Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo | PLI-SP 2050

OBTENÇÃO DE MATRIZES MULTIMODAIS PARA O ANO BASE

Produto D-4

CONCREMAT | transplan planejamento e projetos s.a. | BID | DER
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística | SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO

Produto D-4: Obtenção de Matrizes Multimodais para o Ano Base

CÓDIGO DO DOCUMENTO
D-4

TÍTULO
Obtenção de Matrizes Multimodais para o Ano Base

ELABORAÇÃO
Consórcio Concremat / Transplan

CONTRATO
Contrato Nº 22.607-5

CONTRATAÇÃO
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística – SEMIL – Governo do Estado de São Paulo

FINANCIAMENTO
Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)

OBSERVAÇÕES

Este documento técnico, denominado Obtenção de Matrizes Multimodais para o Ano Base, corresponde ao Produto D-4 do "Desenvolvimento e elaboração do Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo (PLI/SP – 2050)" (Contrato N° 22.607-5).

VERSÃO	DATA	CONTEÚDO DAS MODIFICAÇÕES
R01	23/12/2015	Revisão conforme solicitações da SEMIL
R00	01/11/2025	Versão inicial

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Mapa de carregamento do grupo GSM - minério de ferro. Fonte: PIT, 2025. 14
Figura 1-2: Mapa de carregamento das origens - açúcar e do biocombustível do PNL 2050. Fonte: PIT, 2025. 16
Figura 1-3: Comparação dados do IBGE e PNL2050 - origem soja. 23
Figura 1-4: Comparação dados do IBGE e PNL2050 - Destino soja. 24
Figura 1-5: Comparação dados do IBGE e PNL2050 – Linhas de desejo - Celulose 24
Figura 1-6: Método descartado para obtenção das matrizes do PLI 25
Figura 1-7: Etapas do sistema de geração de matrizes de cargas - GMC. 27
Figura 1-8: Organização do banco de dados usados pelo modelo de GMC. 28
Figura 1-9: Dados e parâmetros associados a cada produto. 31
Figura 1-10: Concatenação dos pares OD por proximidade e aplicação do parâmetro de raio de interação no algoritmo. 32
Figura 1-11: Extração dos vetores de oferta e demanda regionais. 33
Figura 1-12: Agregação das matrizes OD e geração da Matriz Agregada - AG. 34
Figura 1-13: Validação dos totais de oferta e demanda regionais e ajustes proporcionais. 35
Figura 1-14: Associação das regiões por regras espaciais. 36
Figura 1-15: Exemplos de integração entre os diferentes modos na matriz OD final. 36
Figura 1-16: Aplicação do modelo gravitacional para fluxos rodoviários (viagens remanescentes). 37
Figura 1-17: Ajuste proporcional (3 dimensões) e consolidação da matriz rodoviária. 38
Figura 1-18: Consolidação das matrizes OD. 39
Figura 1-19: Estruturação e formatação das matrizes OD para incorporação no modelo de rede Visum e geração de mapas. 39
Figura 1-20: Legenda de cores de 1-21 a 1-82 40
Figura 1-21: Matrizes OD alocadas por modo – açúcar. 41
Figura 1-22: Matrizes OD alocadas por modo – adubos e fertilizantes. 42
Figura 1-23: Matrizes OD alocadas por modo – alimentos industrializados. 43
Figura 1-24: Matrizes OD alocadas por modo – animais vivos. 44
Figura 1-25: Matrizes OD alocadas por modo – arroz. 45
Figura 1-26: Matrizes OD alocadas por modo – bebidas. 46
Figura 1-27: Matrizes OD alocadas por modo – biocombustíveis. 47
Figura 1-28: Matrizes OD alocadas por modo – café. 48
Figura 1-29: Matrizes OD alocadas por modo – chá, mate, especiarias. 49
Figura 1-30: Matrizes OD alocadas por modo – suco de laranja. 50
Figura 1-31: Matrizes OD alocadas por modo – cargas especiais. 51
Figura 1-32: Matrizes OD alocadas por modo – carnes. 52
Figura 1-33: Matrizes OD alocadas por modo – carvão mineral. 53
Figura 1-34: Matrizes OD alocadas por modo – cimento. 54
Figura 1-35: Matrizes OD alocadas por modo – combustíveis e derivados de petróleo. 55
Figura 1-36: Matrizes OD alocadas por modo – eletrônicos. 56
Figura 1-37: Matrizes OD alocadas por modo – embalagens, botijões, pallets, garrafas. 57
Figura 1-38: Matrizes OD alocadas por modo – farelo de soja. 58
Figura 1-39: Matrizes OD alocadas por modo – glp. 59
Figura 1-40: Matrizes OD alocadas por modo – hortifruti. 60
Figura 1-41: Matrizes OD alocadas por modo – defensivos agrícolas. 61
Figura 1-42: Matrizes OD alocadas por modo – laticínios. 62
Figura 1-43: Matrizes OD alocadas por modo – madeira e carvão. 63
Figura 1-44: Matrizes OD alocadas por modo – madeira em bruto. 64
Figura 1-45: Matrizes OD alocadas por modo – máquinas e aparelhos. 65
Figura 1-46: Matrizes OD alocadas por modo – medicamentos 66
Figura 1-47: Matrizes OD alocadas por modo – milho. 67
Figura 1-48: Matrizes OD alocadas por modo – minério de ferro. 68
Figura 1-49: Matrizes OD alocadas por modo – obras de ferro ou aço. 69
Figura 1-50: Matrizes OD alocadas por modo – óleo bruto. 70
Figura 1-51: Matrizes OD alocadas por modo – algodão. 71
Figura 1-52: Matrizes OD alocadas por modo – cana de açúcar. 72
Figura 1-53: Matrizes OD alocadas por modo – cereais. 73
Figura 1-54: Matrizes OD alocadas por modo – óleos animais e vegetais. 74
Figura 1-55: Matrizes OD alocadas por modo – óleos vegetais em bruto. 75
Figura 1-56: Matrizes OD alocadas por modo – outras cargas gerais conteinerizáveis. 76
Figura 1-57: Matrizes OD alocadas por modo – outras cargas gerais não conteinerizáveis. 77
Figura 1-58: Matrizes OD alocadas por modo – outros granéis líquidos. 78
Figura 1-59: Matrizes OD alocadas por modo – materiais de construção. 79
Figura 1-60: Matrizes OD alocadas por modo – calcário. 80
Figura 1-61: Matrizes OD alocadas por modo – enxofre. 81
Figura 1-62: Matrizes OD alocadas por modo – minério de alumínio. 82
Figura 1-63: Matrizes OD alocadas por modo – minerais conteinerizáveis. 83

