de elevar o TKU ferroviário em 12%, ou 128 bilhões de TKU, com impacto na redução do custo médio de todo sistema de transporte em 3,5%, o que traria uma redução de R$ 8,46 bilhões ao ano nos custos gastos com transporte no Brasil.

O nível de emissões de CO2eq do sistema de transporte nacional possui potencial de redução com as *shortlines* e trechos reativados de 1.630.898 toneladas (ou 1.631 gigagramas). Em termos financeiros, isso corresponde à uma economia de R$ 116,49 milhões[32].

Não houve alterações significativas na configuração do transporte de cargas em outras regiões não afetadas pelas ativações de trechos inativos ou pela simulação dos novos trechos considerados.

[32] Conforme parâmetros da Metodologia de Análise Custo Benefício utilizada pela EPL, cada tonelada de CO2eq não emitida corresponde a R$ 71,43, em valores de 2020.

A Figura 79 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas alocados no Cenário 7, que não apresentam alterações relevantes com relação ao Cenário 2.

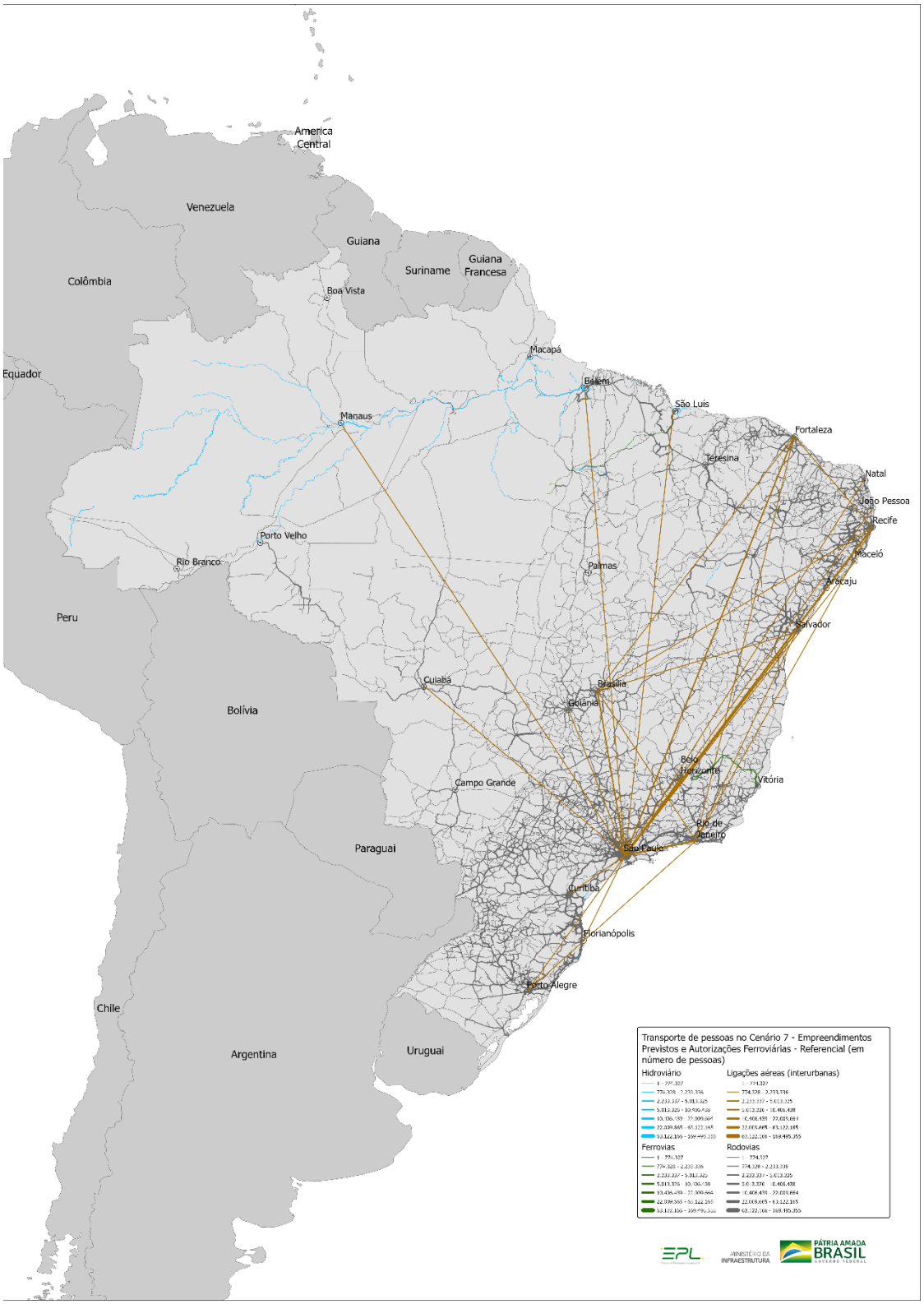


Figura 79: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 7.
Fonte: EPL (2021)

6.9. CENÁRIO 8 - UNIÃO DOS CENÁRIOS 1 A 7 - TRANSFORMADOR

O oitavo cenário simulado e apresentado para o presente Plano é uma superposição de todos os cenários anteriores. Embora a junção de efeitos específicos de cada um dos cenários simulados independentemente possa potencializar comportamentos, dificultando uma análise mais aprofundada, o cenário cumpre um importante papel em ser uma hipérbole de comparação, permitindo que efeitos mais discretos nos cenários anteriores se apresentem de forma "exagerada" para uma discussão consciente e cientificamente adequada.

Essa superposição de efeitos aparece, destarte, na matriz modal, conforme visto no Quadro 21. Como esse cenário possui uma matriz transformadora, sua comparação mais adequada é em relação ao Cenário 3.

Quadro 21 - Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 3 e 8, em TKU.

Modo	Cenário 3 – Empreendimentos Previstos - Transformador		Cenário 8 - União dos Cenários 1 a 7- Transformador	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	2.197,25	52,49%	1344,47	32,17%
Ferroviário	1.420,63	33,94%	1973,57	47,22%
Cabotagem costeira	340,49	8,13%	503,15	12,04%
Navegação em vias interiores	170,52	4,07%	301,70	7,22%
Dutoviário	54,84	1,31%	54,84	1,31%
Aeroviário	1,95	0,05%	1,95	0,05%
Total	**4.185,68**	**100%**	**4.179,68**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021)

Nesse contexto, observa-se uma redução do transporte rodoviário de cargas em cerca de 850 bilhões de TKU, transporte esse absorvido pela alta disponibilidade de ferrovias, efeito do Cenário 6, e das reduções de custos portuários e da cabotagem, efeito dos cenários 4 e 5.

Na perspectiva proposta para o Cenário 8, e dentro das precauções e limitações necessárias para esse tipo de análise, é possível reafirmar que o transporte de alta capacidade se apresenta como uma oportunidade de ajuste da racionalidade da matriz de transportes. Também é possível reiterar que, embora possamos imaginar cenários com altíssima disponibilidade de infraestruturas, custos módicos para transbordo modal e para deslocamentos, a importância do transporte rodoviário de cargas possui um valor mínimo de cerca de 33% na divisão das TKU, mesmo em cenários hipotéticos e bastante desvantajosos para esse modo. Essa situação é explicada pela dinâmica territorial brasileira, que resulta um número de viagens de "primeira e última milha" elevado, porém racionalizável.

Outra observação em relação à hipérbole do Cenário 9, é a confirmação da não rejeição das Cargas Gerais e Cargas Gerais Não Conteinerizáveis a infraestruturas ferroviárias. Essa atratividade, a ser reafirmada no âmbito do PSTT, pode oferecer um paradigma diferenciado para a forma de analise a viabilidade de ferrovias que, potencialmente, deixam de atuar como esteiras de escoamento de *commodities* "ponta a ponta" e apresentam uma potencial

atratividade para distribuição de média e longa distância de cargas industrializadas no interior do país.

O mapa do total de veículos de carga no Cenário 8, apresentado na Figura 80, permite observar justamente as asserções anteriores, bem como o funcionamento simultâneo dos diferentes empreendimentos ferroviários, sem que ocorra a anulação ou "furto" de cargas entre eles.

Um fato relevante a se salientar, é que tanto no Cenário 8, quanto no Cenário 6, a quantidade de carga nos modos de grande capacidade seria tamanha, que as frotas veiculares necessitariam de consideráveis investimentos e ampliação, não computados nas simulações deste PNL. A frota marítima, por exemplo, precisaria ofertar uma capacidade duas vezes maior que a atualmente disponível, evidenciando a necessidade de inciativas do mercado e de fomento à construção naval se o desenvolvimento do sistema de transportes se configurar como neste Cenário.

Reforça-se, que o cenário 8 une todas as variáveis dos cenários anteriores, e probabilisticamente, podemos afirmar que quanto maior o número de variáveis e empreendimentos, menor é a chance do desenvolvimento da rede de transportes assim se configurar.

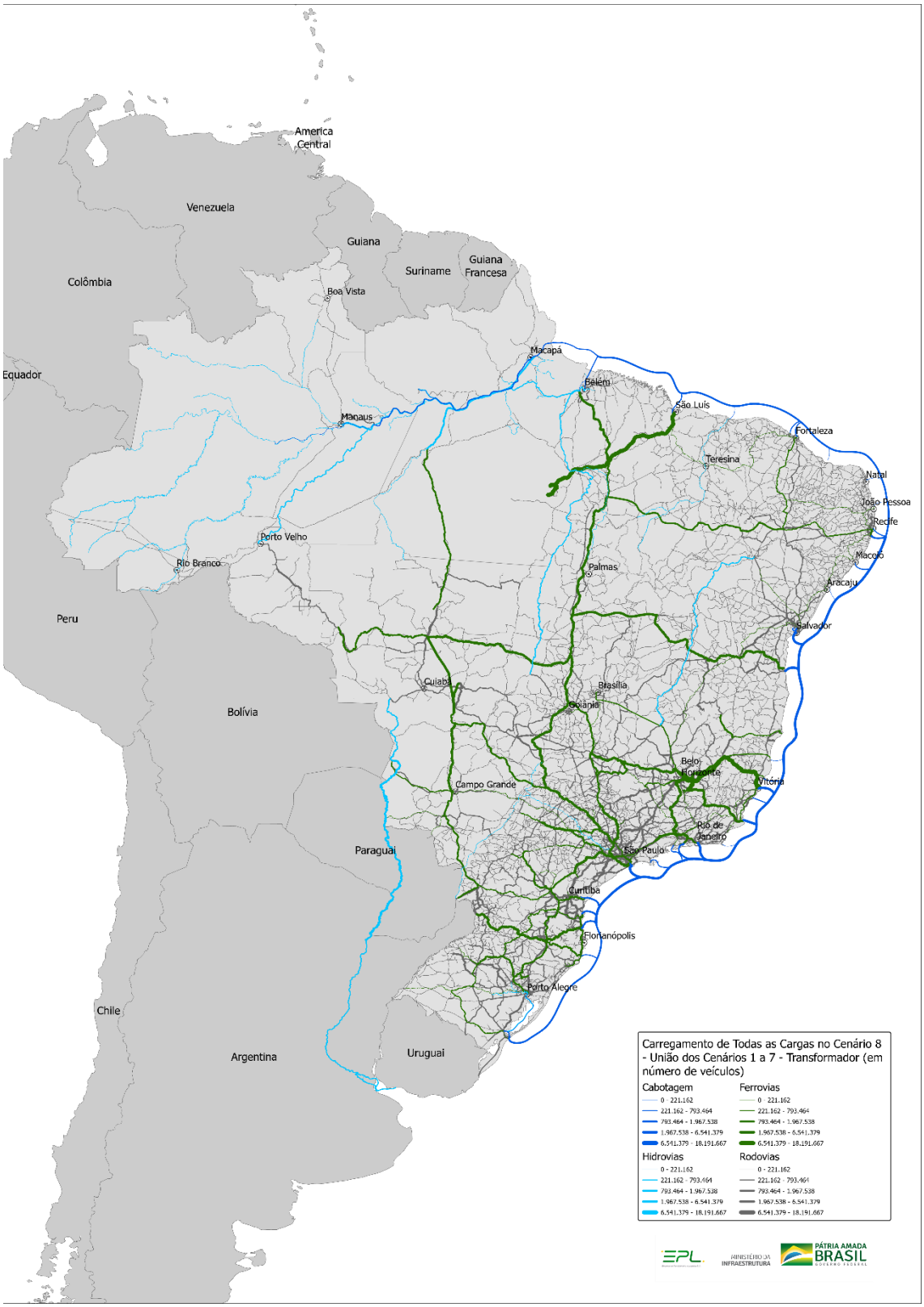


Figura 80 - Fluxos Alocados Cenário 8 - Todas as Cargas em Veículos
Fonte: EPL (2021)

A distribuição de cargas por valores (VKU) demonstra os portos das regiões Sul e Sudeste, em especial os portos de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, como potenciais polos de atração de cargas para posterior distribuição interna no país por meio das ferrovias.

A Figura 81 apresenta os fluxos de cargas alocados no Cenário 8, por valor.

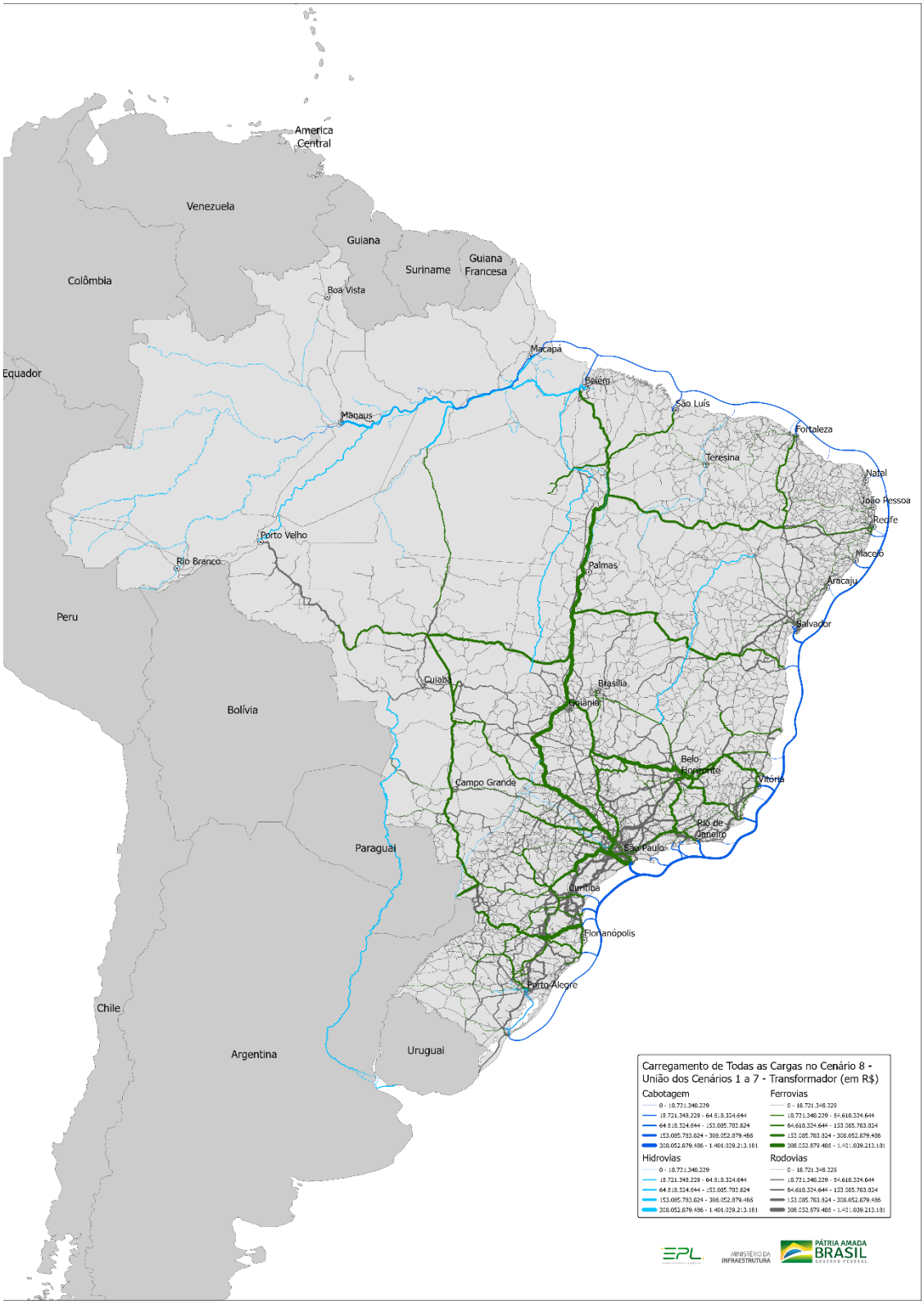


Figura 81: Fluxos Alocados Cenário 8 - Todas as Cargas (por valor).
Fonte: EPL (2021)

A Figura 82 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas alocados no Cenário 8, que reforça a mesma tendência de ampliação da demanda por transporte aéreo nos fluxos interurbanos de longa distância observada nos demais cenários.

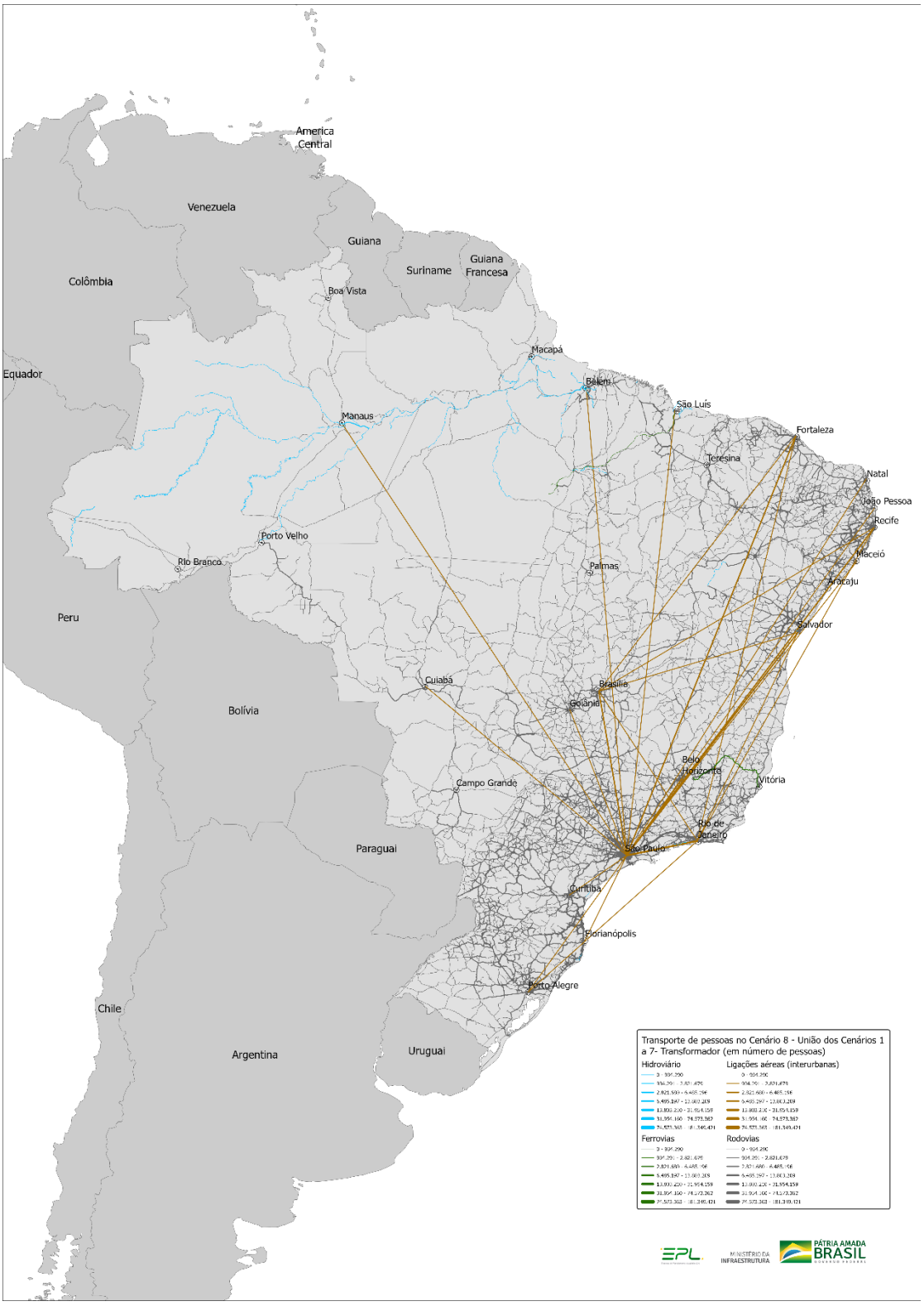


Figura 82: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 8.
Fonte: EPL (2021)

6.10. CENÁRIO 9 -PRINCIPAIS OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DA REDE DE TRANSPORTE NACIONAL - REFERENCIAL

6.10.1. Concepção do Cenário 9

O Cenário 9 simulado e apresentado neste PNL 2035 possui sua concepção pautada em metodologia específica, que suscita os esclarecimentos aqui apresentados.