Figura 1-64: Matrizes OD alocadas por modo – minerais metálicos não ferrosos. 84
Figura 1-65: Matrizes OD alocadas por modo – outros granéis sólidos minerais. 85
Figura 1-66: Matrizes OD alocadas por modo – papel. 86
Figura 1-67: Matrizes OD alocadas por modo – celulose. 87
Figura 1-68: Matrizes OD alocadas por modo – petroquímicos sólidos. 88
Figura 1-69: Matrizes OD alocadas por modo – plástico e suas obras. 89
Figura 1-70: Matrizes OD alocadas por modo – pneus, componentes e acessórios de automóveis. 90
Figura 1-71: Matrizes OD alocadas por modo – produtos de higiene e limpeza. 91
Figura 1-72: Matrizes OD alocadas por modo – produtos metalúrgicos. 92
Figura 1-73: Matrizes OD alocadas por modo – produtos químicos. 93
Figura 1-74: Matrizes OD alocadas por modo – produtos químicos em granéis líquidos. 94
Figura 1-75: Matrizes OD alocadas por modo – produtos químicos em granéis sólidos. 95
Figura 1-76: Matrizes OD alocadas por modo – ração animal. 96
Figura 1-77: Matrizes OD alocadas por modo – sal. 97
Figura 1-78: Matrizes OD alocadas por modo – soda cáustica. 98
Figura 1-79: Matrizes OD alocadas por modo – soja. 99
Figura 1-80: Matrizes OD alocadas por modo – trigo. 100
Figura 1-81: Matrizes OD alocadas por modo – veículos automotivos. 101
Figura 1-82: Matrizes OD alocadas por modo – vestuário. 102
Figura 2-1: Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 110
Figura 2-2: Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (pesquisas primárias e pesquisas da SPI A e B). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 113
Figura 2-3: Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias, Pesquisas da SPI A e B, Pesquisas do PAM-TL e Pesquisa Nacional de Tráfego – filtrada apenas para coletas em SP). Fonte: Consórcio Concremat – Transplan. 116
Figura 2-4: Lotação média por macroproduto e tipo de veículo , com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat – Transplan. 119
Figura 2-5: Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 119
Figura 2-6: Lotação média por macroproduto e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat – Transplan. 122
Figura 2-7: Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 122