Após a simulação dos diferentes Cenários do PNL 2035, a quantidade de variáveis envolvidas e a variedade de resultados demonstram a necessidade dos planos estratégicos de transporte apresentarem flexibilidades e diferentes hipóteses de desenvolvimento dos sistemas planejados. Por outro lado, a quantidade de dados e os achados das simulações realizadas permitem identificar oportunidades de atuação específicas que podem configurar ganhos no atendimento dos objetivos da Política Nacional de Transportes.

Nessa dicotomia, opta-se por traçar mais um cenário para o PNL 2035, não para enrijecer o caminho de desenvolvimento da rede de transportes, mas para se configurar como mais uma opção de desenvolvimento, dessa vez, pautada na escolha de infraestruturas em uma análise sistêmica e ligada às variáveis estudadas no plano, que, registra-se, não abrangem a totalidade de variáveis intervenientes no processo transformação do território por meio de sua interação com os sistemas de transporte.

Com base nos diferentes empreendimentos e intervenções simuladas nos Cenários de 1 a 8, objetiva-se no Cenário 9 **selecionar os empreendimentos que causaram os impactos positivos mais transformadores nos cenários anteriores, buscando montar uma alternativa de desenvolvimento da rede de transportes mais econômica, mas que preserve parte ou os principais impactos positivos.**

Para tal, adotou-se a seguinte metodologia:

- Seleção dos cenários de análise;
- Seleção de indicadores que sofreram maiores alterações entre os cenários com alterações exclusivamente de infraestrutura;
- Espacialização dos indicadores (cálculo de cada indicador por unidade geográfica);
- Seleção das regiões que obtiveram melhorias significativas conforme os indicadores;
- Seleção das infraestruturas com impactos mais representativos nessas regiões;
- Cálculo de um fator de impacto geral para essas infraestruturas;
- Vinculação com as obras/empreendimentos/intervenções simulados que afetaram as infraestruturas com maiores fatores de impacto;
- Ordenamento das obras/empreendimentos/intervenções por fator de impacto e seleção, até um limite de investimentos pré-estabelecido;

- Simulação das obras/empreendimentos/intervenções no modelo funcional de simulação do PNL 2035; e

- Avaliação do Cenário.

Detalhando um pouco mais os procedimentos, inicia-se pela **seleção dos cenários de análise**. Como o objetivo final da construção do Cenário 9 é a busca de infraestruturas mais impactantes nos objetivos da PNT, não seria adequado avaliar os cenários que simulam alterações além da infraestrutura, pois não é possível identificar com clareza se determinada alteração em um indicador foi causada pela alteração na infraestrutura, ou por outra variável simulada, como o impacto do BR do Mar, alterações de custos provenientes de tecnologias nos transportes ou um crescimento econômico diferenciado (matriz transformadora).

Dessa forma, analisou-se exclusivamente os impactos dos indicadores entre os cenários 2, 6 e 7, em relação ao Cenário 1. Em todos esses cenários, utiliza-se a mesma matriz de transporte (referencial) e não há variações em termos de tecnologia. As diferenças entre esses cenários podem ser exclusivamente explicadas pelas alterações nas redes de transporte simuladas. A comparação com o Cenário 1 se justifica pelo fato que a construção da proposta para o Cenário 9 não pode conflitar com os projetos considerados como "em andamento", ou seja, aqueles já qualificados no PPI, quando se trata de parcerias com a iniciativa privada, ou com orçamento previsto no Plano Plurianual (PPA), pois trata-se de compromisso governamental de execução. Logo, para o Cenário 9 são considerados todos os projetos do Cenário 1, acrescidos da seleção de empreendimentos ou intervenções que causam impactos mais transformadores

Para a **seleção dos indicadores** de análise, observou-se a variação dos valores encontrados nos cenários 2, 6 e 7 em relação ao Cenário 1, para cada elemento de representação.

Os indicadores apresentaram as variações máximas conforme a Quadro 22. Observa-se que parte dos indicadores não apresentam grandes variações entre os cenários, o que destaca necessidades que serão abordadas no Capítulo 7. Outros indicadores não são adequados para a análise regionalizada aqui proposta: o indicador de "Desembolsos" é um dado de entrada, que reflete as intervenções em infraestrutura, e assim sendo, não pode ser avaliado como resultado da simulação. Já o "Impacto dos investimentos no PIB", também não se aplica a esse tipo de análise em escala geográfica em virtude do modelo de Equilíbrio Geral adotado, que possui representatividade estatística e é explicativo em nível nacional, ou no máximo, em grandes regiões. O uso desse modelo em unidades menores traria distorções e baixa representatividade aos resultados.

Quadro 22: Variação máxima dos indicadores dos cenários 2, 6 e 7 em relação ao Cenário 1.

Indicador	Variações mais transformadoras nos resultados dos indicadores
Volumes de gases de efeito estufa emitidos	-7,69%
Tempo médio ponderado para o transporte de Cargas	0,13%
Tempo médio ponderado para o transporte de Pessoas	-4,13%
Custo de transporte de cargas	-16,70%
Custo médio de transporte de cargas	-26,87%
Custo médio de transporte - Recorte Internacional	0,39%
Variação Relativa do Tempo Médio Ponderado para cargas	-0,90%
Tempo médio ponderado para cargas no recorte internacional	-0,63%
Tempo médio ponderado para cargas no recorte de defesa e segurança nacional	-0,16%
Desembolso	N/A
Índice de segurança	-6,52%
Impacto de investimentos no PIB	N/A

Fonte: EPL (2021)

Dadas as explicações das exceções, fica evidente no Quadro 22 que os indicadores de **"Custo médio de transporte de cargas", "Tempo médio ponderado para o transporte de Pessoas", "Volumes de gases de efeito estufa emitidos" e "Índice de segurança"** foram os que apresentaram reduções mais transformadoras nos Cenários simulados, sendo todas variações máximas acima de 4%. Em outras palavras, pode-se assumir que algumas alterações nas infraestruturas que foram simuladas nos cenários 2, 6 e 7 impactaram nas Emissões de Gases do Efeito Estufa, no Tempo de Viagens Interurbanas para as Pessoas, no Custo para o Transporte de Cargas e na Segurança Rodoviária. O Custo Total do Transporte de Cargas também sofreu grande alteração. Porém, esse indicador possui correlação direta com o Custo Médio, que foi mais impactado e, ainda, trata-se apenas de uma forma adicional de medir o mesmo elemento de representação (Eficiência). O uso dessa métrica é então dispensada, pois levaria às mesmas conclusões do Custo Médio.

Em seguida, passou-se para a **espacialização dos indicadores**, que consiste no cálculo de cada indicador por unidade geográfica. Adotou-se como unidade geográfica adequada para essa análise as "Regiões Geográficas Intermediárias", estabelecidas pelo IBGE (2017) e que correspondem a uma escala intermediária entre as Unidades da Federação e as Regiões Geográficas Imediatas. Essas regiões organizam o território, articulando as Regiões Geográficas Imediatas por meio de um polo de hierarquia superior diferenciado a partir dos fluxos de gestão privado e público e da existência de funções urbanas de maior complexidade. Além de apresentarem tamanhos adequados para captar impactos de infraestruturas de transporte de relevância nacional, que majoritariamente transpõem divisas municiais ou de arranjos populacionais, tais dimensões geográficas agrupam municípios com relações socioeconômicas evidentes em um entorno imediato.

Para os indicadores e cenários selecionados, observaram-se os valores para cada Região Intermediária, adotando as metodologias de cálculo apresentadas no Apêndice I aplicadas nessa unidade menor, com uma adequação no indicador de Tempo Médio para o Transporte de Pessoas, que nesse caso, está apresentado em "horas" e ponderado pelos volumes de

viagens interurbanas das UTPs que compõem as Regiões Intermediárias. O valor, então, representa um tempo médio ponderado que a população localizada em cada unidade levaria para alcançar suas principais demandas por viagens interurbanas. Os resultados podem ser observados nas figuras 83 a 86.

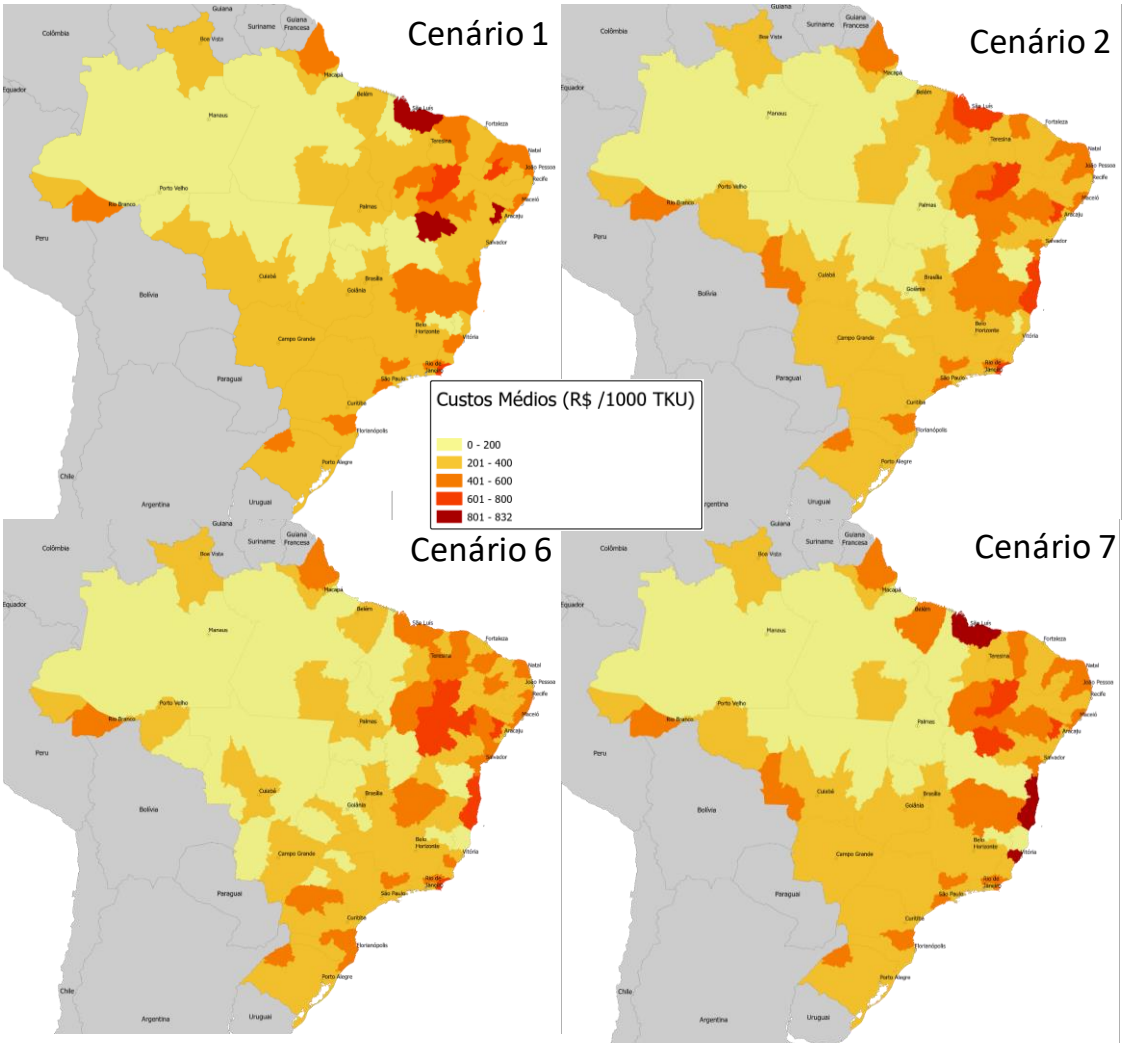


Figura 83: Custo médio de transporte de cargas para os Cenários 1, 2, 6 e 7, em R$/1000TKU, por Região Geográfica Intermediária.
Fonte: EPL (2021)

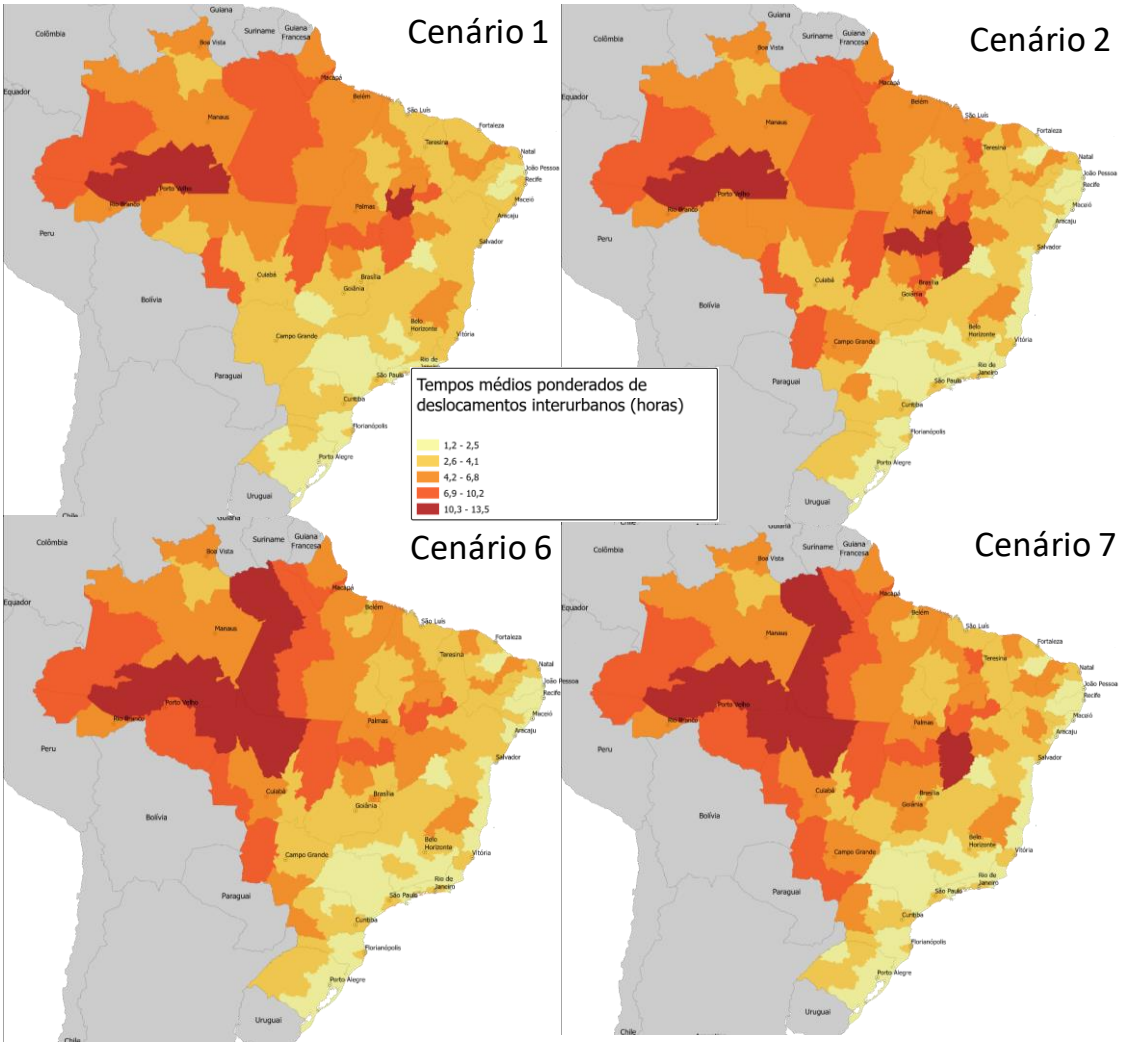


Figura 84: Tempo médio ponderado para o transporte de Pessoas para os Cenários 1, 2, 6 e 7, em horas, por Região Geográfica Intermediária.
Fonte: EPL (2021)

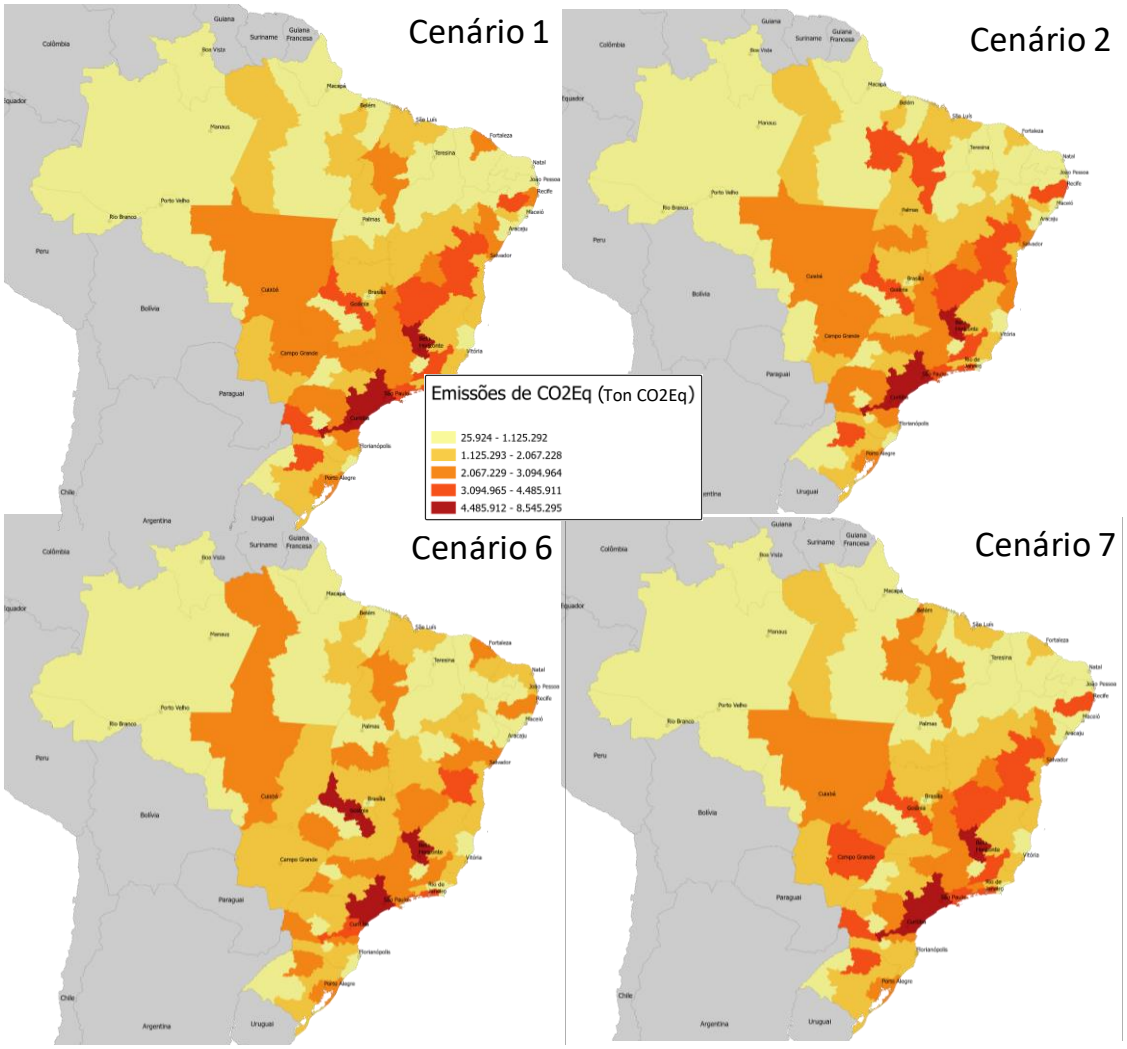


Figura 85: Volumes de emissões de gases de efeito estufa emitidos para os Cenários 1, 2, 6 e 7, em Ton de C02Eq, por Região Geográfica Intermediária.
Fonte: EPL (2021)