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Comparativo entre as fontes indicadas. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan. 12
Tabela 2. Dicionário de Agrupamento de Produtos do PNL e Ajustes para o PLI-SP. Fonte: Consórcio Concremat / Transplan. 20
Tabela 3. Dicionário de Agrupamento de Produtos do PNL e Ajustes para o PLI-SP. (continuação) Fonte: Consórcio Concremat / Transplan. 21
Tabela 4. Dicionário de Agrupamento de Produtos do PNL e Ajustes para o PLI-SP. (continuação) Fonte: Consórcio Concremat / Transplan. 22
Tabela 5. Dados usados pelo modelo de GMC. 29
Tabela 6. Comparativo entre as fontes indicadas. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan. 104
Tabela 7. Resumo das fontes de dados de cada matriz modal. Fonte: Consórcio Concremat Transplan. 106
Tabela 8. Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 109
Tabela 9. Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias e Pesquisas da SPI A e B). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 112
Tabela 10. Amostra de entrevistas de cargas por fonte de pesquisa (PNT apenas com coleta em SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 114
Tabela 11. Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias, Pesquisas da SPI A e B, Pesquisas do PAM-TL e Pesquisa Nacional de Tráfego – filtrada apenas para coletas em SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 115
Tabela 12. Lotação média por macroproduto, eixos e tipo de veículo com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 118
Tabela 13. Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 119
Tabela 14. Lotação média por macroproduto, eixos e tipo de veículo com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 121
Tabela 15. Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 122
Tabela 16. Resumo dos fatores de conversão das matrizes em toneladas para veículos Fonte: Consórcio Concremat - Transplan. 124

Sumário

Apresentação 7
Sumário Executivo 9
1 Obtenção das Matrizes de Viagens de Cargas 11
1.1 Metodologia para Obtenção de Matrizes de Viagens de Carga 11
1.1.1 Análise de Planos Existentes 11
1.1.2 Avaliação do Conteúdo da Matriz de Cargas do PNL 2050 no Contexto do Estado de São Paulo 13
1.1.3 Metodologia Proposta 26
1.2 Elaboração das Matrizes de Viagens de Cargas 26
1.2.1 Etapa 1: Tratamento e carregamento das bases de dados 27
1.2.2 Etapa 2: Especificação de dados e parâmetros 30
1.2.3 Etapa 3: Concatenação dos pares de Embarque e Desembarque (ED) 31
1.2.4 Etapa 4: Extração dos vetores e matrizes 32
1.2.5 Etapa 5: Avaliação dos totais de oferta e demanda 34
1.2.6 Etapa 6: Associação das regiões (origens e destinos) nos pares ED 35
1.2.7 Etapa 7: Associação das regiões nas viagens remanescentes 37
1.2.8 Etapa 8: Consolidação da matriz de OD 38
1.2.9 Etapa 9: Sumarização dos resultados 40
1.3 Matrizes OD alocadas por modo 40
2 Obtenção das Matrizes de Viagens de Pessoas 103
2.1 Obtenção da matriz ferroviária de passageiros 105
2.2 Obtenção da matriz aeroviária de passageiros 105
2.3 Obtenção da matriz rodoviária de transporte individual de passageiros 105
2.4 Avaliação das fontes de dados para matriz rodoviária em transporte coletivo de passageiros 106
2.5 Avaliação das fontes de dados para matriz hidroviária de passageiros 106
2.6 Conclusão sobre estimação da matriz de passageiros 106
2.7 Cálculo dos Fatores de Carga 107
2.7.1 Probabilidade da Característica do Fluxo e Utilização da Classe do Veículo por Macroproduto 107
2.7.2 Lotação Média 117
2.7.3 Resumo dos Fatores de conversão 123
3 Considerações Finais e Próximos Passos 125
4 APÊNDICES 126

Apresentação

O Produto D-4 integra a Etapa 2 – Diagnóstico - do Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo (PLI-SP 2050). Esta etapa tem por finalidade o diagnóstico da infraestrutura logística existente a partir de um conjunto de sete produtos técnicos voltados à compreensão integrada das condições atuais da logística e do transporte no Estado, conforme listados abaixo:

- Produto 2: Caracterização Socioeconômica do Estado de São Paulo;
- Produto 3: Caracterização do Sistema de Transporte;
- **Produto 4: Obtenção de matrizes multimodais para o ano base;**
- Produto 5: Ações Regionais de Divulgação;
- Produto 6: Levantamento e atualização da infraestrutura existente e das capacidades;
- Produto 7: Concepção da Visão do Sistema Logístico Multimodal; e
- Produto 8: Construção de modelos de transporte.