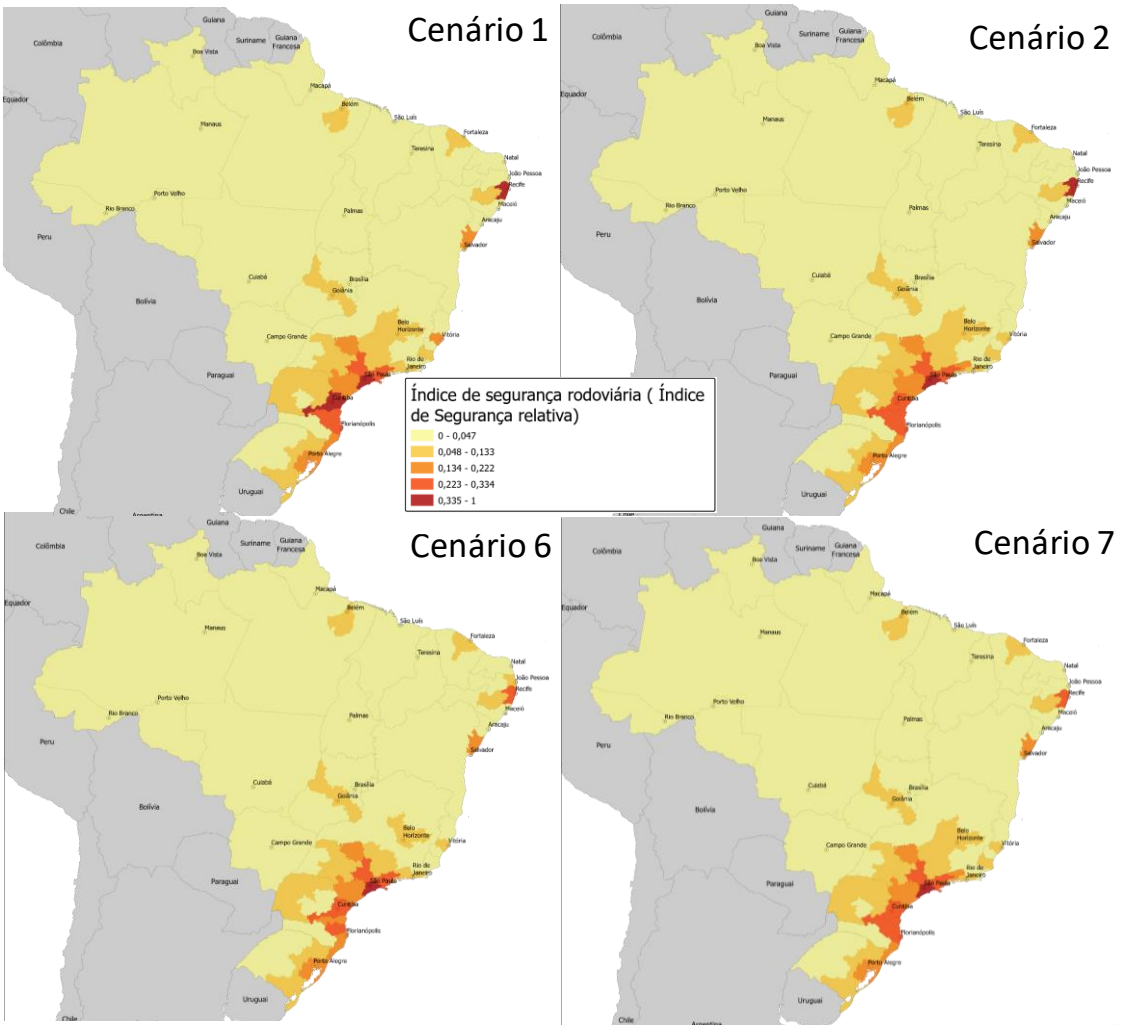


Figura 86: Índice de segurança para os Cenários 1, 2, 6 e 7, por Região Geográfica Intermediária.
Fonte: EPL (2021)

Com base nos valores observados, foram identificadas as regiões que **obtiveram melhorias significativas conforme os indicadores**. Para isso, avaliou-se o nível de melhoria nos valores dos indicadores conforme a variação dos cenários 2, 6 e 7 em relação ao Cenário 1. Foram selecionadas como mais impactadas as regiões que sofreram alterações mais significativas, nesse caso, as que se enquadraram nas três maiores classes em uma classificação de 5 classes pelo método de *jenks*[33].

[33] A classificação por *jenks* visa minimizar a variância dentro de cada classe e maximizar a variância entre as classes. Com isso, pode-se afirmar que os valores dentre de cada classe são significativamente semelhantes, enquanto cada classe é significante diferente.

A Figura 87 apresenta os mapas com tais regiões e os respectivos valores de melhorias em qualquer um dos três cenários avaliados em relação ao Cenário 1.

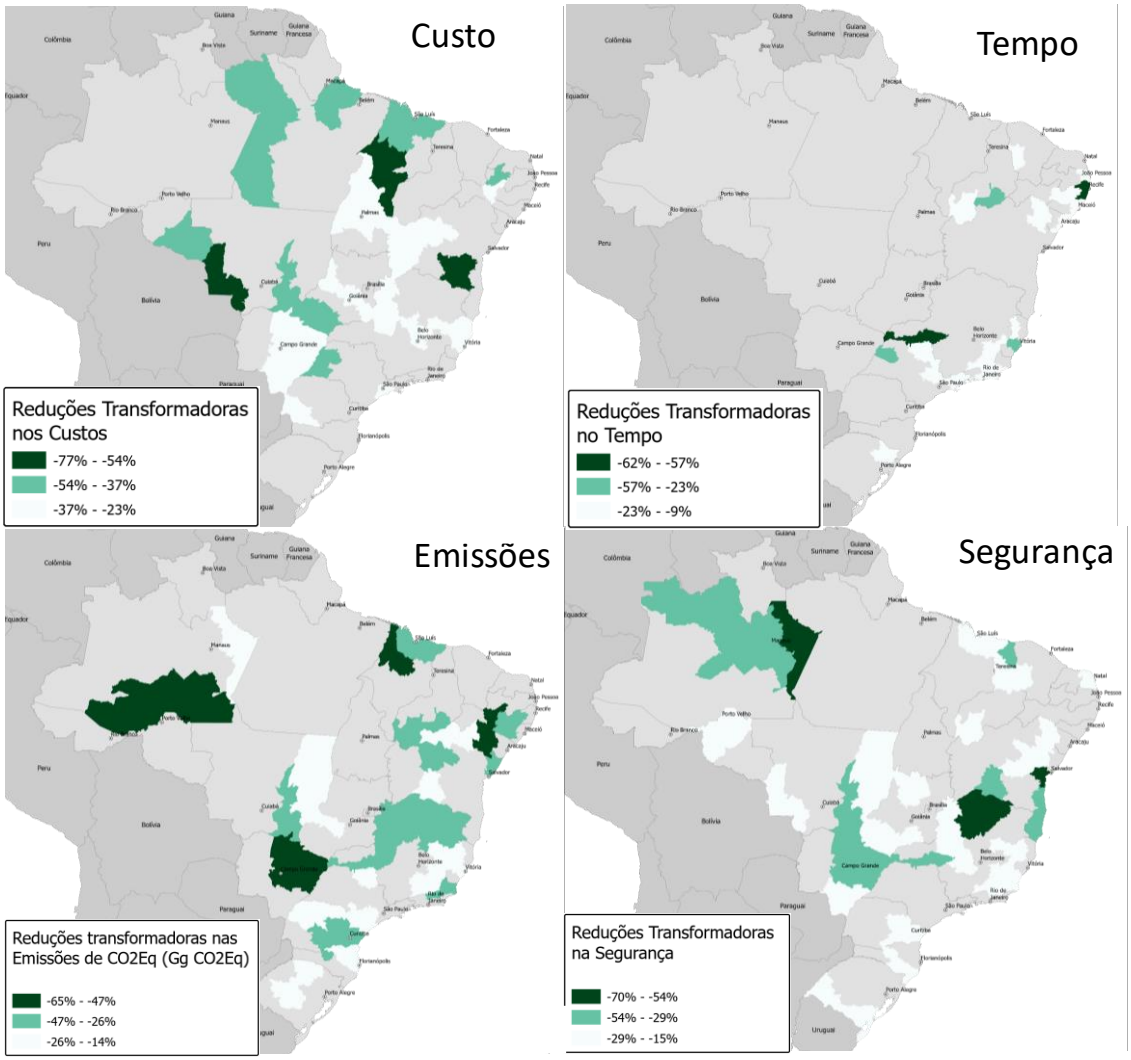


Figura 87: Alterações nos indicadores de Custo Médio de Transporte de Cargas, Tempo Médio Ponderado para Cargas, Volume de Gases de Efeito Estufa Emitidos e Índice de Segurança, em relação ao Cenário 1, por Região Geográfica Intermediária.
Fonte: EPL (2021)

Observando os dados de cada uma das regiões selecionadas, partiu-se para a **seleção das infraestruturas com impactos mais representativos nessas regiões**, que são aquelas com maiores representatividades em termos de TKU, RPK (pessoas.km), da relação entre TKU e emissões absolutas e da probabilidade de acidentes no trecho rodoviário, para os indicadores de "Custo médio de transporte de cargas", "Tempo médio ponderado para o transporte de Pessoas", "Volumes de gases de efeito estufa emitidos" e "Índice de segurança", respectivamente.

As infraestruturas selecionadas nessas regiões são possíveis causadoras nos impactos positivos observados nos indicadores estratégicos. Para cada uma delas, foi atribuído um "fator de impacto", que corresponde ao produto entre a representatividade da infraestrutura na Região Intermediária e o nível de redução relativa observada na região

para cada indicador. Uma mesma infraestrutura de transporte pode ser causadora de impactos benéficos em diferentes indicadores, e por esse motivo, foi calculado um **fator de impacto geral para essas infraestruturas**, somando-se os fatores de impacto específicos para cada indicador após a normalização dos dados. Destaque-se, no entanto, que esse fator de impacto não é atributo suficiente para hierarquização final de carteiras de projetos, no contexto do Planejamento Integrado de Transportes - PIT, sendo desejável realizar análises de pré-viabilidade ou outras complementares, previstas ao longo das demais etapas do PIT que considerem fatores específicos dos projetos. Os trechos de infraestruturas de transporte selecionados e seus respectivos fatores de impacto geral podem ser observados na Figura 88.

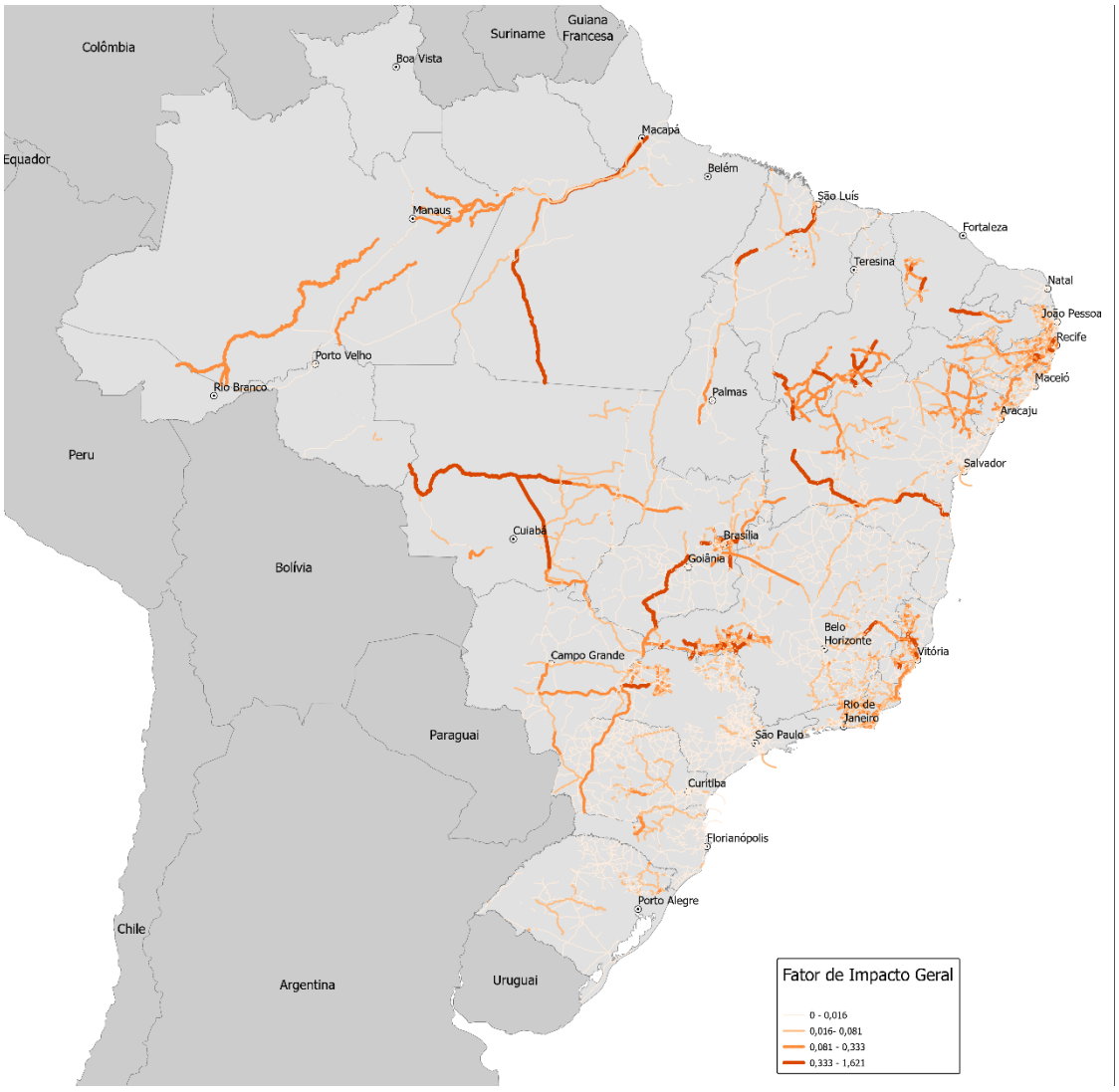


Figura 88: Fator de impacto das infraestruturas de transporte nos indicadores.
Fonte: EPL (2021)

Até então, as infraestruturas foram avaliadas no sentido de identificar prováveis responsáveis pelos impactos transformadores observados nos indicadores regionalizados e que, consequentemente, tendem a ser os principais responsáveis pelas melhorias observadas nos indicadores gerais dos cenários. Em seguida, o trabalho foi focado em **vincular as obras/empreendimentos/intervenções simuladas** em cada cenário, que devem

explicar os melhores impactos nas infraestruturas. Para tal, foi feito o cruzamento das infraestruturas com os empreendimentos e intervenções consideradas no PNL para simulação dos cenários, incluindo as provenientes de recomendações em Consulta Pública, como apresentado na seção 5.2 deste relatório, e listadas no Apêndice VII.

Quando observado um vínculo entre a infraestrutura selecionada e os empreendimentos/intervenções simuladas, que podem ser a própria construção da infraestrutura, melhorias, ampliações, etc, atribui-se o fator de impacto geral da infraestrutura à intervenção, partindo do princípio de que a alteração na rede foi o fato gerador do impacto positivo observado nos indicadores. Essa hipótese deve ser validada quando da simulação do cenário com essas intervenções ativadas e a consequente avaliação dos resultados.

A próxima etapa foi o **ordenamento das obras/empreendimentos/intervenções por fator de impacto e seleção, até um limite de investimentos pré-estabelecido**. Esse limite está associado ao objetivo de construção do Cenário 9, que deve ser obrigatoriamente uma opção de desenvolvimento mais módica que os demais cenários simulados, considerando inclusive, prováveis limitações orçamentárias para o poder público e crescimento econômico referencial, que limita também os investimentos privados.

Como citado, o Cenário 9 é construído a partir do Cenário 1, que contempla os empreendimentos e intervenções em andamento. O Cenário 1 já exige um montante de investimentos da ordem de R$ 375,56 bilhões para os próximos 15 anos, dos quais, no que tange à esfera Federal, cerca de 85% já estaria assegurado em contratos de parcerias com a iniciativa privada vigentes ou em construção. O segundo cenário, até então, com menor valor de investimentos dentre os simulados é o Cenário 2, com R$ 410,3 bilhões necessários, contemplando, além dos empreendimentos do Cenário 1, outros previstos no âmbito do Ministério da Infraestrutura. Logo, um cenário alternativo a ser considerado como de menor custo, deve alcançar, no máximo, o valor do Cenário 2. Implica dizer, que o limite de empreendimentos ou intervenções de maior impacto a ser acrescidos ao Cenário 1 para compor o Cenário 9, é de R$ 34,74 bilhões.

Com essa lógica, foi procedido o **ordenamento das obras/empreendimentos/intervenções por fator de impacto** e seleção, até o limite de R$ 34,74 bilhões, das principais intervenções em infraestruturas federais que não estão contempladas no Cenário 1 e foram simuladas nos demais. Como resultado geral para o Cenário 9, temos o bloco de empreendimentos expostos na Figura 89.

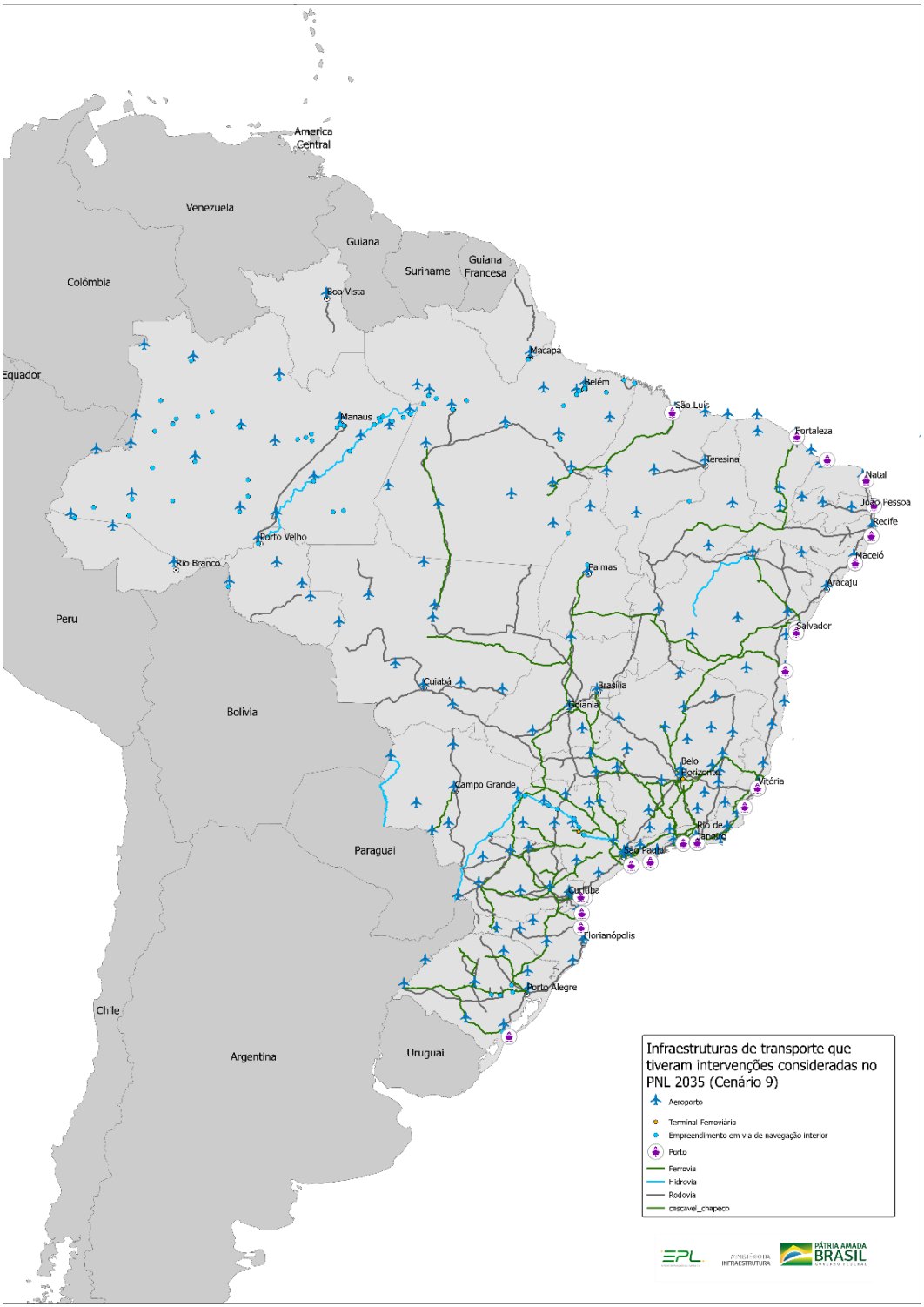


Figura 89: Infraestruturas de transporte que tiveram intervenções consideradas no PNL 2035 (Cenário 9).

Fonte: EPL (2021)

Importante destacar que os resultados dessa seleção consideram variáveis limitadas, e podem não ser as melhores alternativa para o desenvolvimento da rede de transportes nacional. Aspectos importantes, como a relação de custo/benefício de cada infraestrutura, em análises particulares, assim como o grau de atratividade de mercado (potencial mercadológico) do empreendimento, são igualmente relevantes e determinantes para a consolidação das propostas e, por isso, qualquer Cenário exposto no PNL 2035, incluindo o Cenário 9, possui caráter orientador para o processo de Planejamento Integrado de Transportes, carecendo de amadurecimento das ações ao longo das fases seguintes de uma gestão, que visam a implementação de ações.