O diagnóstico da situação atual será desenvolvido de forma progressiva, por meio da integração dos sete produtos que compõem esta etapa permitindo a consolidação gradual das informações e análises. Esse processo resultará na modelagem da rede de simulação de transportes, a ser apresentada no Produto 8, que representará as condições atuais de operação do sistema, servindo de base para a avaliação de desempenho, identificação de gargalos e simulação de cenários futuros.

Nas etapas seguintes do projeto, serão incorporadas projeções de demanda futura e evolução dos sistemas de transporte no estado de São Paulo, possibilitando a análise de alternativas e a seleção de projetos prioritários. Esse processo permitirá a hierarquização de investimentos com foco na melhoria da mobilidade de passageiros e na eficiência do transporte de mercadorias, contribuindo para o desenvolvimento logístico e econômico do estado.

As informações consolidadas no Produto D-4 representam insumos técnicos essenciais para a elaboração do diagnóstico. Por meio do processo de construção das matrizes de origem e destino, esses dados permitem descrever de forma integrada os fluxos logísticos de cargas e passageiros em escala intraestadual, bem como as interações inter-regionais e internacionais. Tal estrutura de informações possibilita uma compreensão abrangente da dinâmica atual dos deslocamentos e das demandas logísticas do Estado de São Paulo, servindo de base para a análise das cadeias logísticas e para a identificação dos principais corredores de transporte, classificados por tipo de carga e função — seja de escoamento da produção, seja de abastecimento interno.

Sob a ótica da modelagem da rede de transporte estadual, o Produto D-4 inclui a elaboração das matrizes origem-destino – compreendendo a matriz base e as matrizes por modal – que fornecem subsídios essenciais para a representação dos polos de geração e atração de viagens, tanto de carga quanto de passageiros. Essas matrizes permitem quantificar os volumes movimentados por cada modal de transporte e sua distribuição entre os pares origem e destino, fornecendo a base necessária para a modelagem dos fluxos logísticos.

Apesar do objetivo final do Produto D-4 ser a obtenção das matrizes para o ano base, o seu desenvolvimento contém etapas de levantamento de dados secundários e coleta de dados primários, tanto com pesquisa em rodovias como com embarcadores e transportadores de carga. Dessa forma, optou-se por dividir o Produto D-4 em 3 tomos:

- Produto D04-1 - Levantamento de Dados Secundários e Coleta de Dados Primários em Rodovias (Pesquisas de Preferência Declarada e Origem-Destino);
- Produto D04-2 - Elaboração de Matrizes de Viagens (cargas e passageiros);

- Produto D04-3 - Pesquisas Primárias com Embarcadores (Pesquisas Exploratórias e de Preferência Declarada).

Este documento refere-se ao Produto D04-2 - Elaboração de Matrizes de Viagens (cargas e passageiros), o qual evidencia o processo metodológico adotado para a construção das matrizes de origem e destino, abrangendo as etapas de tratamento, integração e modelagem dos dados secundários e primários.

Nesse contexto, visando à apresentação dos itens citados acima, o Produto D-4 foi estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Obtenção das Matrizes de Viagens de Carga: apresentação e descrição do método e etapas do processo para o tratamento dos dados e obtenção das matrizes de viagens de carga;
- Capítulo 2 – Obtenção das Matrizes de Viagens de Passageiros: apresentação e descrição do método e etapas do processo para o tratamento dos dados e obtenção das matrizes de viagens de passageiros;
- Capítulo 3 – Considerações Finais e Próximos Passos.

Sumário Executivo

O presente relatório consolida as atividades técnicas desenvolvidas no âmbito do Produto D04-2 – Elaboração de Matrizes de Viagens, integrante da Etapa de Diagnóstico do Plano de Logística e Investimentos do Estado de São Paulo (PLI-SP 2050). O objetivo central deste produto consistiu na obtenção das matrizes multimodais de viagens de cargas e de passageiros para o ano base de 2023, estruturadas para subsidiar a modelagem da rede de transportes e as análises subsequentes de desempenho, gargalos e cenários de investimento.

O documento detalha o processo metodológico adotado para a construção das matrizes origem-destino (OD), abrangendo desde as etapas de tratamento, integração e validação de dados secundários e primários, até a estruturação das matrizes compatíveis com o software de simulação PTV-Visum. O enfoque adotado buscou superar limitações inerentes às fontes isoladas, assegurando representatividade territorial, coerência econômica e aderência operacional à realidade logística do Estado de São Paulo.

No que se refere às matrizes de viagens de cargas, realizou-se inicialmente uma avaliação crítica das principais bases de dados disponíveis, conforme indicado no Termo de Referência, com destaque para as matrizes do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL 2050), fundamentadas no Big Data de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e) da Secretaria da Receita Federal do Brasil. Essa base foi reconhecida como a referência nacional mais abrangente, por permitir a identificação de fluxos internos, externos e de passagem na escala municipal. Contudo, a análise evidenciou limitações para sua aplicação direta no contexto paulista, notadamente o alto nível de agregação de produtos, a sub-representação de fluxos intraestaduais específicos e inconsistências locacionais quando comparadas a bases oficiais de produção e emprego.

Um exemplo refere-se ao minério de ferro, que no PNL 2050 movimenta aproximadamente 420 milhões de toneladas em 2023, justificando sua segregação em um macrogrupo exclusivo (Granéis Sólidos Minerais – GSM). No entanto, essa carga apresenta baixa relevância logística no Estado de São Paulo, o que motivou, no âmbito do PLI-SP, a junção do grupo GSM com o grupo "Outros Granéis Sólidos Minerais (OGSM)", evitando distorções analíticas e permitindo maior foco em produtos efetivamente representativos da matriz estadual.

Destaca-se, a individualização do suco de laranja, anteriormente classificado como "Alimentos Industrializados". A análise logística evidenciou que o Brasil responde por cerca de 70% das exportações globais de suco de laranja, sendo aproximadamente 80% da produção concentrada no Cinturão Citrícola, formado por cerca de 350 municípios, majoritariamente localizados no Estado de São Paulo. Trata-se de uma cadeia especializada, operando predominantemente como granel líquido, com infraestrutura dedicada (terminais especializados, sucodutos e navios do tipo juice tankers), o que justificou a criação de uma matriz específica para esse produto.

Apesar da relevância do setor sucroenergético em São Paulo, a cana-de-açúcar não é tratada como carga individualizada na matriz OD do PNL 2050, o que resulta em baixa representatividade. Essa limitação decorre das características logísticas da produção, marcada pelo transporte imediato da cana dos talhões para usinas próximas, geralmente do mesmo grupo econômico, e pelo papel complementar das associações de produtores. Dados de campo indicam movimentações significativas em São Paulo, em análise para aprimorar sua representação na matriz origem-destino estadual.

No modal dutoviário, identificaram-se lacunas no PNL 2050, como a ausência da malha de etanol operada pela Logum no território paulista, os quais foram incorporados a partir de dados operacionais complementares.

Foi desenvolvido um método próprio de estimação, denominado Sistema de Geração de Matrizes de Cargas (GMC). Trata-se de um algoritmo estruturado em nove etapas sequenciais, concebido para integrar, processar e reconciliar dados produtivos, socioeconômicos, fiscais e operacionais provenientes de múltiplas fontes. O GMC incorpora rotinas de ETL (Extract, Transform and Load), regras espaciais, funções de impedância, modelos gravitacionais e ajustes bi e tri-proporcionais, assegurando rastreabilidade e flexibilidade metodológica.

Paralelamente, a construção das matrizes de viagens de pessoas envolveu uma análise comparativa detalhada das fontes disponíveis por modal. No transporte ferroviário, verificou-se que a matriz do PNL 2050 superestimava os volumes para o município de São Paulo, alcançando valores equivalentes a 392% da amostra da Pesquisa Origem-Destino do Metrô de São Paulo (2023), além de não representar adequadamente as viagens intramunicipais. Diante disso, adotou-se a OD Metrô 2023, composta por 143.038 entrevistas e 112.913 registros de viagens, como base principal, complementada pelo PNL apenas para fluxos intermunicipais não cobertos.

No modal aeroviário, a comparação entre o Plano Aeroviário Nacional (PAN) e o PNL 2050 indicou maior aderência deste último. O PNL apresentou maior número de pares OD (74.226 pares, contra 5.273 do PAN) e volumes mais próximos aos registros operacionais dos aeroportos de Guarulhos, Congonhas e Viracopos, sendo, portanto, a base selecionada.

No transporte rodoviário de passageiros, adotaram-se critérios diferenciados para os segmentos individual e coletivo. Para o transporte individual, a matriz do Projeto Big Data apresentou melhor desempenho nos testes de alocação de tráfego, com GEH médio de 44,0, frente a 68,4 do PNL, além de menor desvio percentual médio. Já para o transporte coletivo, os testes econométricos demonstraram superioridade da matriz do PNL, com R^2 ajustado de 0,76 e elasticidades compatíveis com a teoria econômica, ao passo que a base alternativa ARTESP/EMTU apresentou baixo ajuste e elasticidades inverossímeis.