A **simulação** deste cenário foi realizada no modelo funcional de simulação do PNL 2035, seguida de sua **avaliação**, tanto em nível estratégico de comparação dos resultados dos indicadores (Seção 6.1), como do comportamento logístico, detalhado na seção seguinte.

Destaca-se que a configuração desse cenário resultou em ganhos significativos, principalmente nos indicadores de "Custo médio de transporte de cargas", "Tempo médio ponderado para o transporte de Pessoas", "Volumes de gases de efeito estufa emitidos" e no "Índice de segurança", validando a metodologia utilizada para sua construção e estabelecendo esse bloco de empreendimentos e intervenções nas infraestruturas como as principais oportunidades para o desenvolvimento da rede de transporte nacional conforme a análise e as variáveis consideradas neste PNL 2035.

6.10.2. Análise e resultados do Cenário 9

Os Cenários de 3 a 8 são alterações realizadas a partir da configuração de rede de transporte do Cenário 2. Já o Cenário 9, baseado na metodologia descrita na seção anterior, pode ser entendido como uma alternativa de desenvolvimento ao Cenário 2, mantendo o mesmo patamar de investimentos daquele, mas com uma seleção de empreendimentos focada nos impactos mais significativos nos indicadores estratégicos.

No Cenário 9, observou-se uma redução na TKU total de cerca de 50 bilhões em comparação ao Cenário 2, o que coaduna com a hipótese de um cenário mais eficiente, que aloca a mesma quantidade de carga, em distâncias menores, indicando a realização de viagens mais diretas. Esse impacto também é refletido no custo médio por 1000 TKU.

Nesse contexto, observamos um aumento dos transportes ferroviários, que passaria a representar cerca de 42% da matriz de transportes, entrando na margem de equilíbrio simétrico com os transportes rodoviários. Todavia, o presente equilíbrio não se dá com o simples objetivo "igualar números", mas sim pela implantação de ferrovias que se comunicam entre si e que passam a operar em uma topologia de rede, conectando corredores ferroviários isolados, conforme o Quadro 23.

O presente cenário traz para o protagonismo o planejamento integrado dos diferentes modos, único mecanismo capaz de suportar tais resultados, e seu ponto de interconexão lógica: os terminais ferroviários e portuários. Embora seja quase automático dar importância para as ferrovias e hidrovias, os portos e terminais ferroviários são os elementos que garantem, de fato, que uma infraestrutura de transportes irá atrair cargas e quais cargas serão atraídas.

Quadro 23 - Matriz de transportes brasileira simulada nos cenários 2 e 9, em TKU.

Modo	Cenário 2 – Empreendimentos Previstos - Referencial		Cenário 9 - Principais Oportunidades para o Desenvolvimento da Rede de Transporte Nacional - Referencial	
	TKU (bilhões)	Percentual da matriz	TKU (bilhões)	Percentual da matriz
Rodoviário	1.852,79	51,36%	1.466,70	41,53%
Ferroviário	1.248,79	34,62%	1.518,67	43,01%
Cabotagem costeira	305,24	8,46%	338,64	9,59%
Navegação em vias interiores	151,97	4,21%	158,81	4,50%
Dutoviário	46,75	1,30%	46,75	1,32%
Aeroviário	1,74	0,05%	1,74	0,05%
Total	**3.607,27**	**100%**	**3.531,30**	**100%**

Observação: Navegação em vias interiores inclui a cabotagem em vias interiores e navegação de longo curso em vias interiores.

Fonte: EPL (2021).

Assim, pode ser observada uma atuação bastante sobrecarregada de determinados terminais ferroviários e portos, sendo um ponto necessário de se abordar nos planos setoriais, obviamente de maneira integrada entre os modos.

A eficiência das infraestruturas propostas fica ainda mais clara quando testamos as duas principais unidades de volumetria de transportes abordadas neste Plano, o TKU e o VKU.

Observando a Figura 90, podemos identificar que as infraestruturas propostas conseguem uma boa atratividade de volumes transportados, equilibrando os caminhos de distribuição interna e as rotas para os portos, tanto para interiorizar cargas quanto para levá-las no caminho das exportações.

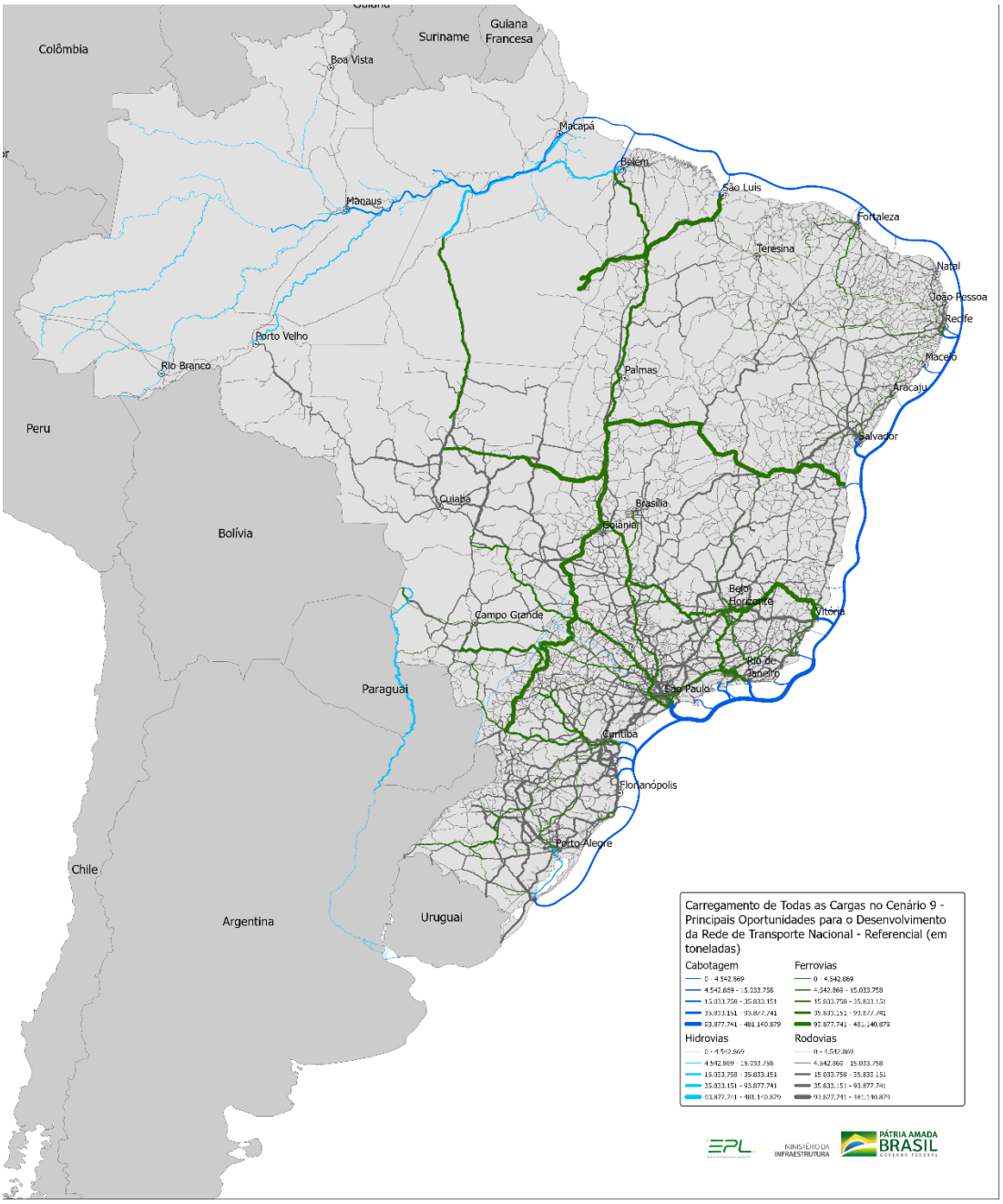


Figura 90 - Fluxos Alocados Cenário 9 - Todas as Cargas - em toneladas
Fonte: EPL (2021)

Em segunda medida, podemos observar que as mesmas infraestruturas conseguem atrair para si uma escala considerável de valores, fazendo o mesmo efeito observado para os pesos, ou seja, equilibrando e melhor distribuindo os caminhos das cargas em território nacional, conforme a Figura 91.

Tanto as cargas gerais conteinerizáveis, quanto as não conteinerizáveis, se beneficiam do cenário proposto por encontrarem um meio de distribuição que, de maneira direta, liga Belém/PA à Chapecó/SC, permitindo que os polos industriais e de transformação do interior de São Paulo, de Goiás e de Manaus/AM se interliguem de maneira racional com seus mercados consumidores internos.

Esse comportamento em estrutura de rede permite, como consequência, uma melhoria dos indicadores de tempo, custo médio e, principalmente, de confiabilidade, demonstrando que esse conjunto de infraestruturas possuem um “efeito concentrado” e fazendo com o que a malha se comporte de maneira integrada e como uma rede conexa.

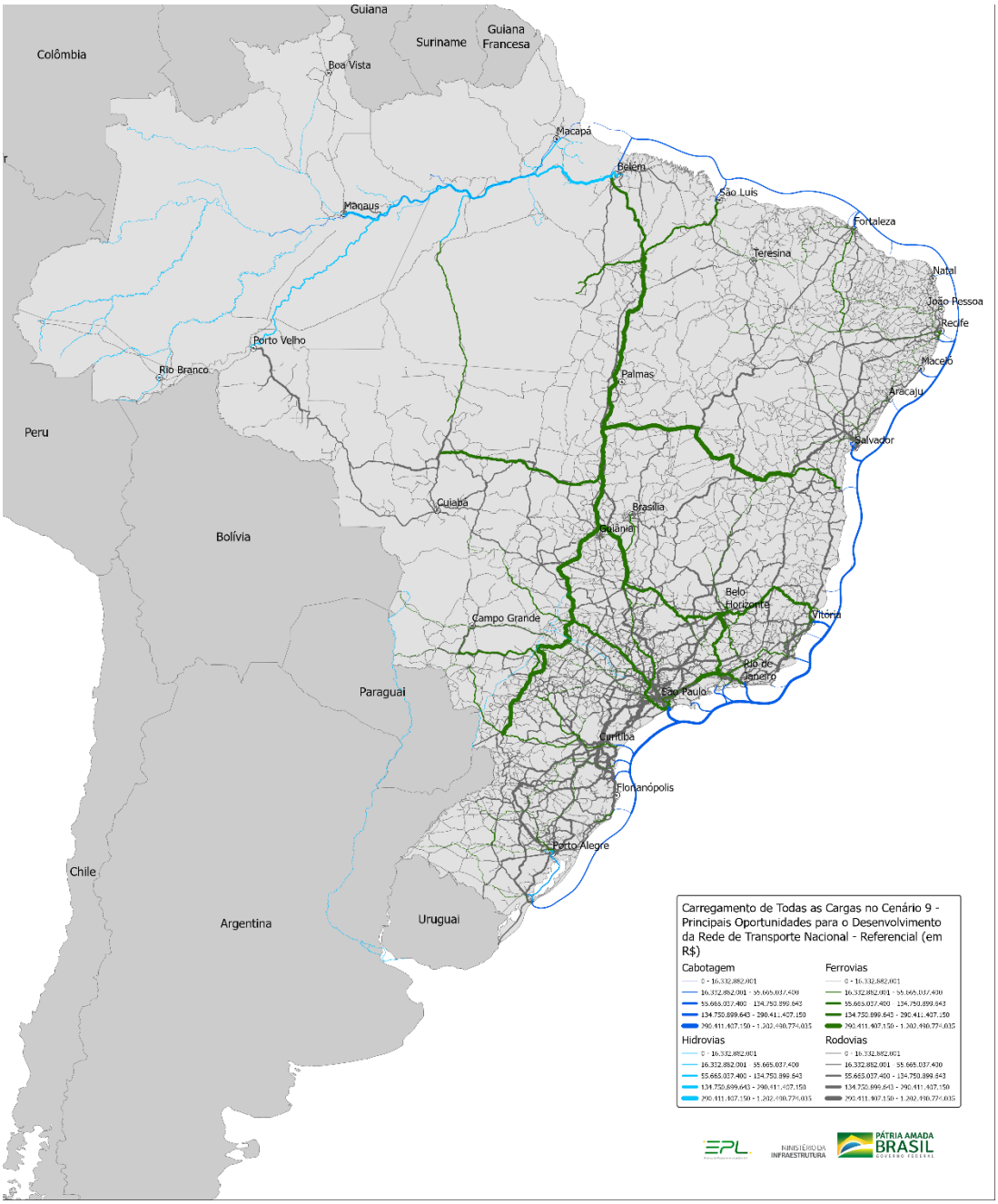


Figura 91 - Fluxos Alocados Cenário 9 - Todas as Cargas - em Reais
Fonte: EPL (2021)

A Figura 92 apresenta os fluxos interurbanos de pessoas alocados no Cenário 9, que reforça a mesma tendência de ampliação da demanda por transporte aéreo nos fluxos interurbanos de longa distância observada nos demais cenários.

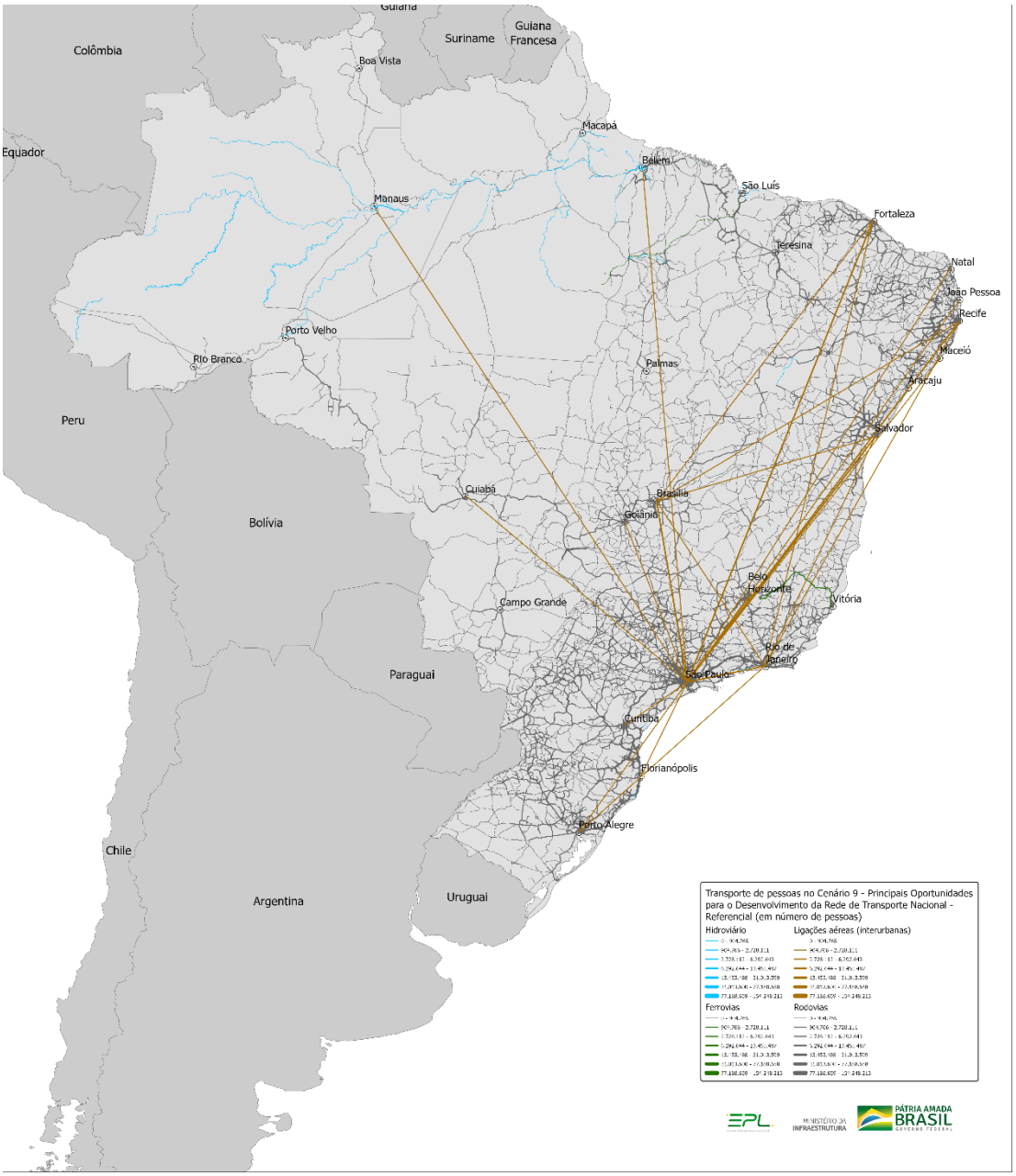


Figura 92: Fluxos Interurbanos Alocados de Pessoas - Cenário 9.
Fonte: EPL (2021)

7. NECESSIDADES E OPORTUNIDADES

Tendo como base as alterações observadas no comportamento espacial e na conformação dos corredores gerados pelo deslocamento de cargas e o transporte de pessoas na rede de transportes, o presente capítulo apresenta as principais necessidades e oportunidades identificadas no Plano Nacional de Logística para alcance dos objetivos da Política Nacional de Transportes. As necessidades e oportunidades devem ser analisadas nos Planos Setoriais Táticos, como preconiza a Portaria nº 123, de 21 de agosto de 2020, do Ministério da Infraestrutura, dando sequência aos instrumentos do Planejamento Integrado de Transportes.

Sendo o planejamento um processo dinâmico, os resultados aqui apresentados não limitam o escopo dos Planos Setoriais Táticos. De fato, as análises que tais instrumentos desempenharão nos seus respectivos escopos resultarão em uma gama mais ampla de prioridades nas iniciativas e empreendimentos planejados. As necessidades e oportunidades aqui expostas devem receber adequada atenção na busca do seu atendimento, pois se tratam de questões que o PNL já identificou como aderentes aos objetivos estratégicos nacionais. Ao longo do ciclo de planejamento, outros cenários e atualizações do PNL podem vir a ser publicados e, consequentemente, podem ser acrescidas novas necessidades e oportunidades para, em tempo, serem avaliadas nos Planos Setoriais Táticos.

As oportunidades podem ser entendidas como os principais elementos que foram simulados e avaliados no PNL, e que impactaram positivamente nos objetivos da Política Nacional de Transportes. Podem ser classificadas em aspectos mais gerais, que dizem respeito a todos os subsistemas de transporte ou a todo o território nacional, ou específicas, relacionadas a infraestruturas ou regiões geográficas individualizadas.

As necessidades são as carências observadas nas análises do PNL e, também, podem ser descritas em aspectos gerais, com orientações para todos os Planos Setoriais Táticos, ou para infraestruturas e regiões específicos.

7.1. OPORTUNIDADES GERAIS

Nos cenários do PNL 2035, além das alterações em infraestrutura, outras variáveis são simuladas e podem ser configuradas como oportunidades gerais quando há impactos positivos nos indicadores vinculados aos objetivos estratégicos.

O Cenário 5, que considera uma gama de inovações tecnológicas aplicadas a logística e transportes, conforme descrito no Apêndice VII, projeta para o futuro uma rede de transporte com condições de oferta, aproveitamento e custos diferentes dos demais cenários. Os resultados observados são positivos em vários aspectos. O Cenário 5 é o que apresenta o menor nível de emissões de gases do efeito estufa, devido à consideração que parte da frota nacional de automóveis venha ser substituída por veículos híbridos ou elétricos até 2035. O custo total e o custo médio para o transporte de cargas também se posicionam entre os mais baixos dos cenários avaliados, devido às tendências de transformação digital na logística, empregando tecnologias que visam aumentar a eficiência de diferentes modos de transportes, assim como a renovação da frota.

O que o Cenário 5 demonstra é que com determinados investimentos que podem ser efetivados pelo próprio mercado de transportes, aproveitando a tecnologia atualmente disponível no mundo, pode-se alcançar melhorias no sistema em intensidades similares ou até superiores às resultantes de intervenções e investimentos em infraestrutura. Fica evidente que o **estímulo à inovação tecnológica no setor de transportes e na logística é uma oportunidade geral a ser considerada na gestão dos sistemas de transporte**, e os Planos Setoriais Táticos devem buscar iniciativas para fomentar tal desenvolvimento.