Para viabilizar a alocação dos fluxos de carga na rede de simulação, procedeu-se ao cálculo dos fatores de carga, convertendo toneladas em veículos equivalentes. Foram integrados dados de pesquisas primárias de campo com bases secundárias como SPI, PAM-TL e Pesquisa Nacional de Tráfego (PNT), sendo esta última filtrada para considerar exclusivamente os postos localizados no Estado de São Paulo, evitando distorções regionais. Nos ajustes finais, eliminou-se a alocação de granéis pesados em veículos leves (VC1), redistribuindo esses fluxos para veículos pesados (VC2 e VC3) e ajustando as lotações médias ponderadas, de modo a refletir a prática operacional observada nas rodovias paulistas.

Conclui-se que o Produto D04-2 resultou na consolidação das matrizes multimodais de cargas e passageiros para o ano base de 2023, plenamente estruturadas para integração ao PTV-Visum. O trabalho promoveu a reconciliação sistemática de origens e destinos por zona, macroproduto e modal, mitigando as limitações das fontes isoladas por meio de validações cruzadas com estatísticas oficiais e dados operacionais. As matrizes OD, as matrizes agregadas UFxUF e os mapas de linhas de desejo para os 62 macroprodutos constituem a base técnica para as etapas subsequentes de calibração, validação e modelagem de cenários futuros,

permitindo a identificação de gargalos e a hierarquização de investimentos na infraestrutura logística do Estado de São Paulo.

1 Obtenção das Matrizes de Viagens de Cargas

1.1 Metodologia para Obtenção de Matrizes de Viagens de Carga

1.1.1 Análise de Planos Existentes

O levantamento dos dados existentes para a construção da Matriz Base Multimodal de Cargas teve início a partir da análise das fontes indicadas no Termo de Referência (TR), conforme detalhado na Atividade 2.3.1. Abaixo, transcreve-se parte do referido trecho para contextualização.

> [...]
> - Matrizes rodoviárias: as matrizes origem-destino obtidas no escopo do **projeto Big Data**, que serão disponibilizadas pelo contratante.
> - Matrizes de cargas: serão analisadas as bases produzidas no **Plano de Ação Metropolitana – Transporte e Logística (PAM-TL)**, verificando a possibilidade do aproveitamento de parte delas no escopo dos estudos de demanda deste Plano. Serão analisadas as matrizes de carga estimadas no **Plano Nacional de Logística (PNL) 2035**, da INFRA S.A, sendo a CONSULTORA responsável pela obtenção desses dados.
> - Dados auxiliares de demanda que contemplam a utilização atual em cada modal:
> - Ferroviário: utilização das bases da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) com dados mensais de movimentação entre estações do sistema ferroviário, em tonelada útil (TU) e tonelada quilômetro útil (TKU), por produto.
> - Hidrovia Tietê-Paraná: dados obtidos no Departamento Hidroviário (DH) e Administração da Hidrovia do Paraná (DNIT). No entanto, tais dados, a exemplo dos da ANTT, limitam-se ao trecho de transporte dentro desse modo, assim a informação será complementada buscando-se as origens e destinos efetivos das cargas através de contatos com operadores.
> - Dutovias: levantamento origem-destino dos produtos e quantidades movimentados por essa infraestrutura no Estado, realizando contatos com os operadores públicos e privados responsáveis.
> - Cabotagem: levantamento do transporte que utiliza a infraestrutura portuária do Estado de São Paulo. Para tanto, deverão ser obtidos dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e, se necessário, de operadores privados.
> [...]

Dentre os estudos citados, foram inicialmente priorizados aqueles que apresentavam matrizes multimodais de cargas, com o objetivo de analisar em detalhe os métodos de coleta de dados utilizados na matriz, os parâmetros de tráfego considerados no estudo e as principais premissas adotadas em cada levantamento. Nesse sentido, foram analisadas as matrizes de carga dos estudos PAM-TL e PNL. Adicionalmente, também foram examinadas as matrizes rodoviárias do Projeto Big Data.

Os demais dados auxiliares mencionados no Termo de Referência, por se tratar de informações específicas de cada modo de transporte, foram analisados separadamente. Além disso, outras fontes complementares também foram consideradas, sendo sua análise apresentada no Apêndice A deste relatório.