As variações regulatórias estudadas nos cenários 4 e 7, que tratam do impacto do BR do Mar e do vislumbre de operação de autorizações ferroviárias com interesse já manifesto no Ministério da Infraestrutura, respectivamente, também apresentam impactos gerais coerentes com os objetivos da PNT. Ambos, quando comparados ao Cenário 2, apresentam impactos positivos na sustentabilidade ambiental, pois, ao captarem cargas do transporte rodoviário para os modos de grande capacidade, os transportes aquaviário e ferroviário reduzem as emissões de gases poluentes. Ademais, o impacto no desenvolvimento econômico observado nesses cenários também é superior, configurando, **tanto o BR do Mar, como as Autorizações Ferroviárias, como oportunidades coerentes com aspectos da Política Nacional de Transportes**.

7.2. OPORTUNIDADES ESPECÍFICAS

As oportunidades específicas identificadas no PNL 2035 são as intervenções e empreendimentos simulados nos cenários que apresentam impactos mais significativos nos objetivos estratégicos. O Cenário 9, como tratado na seção 6.10.1, possui justamente a função de selecionar quais são as infraestruturas e as intervenções que afetaram significativamente os indicadores. Logo, **as oportunidades de empreendimentos e intervenções específicas para o desenvolvimento da rede de transportes são, justamente, a relação considerada de intervenções simuladas no Cenário 9**, como detalhado no Apêndice VI, e espacializado na Figura 93, identificando as infraestruturas afetadas. Frisa-se que figura abaixo não aponta todas as infraestruturas relevantes para a rede, mas apenas aquelas infraestruturas que apresentaram trechos ou componentes que foram objeto de implementação ou melhoria.

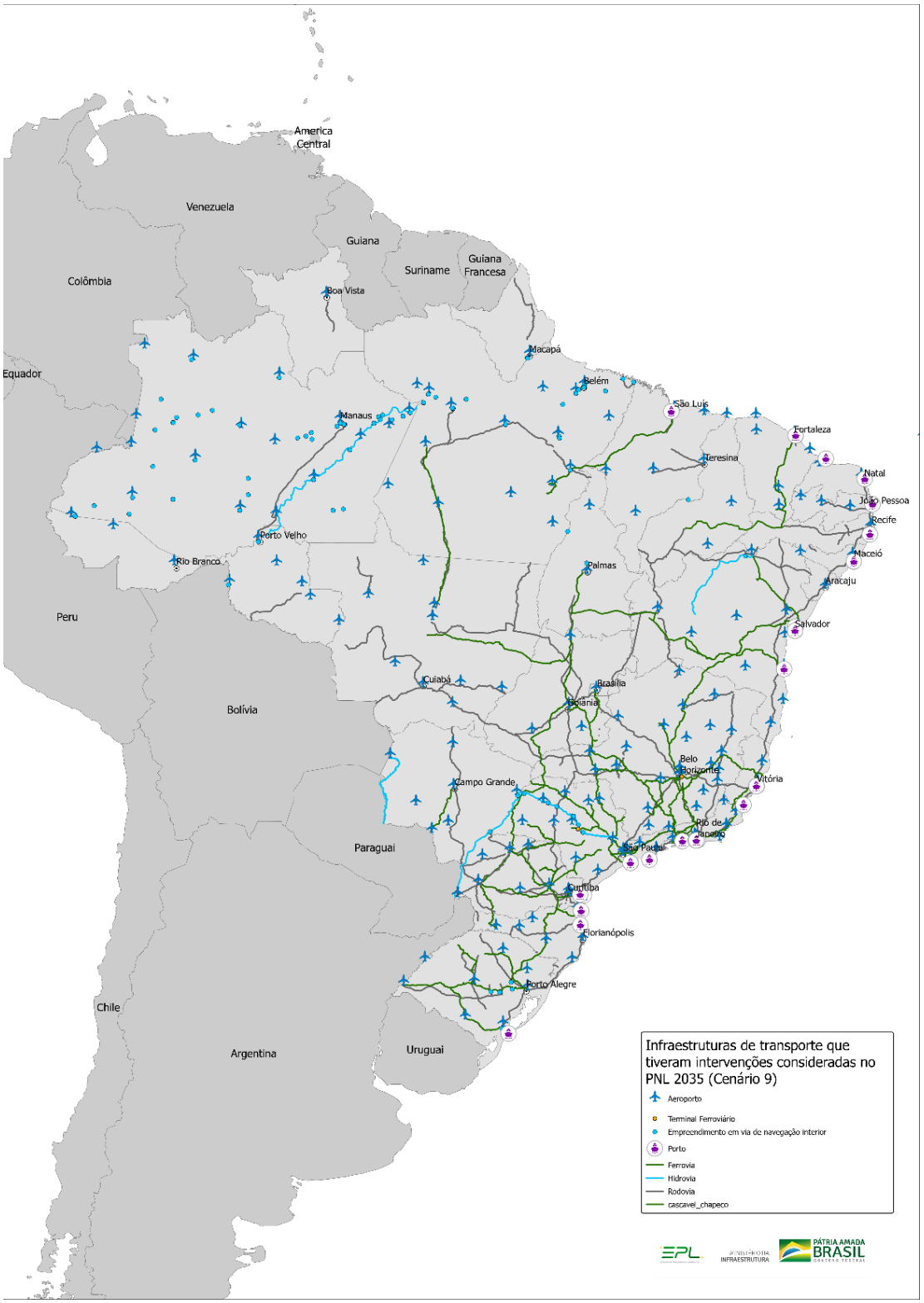


Figura 93: Infraestruturas de transporte que tiveram intervenções consideradas no PNL 2035 para o Cenário 9 - Grupo de oportunidades específicas identificadas.
Fonte: EPL (2021)

Como a metodologia utilizada para a seleção desse bloco de prioridades foi baseada no impacto das intervenções, e ainda, considerando que os objetivos do PNL são bastante diversificados, o resultado puro desse cenário apresenta um balanceamento entre investimentos nos diferentes modos, garantindo a contribuição de cada tipo de infraestrutura em um conjunto de elementos específicos e relevantes para a PNT, tanto para o transporte de cargas, como para o transporte de pessoas. O Quadro 24 resume os investimentos necessários para esse cenário.

Quadro 24: Investimentos necessários em infraestruturas previstas no Cenário 9.

Modo de transporte	Investimentos previstos (R$)
Aeroportos	18.952.496.875
Ferrovias	168.590.904.839
Hidrovias	3.618.257.775
Portos	59.508.740.781
Rodovias	158.187.671.533
Total	**408.858.071.803**

Fonte: EPL (2021)

Os Planos Setoriais Táticos devem avaliar tais empreendimentos nos seus próprios cenários futuros de análise, inclusive, na ótica de análises de pré-viabilidade, buscando encaminhamentos para sua efetivação, desde que apoiados nos resultados específicos complementares de suas relações de custo/benefício e demais análises realizadas no planejamento tático.

7.3. NECESSIDADES GERAIS

Durante a análise comparativa entre os cenários, exposta na Seção 6.1, foram observadas algumas necessidades gerais, particularmente nos objetivos que não apresentaram melhorias significativas em horizonte futuro. Isso indica que nenhuma das variáveis simuladas para essas necessidades, em qualquer dos cenários, corrobora para o alcance desses objetivos.

Um desses objetivos é o de acessibilidade, especificamente para o transporte de cargas. Foi observado que conforme o sistema de transporte tende a evoluir para a alteração da matriz modal em uma ótica mais racional, e com custos módicos, o tempo de transporte é afetado negativamente, pois o atual quadro tecnológico dos modos ferroviário e aquaviário apresentam menores velocidades operacionais, quando comparado com o transporte rodoviário. Logo, evidencia-se a **necessidade dos modos de transporte ferroviário e aquaviário (cabotagem e navegação interior), desenvolverem iniciativas visando à modernização de suas frotas e melhorias operacionais para compensar ou amenizar a queda de velocidade média proporcionada pela migração da carga**.

Outro aspecto avaliado no PNL 2035 está relacionado ao objetivo de integração internacional. O indicador de Custo do transporte de cargas para o recorte internacional, que também possui a função de medir esse objetivo, já se apresenta em um patamar aproximadamente 56% maior que o custo médio de toda a rede. Mas, além disso, o que se observou é que nenhuma das variáveis simuladas nos cenários apresentou impacto positivo nesse custo médio. Logo, **há necessidade de os Planos Táticos Setoriais avaliarem e desenvolverem soluções para as áreas consideradas como de interesse para a integração internacional, buscando a redução de seus custos de transporte**, em especial, no

transporte rodoviário terrestre, que proporciona acesso imediato a esses locais (última milha).

As áreas consideradas como de interesse para a integração internacional, são selecionadas a partir do estudo das rodovias que contribuem para escoamento para e a partir de fronteiras terrestres, portos e aeroportos internacionais, como apresentado na Figura 94.

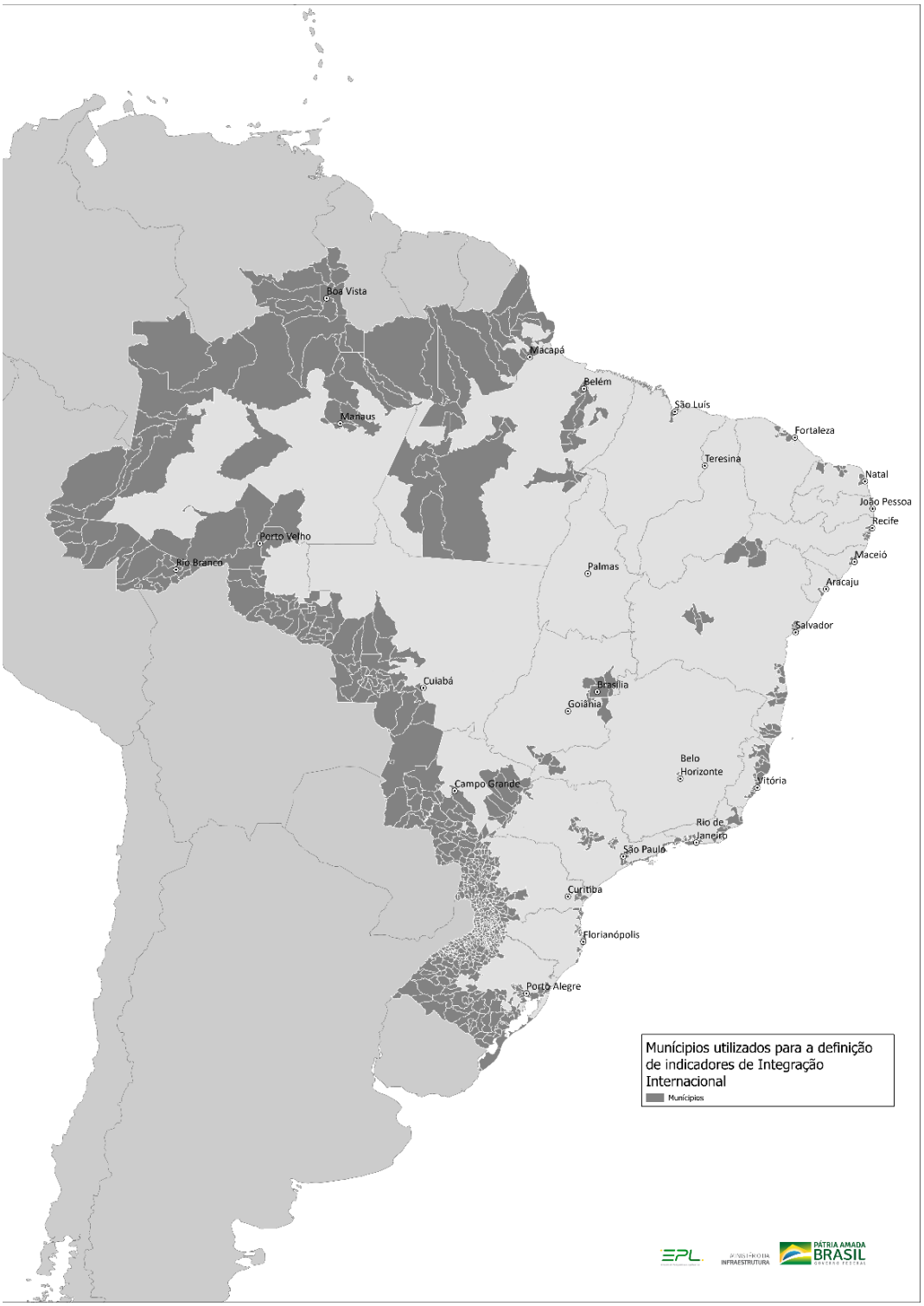


Figura 94: Municípios utilizados para a definição de indicadores de Integração Internacional.
Fonte: EPL (2021)

O Cenário 3, que simula o comportamento do sistema de transportes nacional perante um desenvolvimento econômico acelerado, também apresenta resultados gerais que devem ser absorvidos como um alerta para os Planos Setoriais Táticos e a governança do sistema como um todo. O comportamento geral desse cenário demonstra que a quantidade de carga potencial a ser transportada seria tão elevada em 2035, que encontraria significativos gargalos no modo ferroviário e nos portos, gerando um grande número de viagens pelo modo rodoviário. Além disso, a própria economia pujante também incrementaria o número de viagens por automóvel, aumentando consideravelmente o risco de acidentes nas rodovias. O resultado do indicador de Segurança projetado para esse cenário reflete esse comportamento, indicando que a rede estaria cerca de 5% mais insegura que a opção contrafactual. Ainda mais grave, o indicador sinaliza que nessa situação, a rede apresentaria probabilidades de ocorrência de acidentes cerca de 23% superior aos patamares da atualidade.

Dessa análise, evidenciam-se **duas necessidades gerais, considerando a hipótese de desenvolvimento econômico acelerado: os modos de transporte de grande capacidade anteciparem suas ampliações de capacidade (principalmente, o ferroviário e o portuário) e do modo de transporte rodoviário investir em soluções adicionais de prevenção de acidentes**.

7.4. NECESSIDADES ESPECÍFICAS

A espacialização dos principais indicadores afetados nos Cenários do PNL 2035 pelas variações de oferta de infraestrutura de transporte, realizadas para a análise de impacto e construção do Cenário 9 (Seção 6.10.1), também possibilitou identificar as Regiões Intermediárias do Brasil que possuem discrepantes índices de custo, tempo, emissões e segurança, em relação ao restante da rede de transporte. Quando não há alteração nessas condições discrepantes ao longo de nenhum cenário simulado, identifica-se uma necessidade específica de melhoria, que deve gerar soluções nos Planos Setoriais Táticos.

Ao se classificar os indicadores por Região Geográfica Intermediária com método de *jenks*, que agrupam valores estatisticamente similares, foi possível identificar as regiões que, em todos os cenários, permaneceram em patamares baixos (nas duas classes com valores mais desfavoráveis) para os indicadores de "Custo médio de transporte de cargas", "Tempo médio ponderado para o transporte de pessoas", "Volumes de gases de efeito estufa emitidos" e "Índice de segurança" para 2035, como apresentado nas figuras 95 a 98. Os municípios que compõem as Regiões Geográficas Intermediárias obedecem à agregação proposta pelo IBGE[34].

[34] Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias: 2017 / IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 82p. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=sobre

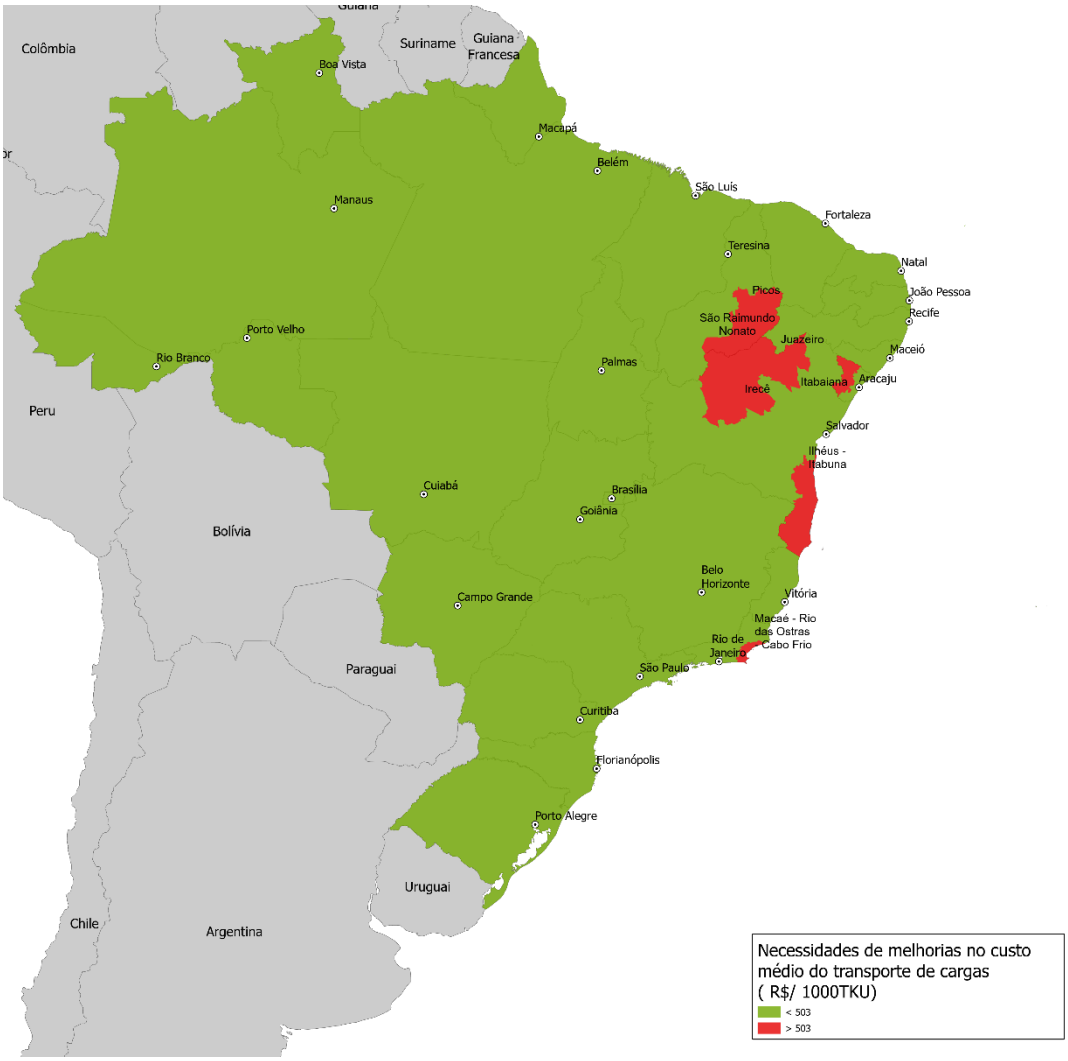


Figura 95: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Custo médio do transporte de cargas.

Fonte: EPL (2021)

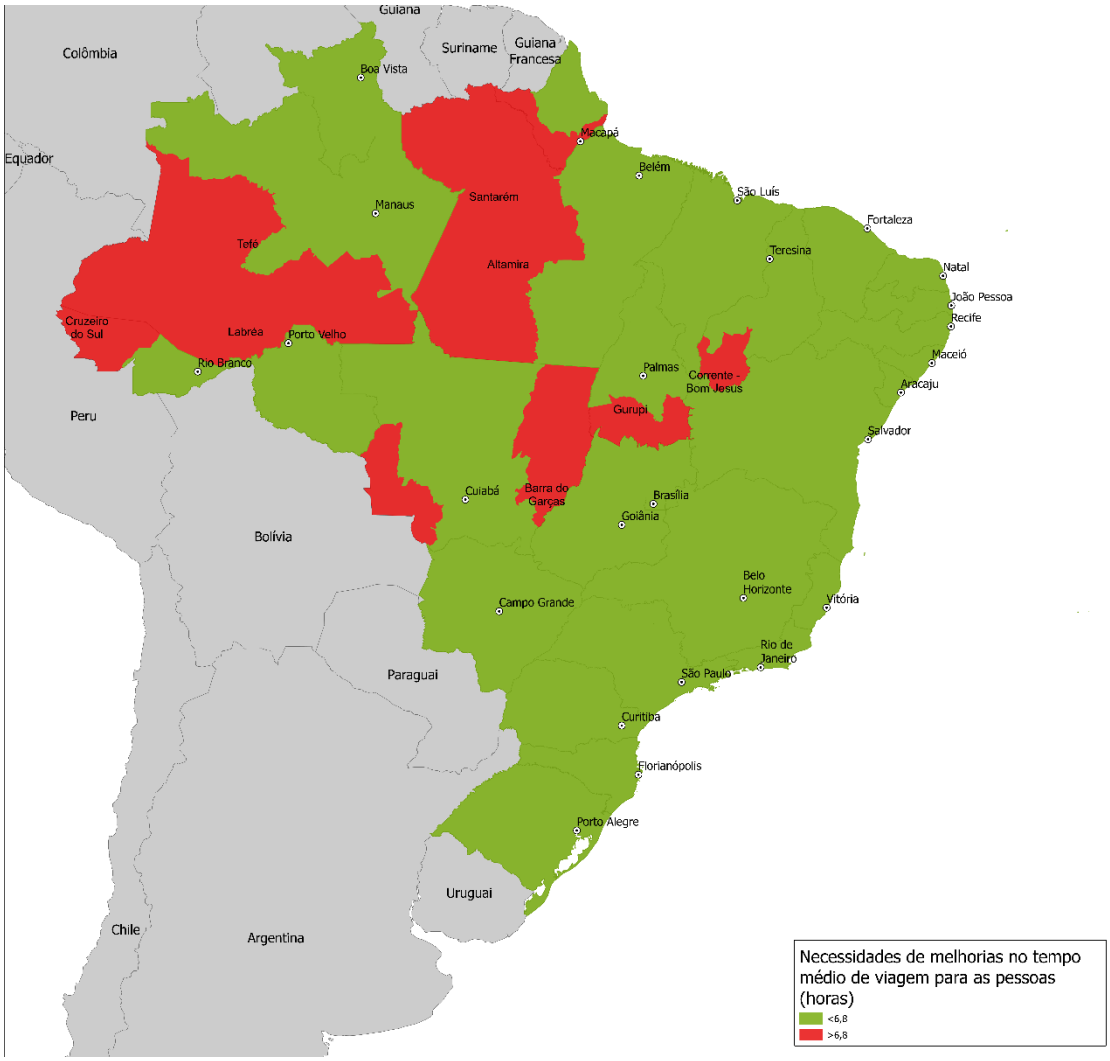


Figura 96: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Tempo médio de viagem para pessoas.
Fonte: EPL (2021)

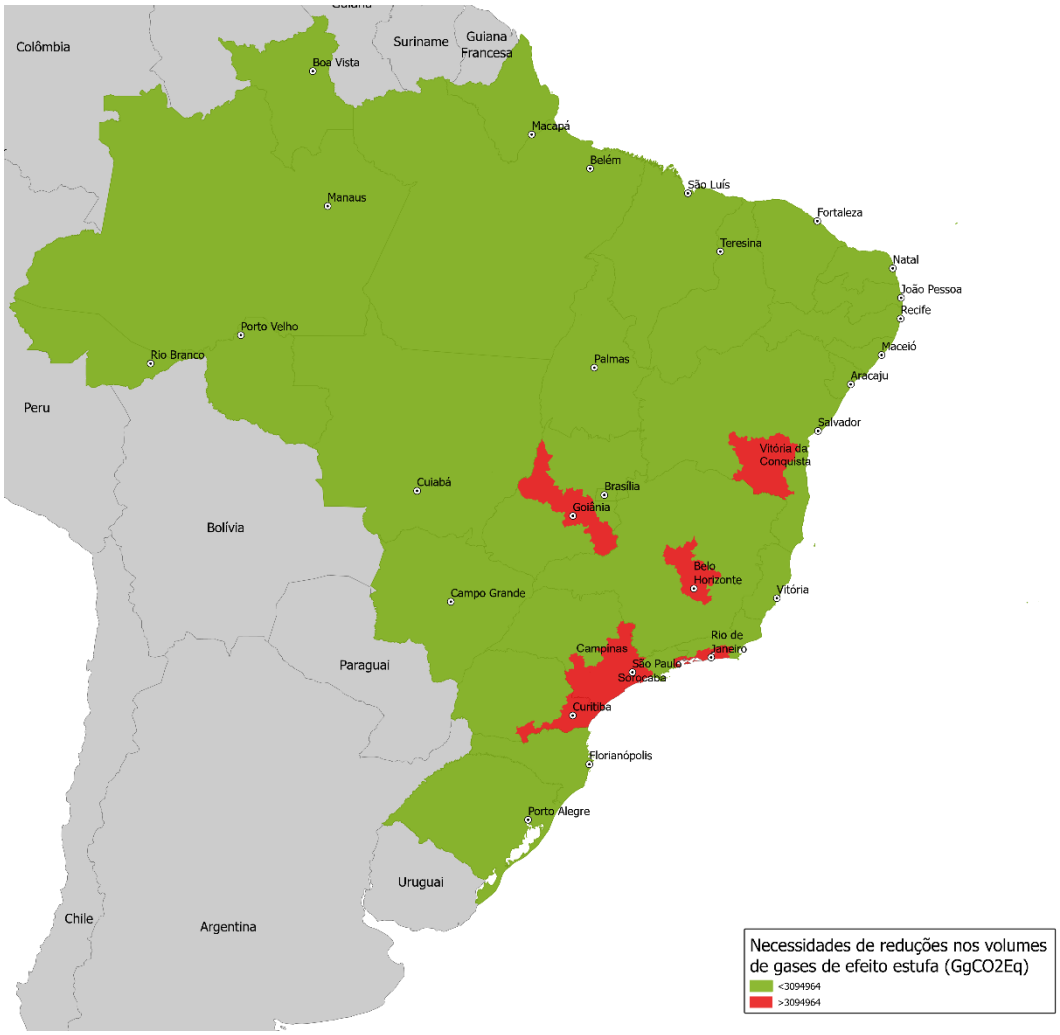


Figura 97: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Emissões de gases de efeito estufa.
Fonte: EPL (2021)

Figura 98: Regiões Geográficas Intermediárias com necessidade de melhorias no indicador de Segurança rodoviária.
Fonte: EPL (2021)

Considerando que nenhum empreendimento simulado no PNL 2035 resultou em melhoria dos índices nas regiões demonstradas nos mapas anteriores, essas regiões devem ser alvo de análises específicas nos Planos Setoriais Táticos, buscando a proposição de novos empreendimentos e intervenções, ou priorizando ações existentes ou em estudo nessas áreas, desde que relacionadas com o impacto esperado de cada modo nos indicadores selecionados.

Considerando que cada modo de transporte possui suas especificidades e potenciais de afetar diferentes indicadores, foi realizada uma análise buscando endereçar as regiões para cada Plano Setorial Tático e seu impacto esperado.

Os modos de transporte que impactam positivamente nos custos médios do transporte de carga são, principalmente, os de grande capacidade: ferroviário, hidroviário e a cabotagem marítima, que por sua vez, é impactada pelos custos portuários. Com o impacto um pouco mais sutil, mas ainda significativo em algumas regiões do país, alterações, adequações ou ampliações na infraestrutura rodoviária também tendem a gerar reduções dos custos. Considerando isso, as regiões que carecem de melhorias nos custos médios de transporte

de cargas são endereçadas para análises e provimento de soluções aos Planos Setoriais de Transporte Terrestre (que abrange o transporte rodoviário e o ferroviário), Plano Setorial Hidroviário, se a Região Geográfica Intermediária em questão está próxima ou pertence a alguma das bacias de vias navegáveis ou potencialmente navegáveis e, ao Plano Setorial Portuário, quando a Região Geográfica Intermediária abarca um ou mais de um Porto-cidade considerado no planejamento.

No que tange à acessibilidade para o transporte de pessoas, as infraestruturas aeroportuárias tendem a ter um impacto transformador. Melhorias no transporte rodoviário também agregam condições de transporte mais velozes e, consequentemente, acessíveis, quando em regiões onde a infraestrutura rodoviária é precária ou o transporte é realizado por vias de navegação interior. Logo, as melhorais identificadas de acessibilidade são endereçadas tanto ao Plano Aeroviário Nacional, quanto ao Plano Setorial de Transportes Terrestres, no que tange ao transporte rodoviário.

Já o impacto positivo na redução de emissões de gases do efeito estufa, corroborando com a sustentabilidade ambiental do sistema de transportes, é esperado quando há migração de carga do transporte rodoviário para os modos de grande capacidade, ou melhorias operacionais que garantam reduções nas queimas de combustíveis. Dessa forma, endereçaram-se as Regiões Intermediárias que apresentam grandes índices de emissões para serem analisadas em detalhes no Plano Setorial de Transporte Terrestre (que abrange o transporte rodoviário e o ferroviário), no Plano Setorial Hidroviário, se a Região Geográfica Intermediária em questão está próxima ou pertence a alguma das bacias de vias navegáveis ou potencialmente navegáveis, e no Plano Setorial Portuário, quando a Região Geográfica Intermediária abarca um ou mais de um Porto-cidade considerado no planejamento.

Para o Índice de segurança rodoviária, como se trata de um indicador exclusivo para esse modo, considerou-se a necessidade de trabalho das regiões críticas somente no Plano Setorial de Transporte Terrestre.

Os resultados dessas **necessidades específicas alocadas por Plano Setorial Tático podem ser observados nas figuras 99 a 103**.

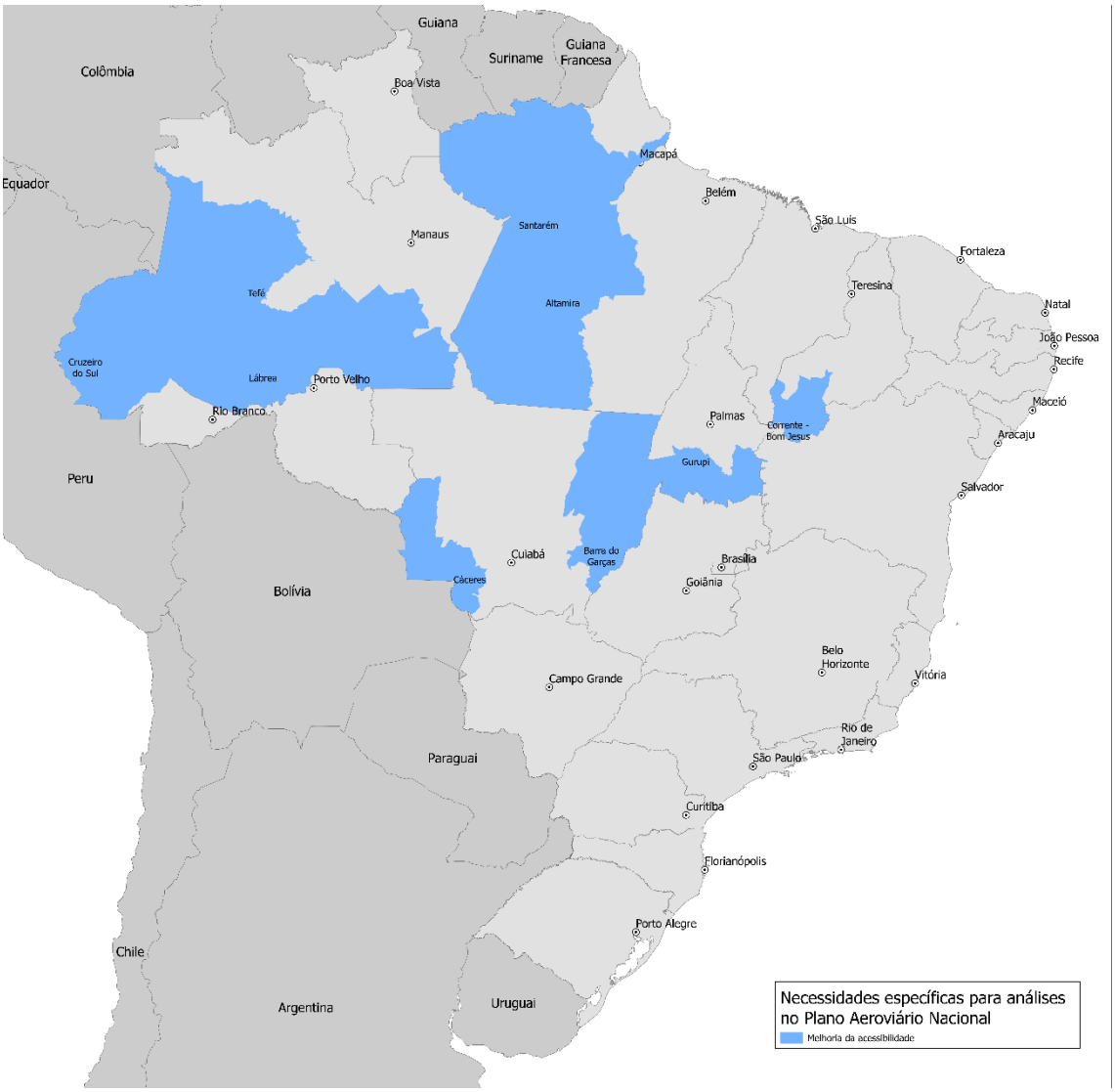


Figura 99: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Aeroviário Nacional.
Fonte: EPL (2021)

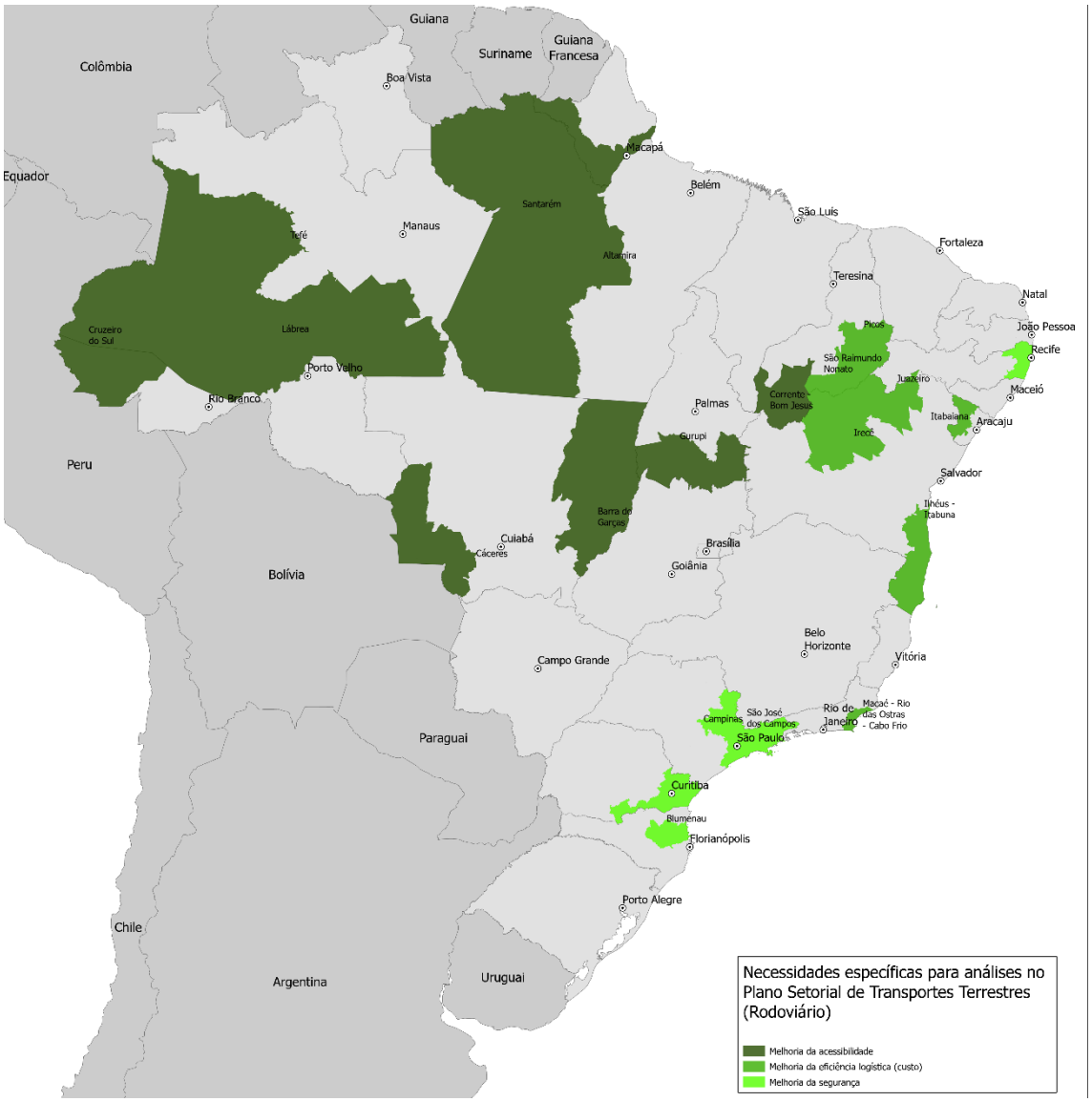


Figura 100: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial de Transportes Terrestres, modo rodoviário.
Fonte: EPL (2021)

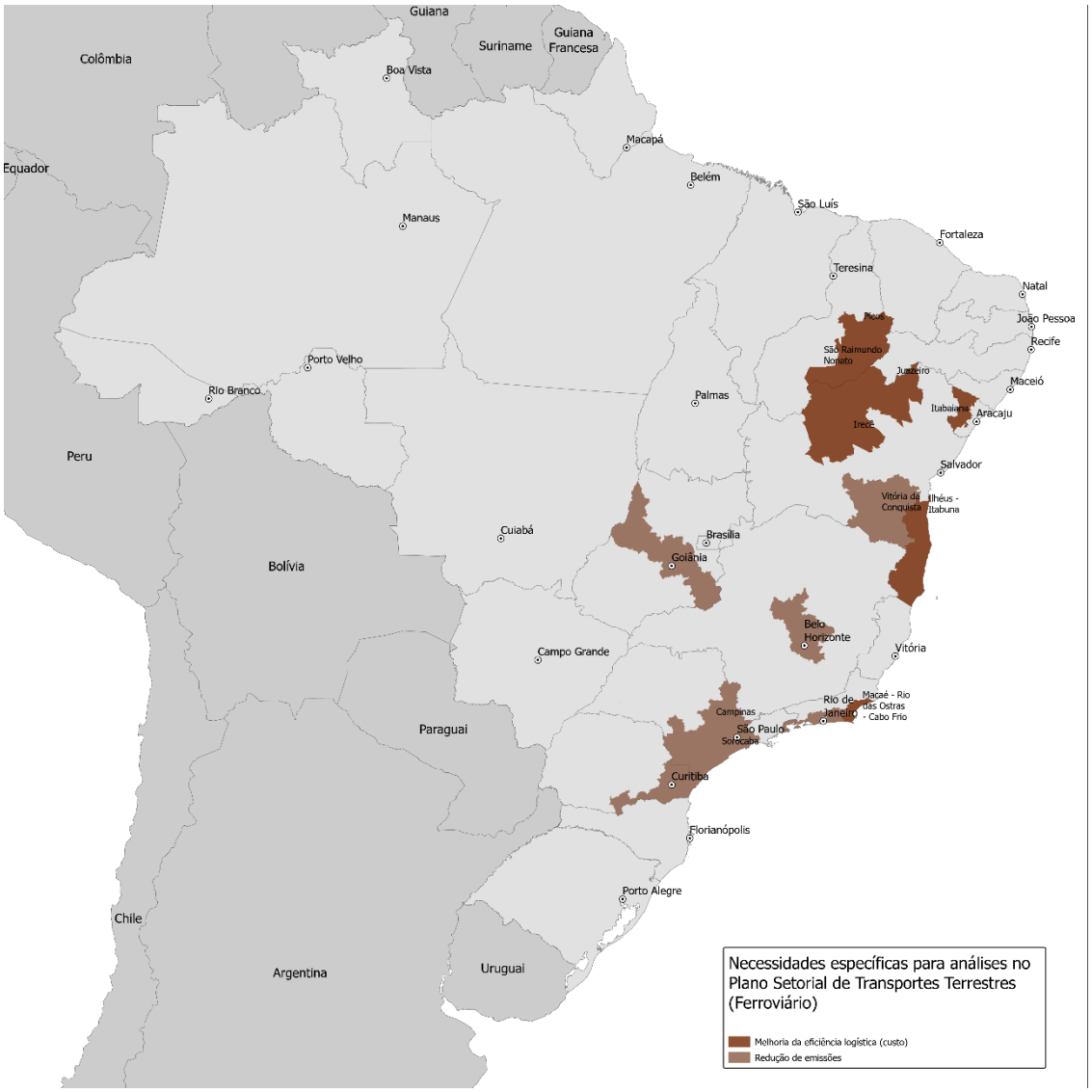


Figura 101: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial de Transportes Terrestres, modo ferroviário.
Fonte: EPL (2021)