A análise completa das três referências de estudo mencionadas (PAM-TL, PNL e Projeto Big Data) também está apresentada no Apêndice A. Na Tabela 1, apresenta-se um resumo das principais limitações identificadas em cada estudo, bem como o potencial de aplicação dos dados no contexto do PLI, indicando como essas informações podem ser utilizadas no decorrer do processo.

A partir da análise descrita, identificou-se a matriz do PNL 2050 como a matriz mais completa para o estudo das cargas que circulam no estado de São Paulo, pois sua base de dados tem como principal insumo o Big Data de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e) da Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB), para a unidade mínima dos municípios do país. Desse modo, essa matriz possibilita o conhecimento das cargas que circulam no país e em São Paulo, incluindo

movimentações internas (viagens com origem e destino dentro do estado de São Paulo), externas (origem ou destino dentro do estado paulista) e através ou de passagem (origem e destino fora do estado de São Paulo, mas com passagem por este estado).

Tabela 1. Comparativo entre as fontes indicadas. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

Critério	PNL 2050 (Infra S.A.)	Projeto BIG DATA (SEMIL)	PAM-TL (SEMIL)
Cobertura Modal	Rodoviário, Ferroviário, Hidroviário, Aeroviário, Dutoviário, Portuário e Aeroportuário	Rodoviário apenas	Rodoviário e cenários futuros com análises também de outros modais: ferroviário (trem intercidades, expresso carga e ferroanel), portuário (Santos), aeroportuário (Guarulhos, Viracopos, Congonhas e novo aeroporto) e dutoviário (duplicação)
Abrangência Territorial	Todos os municípios do Brasil – incluindo os 645 do estado de SP	Todo o Estado de São Paulo	Restrita à Macrometrópole Paulista
Ano-base / Temporalidade	2023 / projeções quinquenais até 2050	2019 / não foram realizadas projeções	2018 /com projeções para 2020, 2032 e 2040
Tipo de Fonte de Dados	Secundárias consolidadas nacionais (NFe, COMEX, ANTAQ, ANTT, SAC, TRANSPETRO, IBGE)	Fontes secundárias operacionais (BIG DATA, RADARES, SENSORES)	Primárias (ENTREVISTAS)
Tipo de Dados de Carga	Big Data NF-e + COMEX-Stat + dados de movimentações portuária, ferroviária, aeroviária	Levantamento de Big Data de Telefonia Móvel (Operadora Vivo, 2019) com classificação veicular em 3 tipos de veículos e 3 tipos de data	Para o transporte de carga foram realizadas pesquisas de CVC nas rodovias e nas ferrovias. Foram realizadas entrevistas OD para cargas nas vias e entrevistas ODs e PDs com diversos embarcadores de carga (rodoviário, ferroviário e hidroviário) no escritório de suas empresas, onde foram obtidos dados de OD predominantes de suas operações e de suas preferências no transporte de cargas.
Granularidade Espacial	Alta – unidade básica: município	Alta, mas vinculada à rede viária	Altíssima, mas dentro da Macrometrópole
Desagregação por Produto	43 macroprodutos (ainda sem subprodutos disponíveis publicamente)	Não distingue produtos (fluxo de veículos apenas)	Agrupamento de produtos registrados nas entrevistas
Capacidade OD Multimodal	Completa – matriz OD municipal, por produto e modo	Nula – apenas rodoviário; não considera ferrovias, portos ou outros modais	Parcial – abordagem regional com foco no rodoviário (no cenário base) e mudanças futuras na rede devido à implantação de novos projetos multimodais
Integração Modal	Sim – modela deslocamento por diferentes modais com origem-destino definido por município	Não aplicável	Limitada – predominância rodoviária
Unidade das Matrizes	Toneladas	Viagens/dia (com tipo de veículo e horário)	Toneladas
Limitações Relevantes	Microdados ainda não públicos; subprodutos não identificados abertamente	Sem informações sobre o conteúdo ou destino econômico das cargas	Área de abrangência limitada; sem atualização contínua
Utilidade para Matriz OD Multimodal no PLI-SP	Alta – fornece a base completa e multimodal da matriz OD de cargas estadual em nível municipal	Excelente para validação de volumes, horários e sazonalidade dos fluxos rodoviários	Excelente para calibração metropolitana e caracterização local

Destaca-se que embora o TR citasse como fonte secundária para matriz de carga o PNL 2035, o material analisado foi o referente à última atualização do Plano Nacional de Logística, com horizonte 2050 (PNL 2050), cujos estudos ainda estão em andamento, mas cujas matrizes

origem-destino de cargas já foram disponibilizadas. Com base nessas matrizes, bem como no restante dos dados já disponibilizados pelo Ministério dos Transportes e pela Infra S.A., foi realizada uma análise comparativa entre as duas versões do PNL (2035 x 2050), conforme mostrado no Apêndice B.