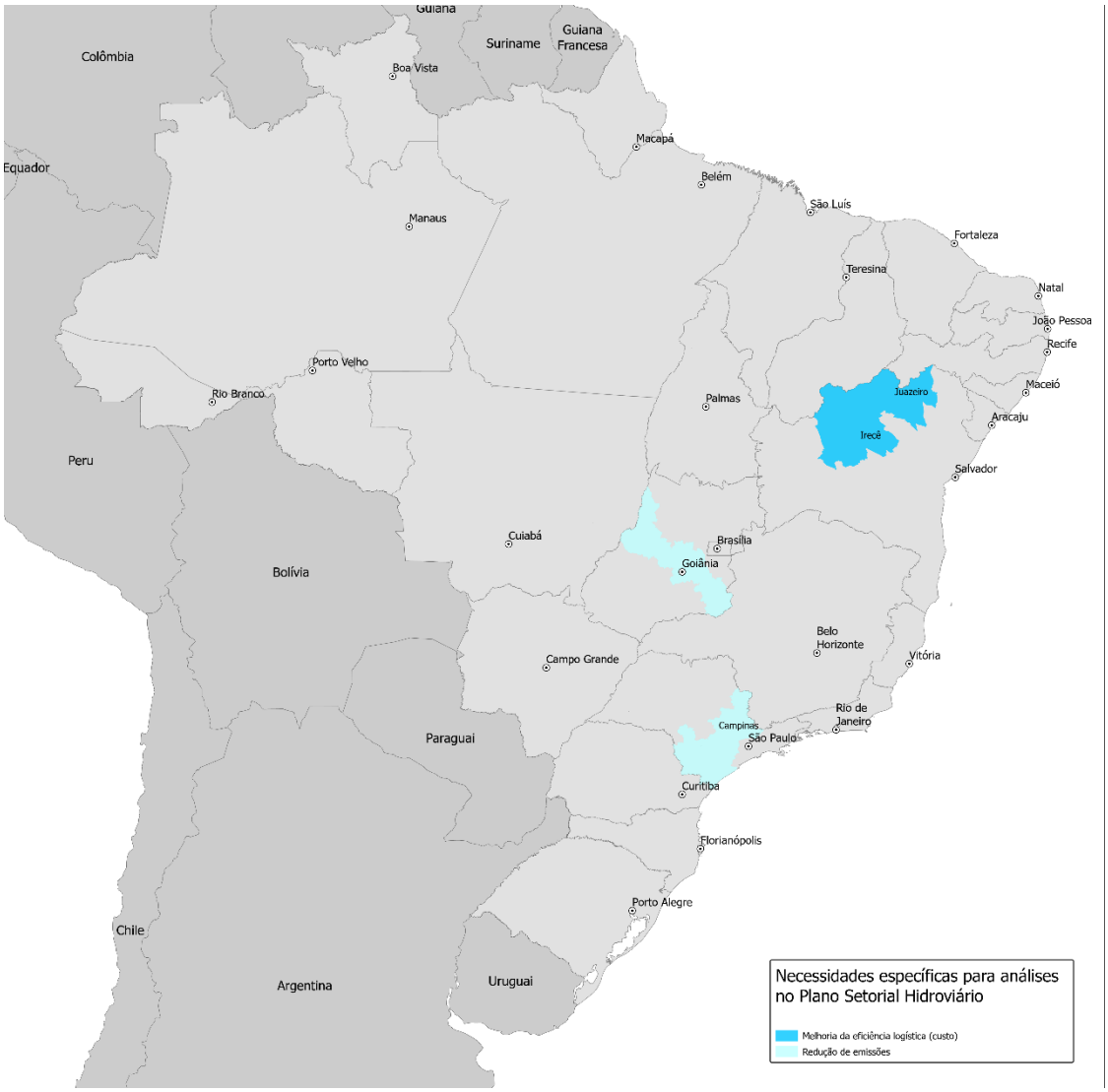


Figura 102: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial Hidroviário.
Fonte: EPL (2021)

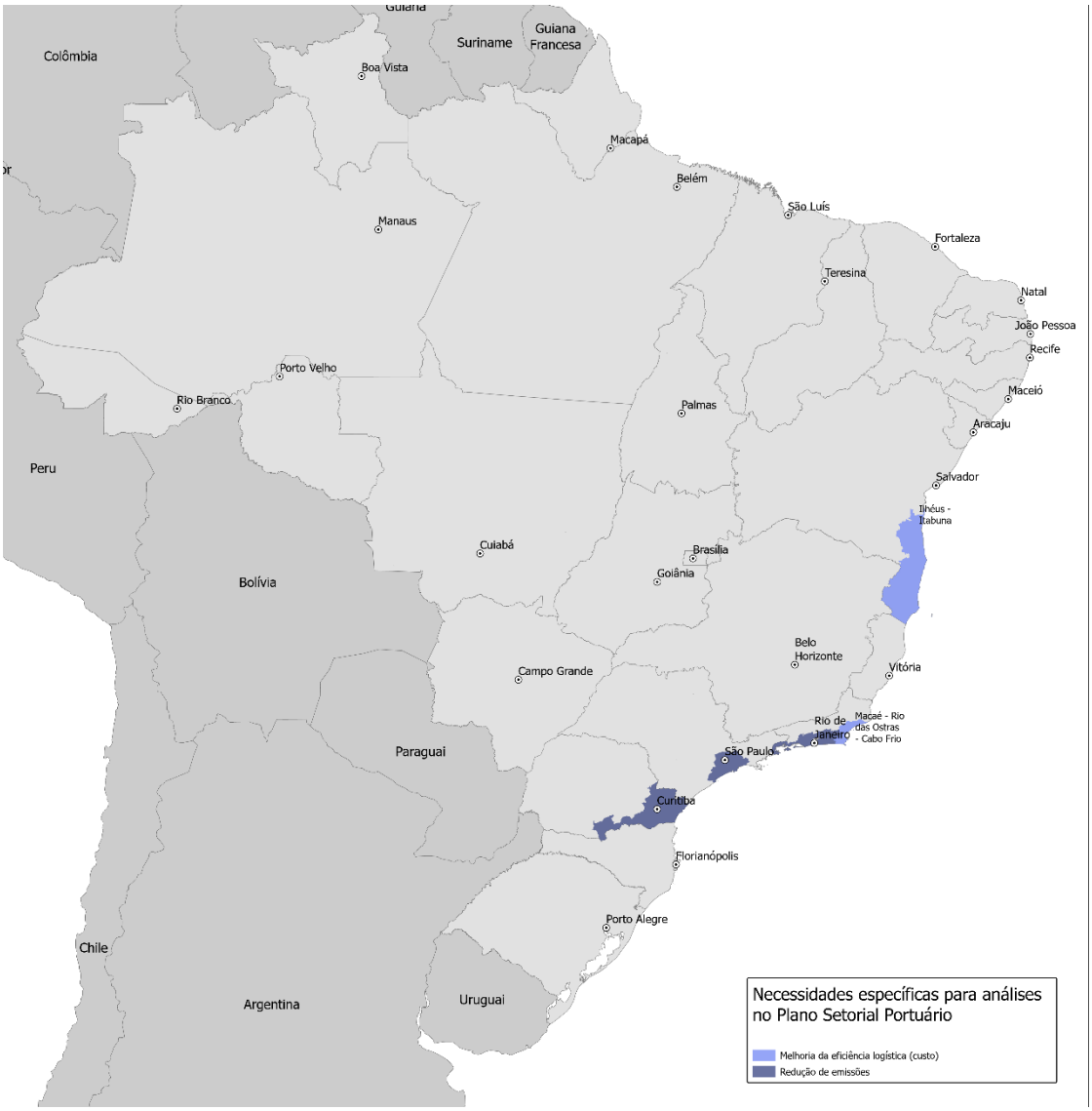


Figura 103: Regiões Geográficas Intermediárias e indicadores com necessidades específicas para análises no Plano Setorial Portuário.
Fonte: EPL (2021)

Como já tratado, **a seleção dessas necessidades não limita a atuação dos Planos Setoriais a esse escopo, mas indica áreas que devem ser alvo de análises prioritárias para auxílio no alcance dos objetivos da Política Nacional de Transportes**.

7.5. TENDÊNCIAS DOS FLUXOS LOGÍSTICOS

Esta seção apresenta uma visão geral dos principais comportamentos de fluxos logísticos evidenciados na maioria dos cenários simulados, configurando tendências setoriais que podem ser informações valiosas para a compreensão do sistema de transportes futuro e para a tomada de decisões do poder público e da iniciativa privada em curto prazo, além de evidenciar alertas de questões que também devem ser observadas nos Planos Setoriais.

Em relação ao escoamento das cargas de GSA, as infraestruturas tendem a ficar bastante dependentes, em todos os cenários, do conjunto de ferrovias denominado neste documento como conjunto ferroviário central, formado pela FICO, FIOL, Ferrogrão e FNS, tendo como

estrutura complementar a Rumo Malha Norte. No Cenário 9, observa-se também o impacto transformador do tramo sul da Ferrovia Norte Sul.

Todavia, em todos os cenários observados, destacam-se as rodovias estaduais que servem de acesso tanto para os terminais previstos nas novas ferrovias, como para aquelas que servem de acesso para as rodovias federais, e apresentam-se bastante carregadas, inclusive em infraestruturas rodoviárias que hoje se encontram não pavimentadas. A título de exemplo, pode-se citar a MT-322, que faz parte da Camada Estratégica de Análise e funciona como canal de ligação do nordeste do Mato Grosso com as infraestruturas da Ferrogrão a oeste e da FNS/TC a leste.

Esse tipo de interação entre os corredores de grande volume a serem implantados, ou já implantados e com maior potencial de alocação nos cenários futuros observados no presente Plano, **deve ser também estudada pelo Plano Setorial de Transportes Terrestres**, de forma que sejam consolidadas as estruturas capilares de apoio e carregamento dos modos de grande fluxo.

Ainda abordando as infraestruturas de transporte de GSA, em todos os cenários são observadas cargas oriundas do Uruguai, assim como do centro do estado do Rio Grande do Sul e da fronteira oeste catarinense utilizando a Rumo Malha Sul, para acesso ao Porto-cidade de Paranaguá/PR. Esse comportamento pode indicar um potencial reprimido tanto para os portos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, quanto uma potencial carga a ser estudada em eventuais estudos vindouros para a Malha Sul ferroviária.

Além disso, há um comportamento mutuamente excludente, a princípio, entre a Rumo Malha Oeste e a EF-484, no que diz respeito ao GSA com origem no Mato Grosso do Sul em direção aos portos. Esse comportamento é outro fator a ser observado pelo PSTT com intuito de confirmar ou rejeitar o comportamento em uma escala mais focal e, consequentemente, dar os tratamentos necessários.

Tendo como foco o transporte de minério de ferro, a implantação da EF-484 apresenta um potencial de atração para a produção sul mato-grossense. Essa característica de movimento requer uma comprovação em escala mais aprofundada, intuindo a confirmação pontual das minas presentes no referido estado, seu potencial e a aderência do corredor de cargas aos pontos de produção mineral, vez que esse tipo de carga não se apresenta com disposição a ser transportado pelo modo rodoviário.

As intervenções testadas no bojo dos cenários vislumbrados atraem cargas que outrora eram transportadas por navegação interior, pela via navegável do Rio Paraguai, e essa "troca de modo" pode mudar o arranjo observado pelo Plano Setorial Hidroviário - PSH e pelo Plano Setorial Portuário - PSP. Logo, essa dinâmica transcende a análise isolada em um único plano, devendo ser observado o sistema como um todo, e suas consequências.

Há, ainda, a identificação de um potencial corredor a ser estudado pontualmente e tratado, caso seu comportamento seja ratificado, entre o Rio de Janeiro/RJ e Campos dos Goytacazes/RJ. Esse trecho apresenta um volume de OGSM e de GL que, em se confirmando o seu potencial para o cenário futuro, podem ensejar uma maior atenção pelo PSTT.

Os fertilizantes, de forma destoante dos demais componentes do grupo OGSM, apresentam uma predileção pela mudança de rota para acessar o interior do país à medida que as

malhas ferroviárias do conjunto central se tornam ativas. Esse fenômeno pode ocorrer tanto por uma eventual menor saturação dos portos do Norte, em relação aos portos atualmente utilizados, quanto pelo efeito das novas infraestruturas ferroviárias, que apresentam maiores velocidades e capacidades.

Essa configuração muda a dinâmica de interiorização de tais produtos que deixam de ocupar as ferrovias da Rumo Malha Norte e Paulista, passando a observar uma impedância (custo e tempo) menor ao acessar o território nacional por meio dos portos do Norte. **O Plano Setorial Portuário precisa estar atento à diversidade de cargas atraídas, identificadas no PNL e com potencial a ser detalhado pelo PSTT e PSH, para que os portos possuam capacidade e equipamentos adequados para o seu tratamento e internalização**.

No tocante específico das cargas de CGC e CGNC, tratadas a seguir apenas como cargas gerais, são os grupos de cargas para os quais foram identificados os maiores desafios. O comportamento observado, em que as novas infraestruturas ferroviárias atraem essas cargas, dá um claro sinal de que a atratividade para a carga geral no modo ferroviário passa diretamente pela capacidade e pela velocidade experimentada.

Em todos os cenários onde o conjunto ferroviário central aparece como ativo, forma-se ali um importante sistema para distribuição de cargas gerais pelo interior do Brasil e, consequentemente, um importante sistema de VKU de cargas gerais, ou seja, forma-se um corredor de distribuição de cargas com maior valor no centro do país. O impacto do tramo sul da Ferrovia Norte-Sul é evidente nos cenários 6 e 9, em que se vê a maior participação do VKU ferroviário no sistema de transporte.

O potencial a ser aproveitado desse tipo de análise, inédita neste Plano, é imenso, todavia requer atenção e olhar mais detalhados a serem dispensados pelo PSTT, para garantia de malha auxiliar para capilarização das cargas e entregas em um raio de abrangência mais largo. Em um olhar mais minucioso, a ser destrinchado no decurso do PSTT, observa-se que a acessibilidade se encontra restrita a uma distância de 200 km a partir da localização dos terminais, existindo a possibilidade de que isso se expanda com o adensamento e melhoria das infraestruturas rodoviárias auxiliares e implantação de centros integradores logísticos.

Para esse mesmo grupo de produtos, observa-se uma relevância grande em TKU e VKU para a BR-364 MT/RO, com a clara conformação de um corredor de escoamento de cargas entre os referidos estados e os demais estados das regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste. Observa-se, desta feita, uma eventual oportunidade de estudo de integrações logísticas em um eixo noroeste brasileiro, ampliando a sua atratividade.

Derivado deste eixo, observa-se um comportamento atípico no modelo a ser confirmado e/ou rejeitado pelos Planos Setoriais. Como não foi previsto que o porto organizado de Porto Velho/RO amplie seu conjunto de produtos, intuindo atender a um volume maior de cargas do grupo de cargas gerais, as cargas optam pela viagem via BR-319 (AM), mesmo nos cenários em que ela se mantém inteiramente não pavimentada, devido à inexistência no modelo de alternativa de ligação com Manaus/AM. Neste ponto, cabe ao **Plano Setorial Portuário a análise deste cenário futuro para os portos da Região Norte para, a partir**

dessa confirmação, ser estudado, tanto no âmbito do PSH, quanto no âmbito do PSTT, qual o comportamento da carga caso haja a possibilidade de acesso à via navegável.

Esse cuidado, de **observar as infraestruturas portuárias da Região Norte para cargas gerais, apresenta-se como um desafio para os Planos Setoriais Portuário e Hidroviário.** Essa necessidade surge do fato de ser possível identificar nos cenários, cargas gerais que realizam viagens em sentidos "não convencionais" para acesso a portos que de fato transportam essas cargas. Essa situação tem potencial para reduzir a eficiência logística brasileira, aumentando os custos de transportes para os produtos fabricados ou consumidos nessa região.

Abordando os granéis líquidos, observa-se um grande potencial para transporte de petroquímicos entre a Bahia e os estados do Sudeste, em especial Rio de Janeiro e São Paulo, assim como para produtos químicos que, por seu comportamento, enquadram-se para o presente modelo como cargas gerais. Dessa forma, é necessária uma observação acerca das capacidades dos portos e da análise do transporte por cabotagem para que haja um equilíbrio na forma de transporte.

Mudando a abordagem de grupos de produtos para modos e obras pontuais, é possível observar no modelo, em todos os cenários, que existe um potencial de transporte entre as os estados das regiões Sul e Sudeste (com exceção de Minas Gerais) para cargas gerais pela cabotagem, a ser estudado e confirmado.

Embora as cargas gerais experimentem um custo do tempo mais elevado, o que inicialmente leva seu transporte para o modo rodoviário, **a redução dos custos portuários em vários cenários, mostra um potencial de atração para algumas cargas desse grupo de produtos que, em se confirmando no Plano Setorial,** podem ser explorados como potencial latente.

Por sua vez, as vias navegáveis do Rio Grande do Sul, em conjunto com sua navegação lacustre, apresentam um potencial específico a ser estudado a partir da melhoria da eficiência deste modo, especialmente, em virtude dos pontos de produção próximos à essas infraestruturas possuírem mercados consumidores identificados na matriz origem e destino, em regiões próximas ao litoral brasileiro. Assim, a dinamização e melhoria desse modo, sendo objeto de estudo que rejeite ou ratifique tal achado, pode levar a um aumento da competitividade da produção gaúcha.

Da mesma forma, há uma visível formação de corredor de valor entre Porto Alegre/RS e São Paulo/SP, em um trecho que sobrepõe importantes rodovias, como BR-101 e BR-116, e a Rumo Malha Sul, conforme pode ser visto nos mapas de VKU para os Cenários (Apêndice). Esse comportamento pode ser observado e de profundo interesse para estudos de demanda para uma eventual análise de pré-viabilidade, sendo necessária, mais uma vez, a rejeição ou ratificação por estudos mais aprofundados.

Nos cenários em que a via navegável do **Rio Tocantins aparece como ativa, ela apresenta um papel relevante, tanto no quesito de TKU quanto de VKU, apresentando-se como um corredor para diferentes tipos de produtos, mas, principalmente, para OGSM e GSA. Sua dupla relevância, em termos de valor e peso, coloca essa infraestrutura como ponto de especial atenção para os PSH**.

Sobre o transporte aeroviário, o PNL 2035 considerou como cenário de referência o Cenário de Desenvolvimento 2 apresentado no Plano Aeroviário Nacional 2018-2038. O conjunto de 164 aeroportos planejados para o horizonte futuro, composto por aeroportos metropolitanos e regionais com operações de voos regulares se estabelecem como importantes infraestruturas troncais para o transporte interurbano de pessoas. A integração desse modo com o transporte rodoviário, como pôde ser observado na matriz projetada futura, completa uma rede principal de deslocamentos onde as grandes distâncias tendem a ser desempenhadas cada vez mais pelo transporte aeroviário, enquanto as pequenas e médias distâncias, pelo transporte rodoviário, sobretudo o particular por automóvel.

Os cenários de crescimento prospectam que a participação do transporte aeroviário deve crescer de 25% em 2017 para até 35% em 2035 (em RPK), reforçando a necessidade dos aeroportos previstos no **Cenário de Desenvolvimento 2 do PAN, que devem ser considerados como ponto de partida para atualizações do plano.**

Reforça-se que os Planos Setoriais apresentarão também como subprodutos, os Planos Setoriais de Parcerias, indicando as oportunidades de parcerias com a iniciativa privada conforme as análises de pré-viabilidade efetuadas, o que pode ser feito com as demandas e dados apresentados no PNL 2035.

8. GOVERNANÇA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE TRANSPORTES

Como brevemente abordado na introdução, o PNL integra o Planejamento Integrado de Transporte (PIT), estabelecido pela Portaria nº 123/2020 e complementado pela Portaria 792/2021. Nesse sentido, é de se destacar que o PNL não se encerra em si, mas deve ser entendido como uma engrenagem em um sistema de planejamento. As equipes de planejamento de diferentes áreas do Ministério da Infraestrutura, conscientes dos riscos inerentes ao planejamento de longo prazo, especialmente à aderência deste com a tomada de decisão e da execução de planos, moldou formas para que os planos se tornem ferramentas efetivas da tomada de decisão.

Assim, o PIT traz desde a concepção elementos atinentes à tomada de decisão sob grandes incertezas e de planejamento dinâmico adaptativo (Marchau et.al, 2019[35]). Nessa perspectiva há a consciência das incertezas inerentes a qualquer trabalho que pretende prever e atuar para a consecução de objetivos de longo prazo, no caso de 15 a 30 anos, e que abranja alto grau de complexidade. Portanto, cada nova informação, como alteração de expectativas de atores, alterações conjunturais, ou qualquer condição previamente desconhecida e que possa ter impacto nos cenários futuros e na tomada de decisão deve ser sistematizada e considerada em atualizações que aprimoram a capacidade do gestor de decidir de forma mais assertiva.

Ato contínuo, cabe destacar os elementos já abordados que fizeram parte do arcabouço inicial do PNL e que são fundamentais à maior capacidade de perceber cenários futuros: as matrizes origem-destino de pessoas e cargas obtidas com metodologias e tecnologias inovadoras; modelagem considerando uma rede que abrange todos os modos; e a utilização de cenários e um sistema de indicadores que visa a sinalizar impactos. Além desses elementos, é necessária uma maior integração e sistematização da atuação de diferentes atores no sentido de se aperfeiçoar o processo decisório, tornando o planejamento uma ferramenta importante à escolha.

Para tanto o PIT buscou estabelecer elementos de referência e integração para embasar o gestor com o máximo de informação no momento da tomada de decisão. Nesse sentido, o PNL é o elemento que serve como referência inicial a ser utilizada na elaboração dos Planos Setoriais. Estes, por sua vez, serão acompanhados desde sua elaboração e, posteriormente, formarão ações integradas nos Planos Gerais de Parceria e Planos Gerais de Ação Pública, os quais facilitam a elaboração dos Planos de Parceria, Plurianuais e Orçamentos.

Note-se que todos os diferentes planos terão a possibilidade de adequação, conforme novas informações, contingências e acontecimentos são agregados, configurando um sistema de planejamento dinâmico.

Para auxiliar a integração entre o PNL e os Planos de Nível Tático, foi elaborado o Guia de Orientação do Planejamento Tático para auxiliar na construção deste sistema, aprovado

[35] Vincent A. W. J. Marchau & Warren E. Walker & Pieter J. T. M. Bloemen & Steven W. Popper (ed.), 2019. "Decision Making under Deep Uncertainty," Springer Books, Springer, DOI:10.1007/978-3-030-05252-2, July.

pela Portaria nº 792/2021. O Guia elenca informações a serem observadas pelos Planos Táticos que deverão ou poderão ser obtidos do PNL, como a necessidade de estabelecimento de objetivos, indicadores e metas de nível tático e indicação de programas, projetos e iniciativas por parte dos planos setoriais.

Há, ainda, conforme estabelecido pela Portaria nº 123/2020, a exigência de atividades de monitoramento e avaliação, em consonância com o Guia Prático de Análise *Ex Ante* e o Guia Prático de Análise *Ex Post*, ambos publicados em 2018 pelo Governo Federal, assim como sugere-se a aderência ao Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura, publicado pelo Ministério da Economia em 2021. A publicação desses guias vem na esteira do estabelecimento de uma cultura de estado voltada ao planejamento e avaliação de políticas públicas que atentem à eficácia, eficiência e efetividade da atuação pública.

Nesse sentido, para disseminação e adesão a essa cultura, é essencial a ampla participação dos diferentes atores em um processo transparente, como entes da federação (Estados, Distrito Federal e Municípios), demais ministérios, associações, confederações e sociedade em geral.

Considerando esse contexto, para a elaboração do PNL foram estabelecidos pontos fundamentais para a discussão e participação da sociedade, assim como elementos de acompanhamento, revisão e atualização específicos para o PNL, os quais serão tratados a seguir

8.1. PARTICIPAÇÃO SOCIAL

Ao longo de 2020, a EPL e o MInfra promoveram uma série de Webinars com representantes de instituições do Governo Federal e de Governos Estaduais, da Indústria, de operadores logísticos e de usuários de transporte. Nesses fóruns, buscou-se de maneira proativa dar transparência e colher contribuições para a elaboração do novo PNL.

As respostas aos questionamentos recebidos nestes Webinars são apresentadas no Apêndice II.

A Consulta Pública, que foi realizada entre os meses de março e maio de 2021, também tem como foco a transparência e, sobremodo, possibilitar o aprimoramento do PNL 2035, por meio da contribuição de agentes que atuam no setor público e privado dos diversos segmentos da sociedade brasileira. Com a realização da Consulta Pública, esperou-se o recebimento de críticas e de sugestões de interlocutores nos setores de planejamento, da indústria, do comércio, turismo, transportes, agricultura e meio ambiente dos governos Federal e Estaduais, bem como de associações, confederações e federações do segmento e correlatas, além das entidades e dos órgãos representativos dos usuários dos serviços de transporte e da participação individual dos interessados no tema.

Durante a consulta pública foram apresentados os resultados preliminares do PNL 2035 e recebidas contribuições dos agentes elencados. As contribuições recebidas ensejaram várias adequações e o desenvolvimento de um novo Cenário participativo (Cenário 6), com as visões da sociedade e mercado sobre o desenvolvimento da rede de transportes nacional.

O material resultante da Consulta Pública foi analisado pela equipe técnica da EPL, sendo que as contribuições passíveis de aproveitamento foram incorporadas na versão final do PNL 2035 ou, ainda, no caso de não ser possível incluir nessa versão do PNL, foram devidamente respondidas conforme exposto no Apêndice II.

8.2. MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO, REVISÕES E ATUALIZAÇÕES DO PNL

O caráter dinâmico conferido ao PNL se deve à sistemática de constante monitoramento dos empreendimentos e indicadores avaliados nos cenários simulados, resultando em revisões periódicas e atualizações quadrienais.

Na sequência da Consulta Pública, uma vez publicado Relatório Executivo final do PNL 2035 e seus anexos, serão desenvolvidos e divulgados os *Cadernos do PNL*, nos quais serão detalhados aspectos relevantes do Plano. Já estão previstas as seguintes publicações, e outras estão em fase de discussão e podem compor o conjunto de publicações do PNL 2035:

a. Caderno Metodológico: Matrizes Origem-Destino;

b. Caderno Metodológico: Modelagem de Transporte e Calibração;

c. Caderno Metodológico: Projeções de Demanda;

d. Caderno Estratégico: Corredores Logísticos Estratégicos; e

e. Caderno Estratégico: Meio Ambiente.

As revisões do PNL envolverão o monitoramento dos empreendimentos, dos objetivos, das projeções econômicas, da legislação setorial e das inovações tecnológicas avaliadas nos cenários do Plano. Dessa forma, sempre que se fizer necessário, serão realizadas novas simulações de modo a ajustar os cenários do PNL à luz da realidade observada em cada período de análise.

Destaca-se, ainda, o disposto na Portaria MInfra nº 123/2020, que o Planejamento Integrado de Transportes terá horizonte de trinta anos e será atualizado respeitando ciclos de 4 anos. Dessa forma, o PNL deverá ser publicado até o final do primeiro ano de execução do Plano Plurianual, sendo o referencial para a identificação de necessidades e oportunidades presentes e futuras de oferta de capacidade dos subsistemas de transporte, ao passo que indicará necessidades de estudos de novas infraestruturas e da melhoria em infraestruturas existentes no âmbito do Planejamento Setorial.

Contudo, considerando que o presente Plano faz parte do primeiro ciclo do Planejamento Integrado de Transporte sob vigência da referida portaria e, observando seu caráter de transitoriedade, tem-se, excepcionalmente, que o presente PNL terá o horizonte de 2035 e contemplará o transporte de pessoas e de bens dos subsistemas federais rodoviário, ferroviário e aquaviário, e as ligações viárias e logísticas entre esses subsistemas e desses com os sistemas de viação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Deve-se acrescentar que os processos de elaboração dos Planos Setoriais e Gerais de Parcerias e Ações Públicas, que preveem inclusive momentos de consulta à sociedade, também fornecerão insumos importantes para a atualizações e revisão do PNL, tendo em

vista que esses Planos irão avaliar as necessidades e oportunidades de cada modo de transporte, numa perspectiva mais detalhada, de caráter tático, que não foi possível capturar na escala de planejamento do PNL. Dessa maneira, o monitoramento do Planejamento Integrado de Transportes - PIT propicia um elemento contínuo de identificação de interfaces e pontos de convergência intermodal a considerar nas versões posteriores do PNL, num ciclo contínuo e de duplo sentido de fornecimento e obtenção de dados entre os planos em referência.

À cada ciclo de planejamento, o PNL será alimentado pelas iniciativas e ações propostas nos planos setoriais, que passarão a compor os cenários futuros a serem simulados. Em paralelo, serão avaliados quais os avanços observados nas variáveis que moldaram os Cenários simulados na versão anterior do PNL, buscando identificar a proximidade entre a execução e as hipóteses de previsão.

Durante o processo de Gestão dos subsistemas de transporte, que vai além do ciclo de planejamento, o PNL 2035 oferta os resultados dos indicadores de avaliação cujos valores mínimos observados em cada indicador para os Cenários futuros podem ser considerados como metas, buscando seu alcance de acordo com as ações de curto prazo escolhidas e efetivamente implementadas. Porém, havendo tanto indicadores endógenos como exógenos ao sistema de transportes, as metas devem ser pontos de alcance para todos os atores do sistema, incluindo o Poder Público, em todas as esferas de atuação, as entidades privadas que atuam no sistema, e seus usuários.

Para a próxima versão do PNL, a ser publicada até o final de 2024, já se identificou potenciais evoluções, tanto no que tange aos dados de entrada do PNL, objetivando maior aderência da modelagem para com a realidade, como no que tange à evolução de métodos de planejamento de transportes. Tais expectativas, porém, dependem de uma série de ações internas da EPL e do MINFRA, assim como cooperações com outras entidades e investimentos para sua concretização.

8.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Nacional de Logística - PNL 2035, marca a retomada do Planejamento de Transportes nacional, e ao mesmo tempo, incorpora uma visão mais moderna do processo de planejamento, com metodologia inovadora, absorção das melhores referências internacionais e uma visão de Planejamento Integrado de Transportes pautada na flexibilidade e na visão estratégica, características exigidas para um plano dessa dimensão de atuação. Deixa também bastante claro os caminhos para a fase de planejamento tático, mais específica e focada em objetivos e particularidades de cada modo de transporte. Além disso, propicia ao Poder Público, à sociedade e ao mercado, uma visão de futuro que auxilia a avaliação das diferentes decisões que moldarão o real cenário de desenvolvimento da rede de transportes nacional.

O PNL 2035 é um plano de Estado, e como tal, não se propõem a compor um pacote de projetos de curto prazo. Os diferentes caminhos de desenvolvimento aqui apresentados são hipóteses que dependem das variáveis e decisões simuladas, assim como de outras características que não são facilmente captadas em uma modelagem objetiva, como o potencial mercadológico de projetos, a visão de mercado internacional sobre a atratividade, os recursos para investimentos em infraestrutura no Brasil, as diferentes

bases legislativas e regulatórias que podem se desenvolver ao longo dos anos, afetando os subsistemas de transporte, o orçamento público, os acordos e contratos entre entes privados. O PNL 2035 apresenta de forma bastante clara que a alteração de uma única variável em um dos subsistemas de transporte, pode vir a conduzir toda a rede para caminhos consideravelmente diferentes. Essa é uma das principais contribuições desse plano, e reforça que o maior ganho aqui oferecido não são os dados e resultados do prognóstico futuro, mas sim, a retomada do planejamento como processo contínuo, capaz de acompanhar e avaliar a dinamicidade das mudanças que podem ocorrer nos próximos anos.

Não existe cenário perfeito dentre os apresentados no PNL 2035. Não há cenário preferencial. A principal contribuição do PNL é demonstrar como decisões e ações dos diversos atores dos sistemas de transporte podem transformar o território de diferentes formas. Mantendo-se os objetivos estratégicos claros e fixos, os posteriores ciclos de planejamento tendem a adequar, paulatinamente, as ações de curto prazo aos resultados positivos almejados, orientando as oportunidades que devem ser mantidas como prioritárias, e as necessidades que devem ser foco do desenvolvimento de soluções.

O Quadro 25 apresenta algumas das principais características dos cenários simulados para 2035.

Fica evidente, da avaliação dos diferentes Cenários, que a evolução do sistema de transporte para alcance dos objetivos da Política Nacional de Transportes só pode ser obtida com iniciativas conjuntas entre os diferentes atores do sistema, bem como por meio de estratégias inovadoras que potencializem os resultados esperados.

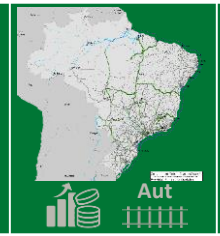
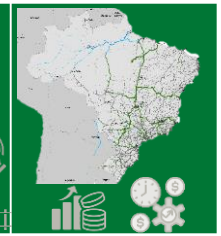
Embora o presente PNL não especifique a forma de implementação dos diferentes empreendimentos e ações simulados, há tendências claras a serem avaliadas nas iniciativas dos planos setoriais, tais como:

- Flexibilidade regulatória: observa-se, no presente plano, que a melhoria nos indicadores que medem o alcance aos objetivos da PNT ocorre de forma mais significativa quando há desenvolvimento considerável da infraestrutura e implantação de novos elementos estruturantes (novas ferrovias, novos aeroportos etc). Isso indica que a base regulatória que possibilita essa expansão deve ser flexível o bastante para proporcionar o desenvolvimento no ritmo requerido para antecipar os impactos positivos dos investimentos em infraestruturas de transporte.
- Participação privada nos investimentos: entre os cenários simulados, verifica-se a necessidade de desembolsos na infraestrutura de transporte de R$ 730 bilhões (Cenário 1) a R$ 1.172 bilhões (Cenário 8). Cerca de 80% do investimento considerado no Cenário 1 (R$ 315 bilhões) é proveniente da iniciativa privada, e desses, 80% (R$ 253 bilhões) já se encontram assegurados em contratos de concessões vigentes. Com a necessidade de mais investimentos em infraestrutura e o aumento dos custos de manutenção do sistema, frente às restrições orçamentárias do setor público cada vez mais relevantes, o arranjo de parcerias privadas na infraestrutura de transportes é uma tendência desejável para alcançar cenários mais promissores. Nessa perspectiva, é essencial que os empreendimentos analisados de forma mais

detalhada nos planos setoriais busquem soluções aderentes às necessidades econômicas e sociais do país, mas também que sejam atrativas para o mercado.

- Equidade territorial: Como observado no indicador de desenvolvimento econômico nacional e regional nos diferentes cenários do PNL 2035, os investimentos em infraestrutura tendem a gerar impactos transformadores na economia e na sociedade, principalmente nas regiões com baixa densidade de infraestrutura de transportes, e consequentemente, com maiores distorções em relação aos custos e tempos de viagem. Foi verificado o potencial desses investimentos nos cenários que consideram, por exemplo, a rede ferroviária estruturante formada pela FICO, Ferrovia Norte-Sul e FIOL, assim como a Ferrogrão, proporcionando escoamento de granéis agrícolas pelos portos do arco norte do país e alternativas de distribuição de cargas gerais com menor custo. Tais oportunidades caracterizam a tendência de que investimentos nessas regiões, além de gerarem desenvolvimento econômico, geram equidade territorial. Logo, a estratégia de investimentos voltados para regiões menos desenvolvidas em termos de infraestrutura alimentam também uma política pública de equidade que se estabelece em patamar superior ao planejamento de transportes, corroborando com o desenvolvimento territorial e social da nação.

Quadro 25: Principais características dos cenários simulados para 2035.

								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
• Matriz modal racional • Menor investimento • Melhoria razoável nos custos médios de transporte • Impactos positivos em vários indicadores	• Matriz modal mais racional • Necessita de mais investimentos que o cenário 1 • Melhoria considerável nos custos médios de transporte • Mais segurança	• Mais carga de valor no transporte rodoviário • Alto custo do transporte • Menos segurança • Alto nível de emissões • Mais necessidades a serem resolvidas em uma economia mais pujante	• Mais carga na cabotagem e nas vias de navegação interior • Maiores tempos de viagem • Mais necessidade de investimento no setor portuário	• Necessidade de inovação e investimentos em tecnologia pro parte do mercado • Mais cargas nas ferrovias, inclusive de valor • Grande impacto na redução de custos de transporte • Grande impacto na redução de emissões • Mais segurança	• Necessidade de grandes investimentos (2x C1) • Matriz modal eficiente (60% nos modos de grande capacidade) • Grande impacto na redução de custos de transporte • Grande impacto na redução de emissões • Maiores tempos de viagem (cargas), menores para pessoas • Alto impacto econômico	• Mais investimentos em ferrovias • Moderado impacto na redução de emissões • Maiores tempos de viagem (cargas), menores para pessoas • Impactos locais diferenciados conforme as propostas de *short lines* simuladas	• Necessidade de grandes investimentos • Divisão modal tronco alimentadora • Transporte rodoviário quase exclusivamente com função de distribuição e alimentação • Grande impacto na redução de custos • Redução de emissões • Maiores tempos de viagem • Combinação de variáveis fora do controle direto do Poder Executivo.	• Baixo investimento (em comparação com cenários 2 a 8) • Matriz modal racional, com mais cargas de valor nas ferrovias • Menor custo de transporte • Menor tempo de viagem para pessoas • Mais segurança • Redução das emissões • Maiores tempos de viagem para cargas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil (1974), Conselho Nacional de Transportes. Planos de Viação - Evolução histórica (1808-1973). Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro. 554p.

Brasil (1988), Constituição da República Federativa do Brasil - 1988.

DHL (2016). The 21st Century Spice Trade: A Guide to the Cross-Border e-Commerce Opportunity.

EPL (2018), Relatório Executivo PNL 2025, consultado em **https://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl**, consultado em 01/07/2020.

MInfra (2020a), Corredores Logísticos Estratégicos - Volume V: Transporte de Passageiros, consultado em **http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html**, em 06/07/2020.

MInfra (2020b), Corredores Logísticos Estratégicos - Volume VI: Petróleo e Combustíveis, consultado em **http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html**, em 06/07/2020.

MTPA (2017), Corredores Logísticos Estratégicos - Volume I: Complexo de Soja e Milho, consultado em **http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html**, em 06/07/2020.

MTPA (2018), Política Nacional de Transportes - PNT, consultado em https://www.infraestrutura.gov.br/component/content/article/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7368-pnt.html, em 07/07/2020.

MTPA (2018), Plano Aeroviário Nacional - PAN 2018-2038, consultado em **https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aereo/plano-aeroviario-nacional, em 03/02/2021.**

MTPA (2018 a), Corredores Logísticos Estratégicos - Volume II: Minério de Ferro, consultado em **http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html**, em 06/07/2020.

MTPA (2018 b), Corredores Logísticos Estratégicos - Volume III: Veículos Automotores, consultado em **http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html**, em 06/07/2020.

MTPA (2018 c), Corredores Logísticos Estratégicos - Volume IV: Complexo da Cana-de-Açúcar, consultado em **http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html**, em 06/07/2020.

SEP (2015), Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP, consultado em **https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/sumarioexecutivopnlp-pdf**, em 03/02/2021.

WEF (2016). White Paper Digital: Transformation of Industries: Logistics. World Economic Forum.

WEF (2018). *White Paper: Delivering the Goods: e-commerce Logistics Transformation. World Economic Forum*.

APÊNDICES

APÊNDICE I: SISTEMA DE INDICADORES DO PNL 2035

Disponível em: https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/4zB38Le74Zmn4FQ

APÊNDICE II: RESPOSTAS AOS QUESTIONAMENTOS DOS WEBINARS E DA CONSULTA PÚBLICA

Disponível em: https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/zczr3Rcis2zynJ8

APÊNDICE III: VISUALIZAÇÃO DOS CARREGAMENTOS NOS DIFERENTES CENÁRIOS.

Mapas em alta resolução disponíveis em:

Base - 2017	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/c2TCVgqjj2kBdHj
Cenário 1	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/RvAiNCYC0JsW9dY
Cenário 2	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/n02bA3nVbbrCnUH
Cenário 3	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/WbyUMVaaaiULmuP
Cenário 4	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/dURdLM9wIAHPJ0F
Cenário 5	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/PvXCIbRZgkAKLcU
Cenário 6	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/UYj4crtiZ7JKXtR
Cenário 7	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/DDBpP9uhuh7pAY9
Cenário 8	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/Li8Wvt1IzxJE3NM
Cenário 9	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/M1Bprs68hr9pIPT

APÊNDICE IV: MATRIZES ORIGEM-DESTINO.

Bases de dados com as matrizes O/D disponíveis em:

Cargas - 2017	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/6t2MwFu2l0Z3e0w
Cargas - 2035_referencial	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/bE5li7MM8GTaEY4
Cargas - 2035_transformador	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/usJec68q7CBd1CE
Pessoas - 2017	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/LsbcgkmXzEb8z5X
Pessoas - 2035_referencial	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/yobCot235zn06Yq
Pessoas - 2035_transformador	https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/KseEJkUFBXuqUwY

APÊNDICE V: CAMADA ESTRATÉGICA DE ANÁLISE.

Mapas em alta resolução para as Camadas Estratégias de Análise disponíveis em:

https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/g6THXDi0S5nD0Ja

APÊNDICE VI: QUADRO DE EMPREEDIMENTOS SIMULADOS POR CENÁRIO.

Disponível em: https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/Lq0Z3BJ0C9xzuet

APÊNDICE VII: DETALHAMENTO DAS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS ESTUDADAS.

Disponível em: https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/wj4BHocx3BsW8my

APÊNDICE VIII: QUADRO DE PORTOS, TERMINAIS DE USO PRIVATIVO E ESTAÇÕES DE TRANSBORDO DE CARGAS POR PORTO-CIDADE SIMULADOS NOS CENÁRIOS.

Disponível em: https://filecloud.epl.gov.br/owncloud/index.php/s/nWp3eAiaK6i8Hdj

ANEXOS

ANEXO I: PORTARIA Nº123, DE 21 DE AGOSTO DE 2020, DO MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA

Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-123-de-21-de-agosto-de-2020-273770905

ANEXO II: PORTARIA Nº792, DE 1º DE JULHO DE 2021, DO MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA

Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-792-de-1-de-julho-de-2021-330276820