Ressalta-se que pelo fato da matriz origem-destino de cargas do PNL 2050 ter sido elencada como base de referência principal para o estudo do PLI-SP 2050, a análise da sua metodologia foi realizada de forma detalhada (vide Apêndice C), para que qualquer adaptação necessária dessa matriz, possa estar devidamente embasada nas metodologias adotadas nos estudos do próprio PNL 2050, a fim de garantir consistência metodológica, evitar a combinação indevida de abordagens distintas e minimizar riscos de inconsistências na definição dos parâmetros e na construção das matrizes de carga.

Com base nesse entendimento, está sendo adotada uma metodologia alinhada ao PNL 2050, complementada por dados atualizados e aderentes aos objetivos do PLI-SP.

Antecipadamente, destaca-se que a partir dessa avaliação da matriz do PNL 2050 conclui-se que essa matriz, por si só, não reúne as condições necessárias para ser utilizada de forma única e exclusiva como a matriz multimodal de cargas do estado de São Paulo no âmbito do PLI-SP.

Nesse sentido, torna-se necessária sua complementação com outras fontes de dados, tanto primárias quanto secundárias. A descrição detalhada desse processo de complementação encontra-se apresentada mais adiante, neste documento.

1.1.2 Avaliação do Conteúdo da Matriz de Cargas do PNL 2050 no Contexto do Estado de São Paulo

A avaliação da matriz do PNL 2050 avançou para identificar as sinergias e lacunas na representação dos fluxos logísticos de carga do estado de São Paulo. Embora a Matriz do PNL seja a referência mais completa, com dados detalhados na unidade básica dos municípios brasileiros, a matriz possui um enfoque nacional, priorizando as cargas que se destacam na matriz origem-destino do Brasil.

Além disso, outras avaliações do conteúdo dessa matriz já foram realizadas e merecem destaque, conforme exposto a seguir.

1.1.2.1.1 Agrupamento dos Macroprodutos no Âmbito do PLI

A partir do entendimento detalhado da metodologia do agrupamento das cargas, descrito no item C.4, do Apêndice C, o Consórcio realizou esforços para compatibilizar esse agrupamento com as cargas que foram identificadas nas matrizes parciais de cada modal.

Nesse sentido, a seguir são apresentadas as análises das cargas representadas na matriz do PNL 2050, e a avaliação da representatividade dessas cargas no contexto de São Paulo, como é o caso, por exemplo, da análise do minério de ferro.

Também foram avaliadas cargas que possuem relevância no estado de São Paulo, mas que apresentam um grau de agrupamento na matriz do PNL. Para essa segunda avaliação, foram utilizados os dados das pesquisas de campo nas rodovias, os insumos levantados nos produtos anteriores do estudo, bem como os dados levantados para os outros modais (ferroviário, hidroviário, dutoviário, aeroviário e portos e cabotagem), visando à validação, ajustes e refinamento dos dados da matriz selecionada, com foco específico no estado de São Paulo.

Nesse processo foi possível identificar algumas lacunas na matriz do PNL em relação a produtos com destaque nas matrizes multimodais do estado de São Paulo. Essas lacunas evidenciaram a necessidade de complementação das matrizes do PNL 2050, bem como de ajustes no seu agrupamento, para o enfoque do estudo do PLI.

A seguir são detalhadas algumas cargas que passaram por essas análises, apresentando-se ao final o comparativo de todos os ajustes realizados para a obtenção do agrupamento final de cargas a ser utilizado nos estudos do PLI.

Ressalta-se que o resultado dessa análise ainda pode sofrer alterações, após o processo de modelagem e calibração dos dados, mas, os agrupamentos foram bem consolidados considerando os principais tipos de cargas que circulam atualmente no estado de São Paulo.

1.1.2.1.2 Minério de ferro no contexto do Estado de São Paulo

Na matriz do PNL 2050, o minério de ferro se destaca como o principal produto, com cerca de 420 milhões de toneladas movimentadas em 2023. Devido à sua relevância na matriz nacional, o minério de ferro foi isolado em um dos seis grandes grupos de carga, representado por "Granéis Sólidos Minerais (GSM)". Todos as demais cargas minerais foram agrupadas na classificação "Outros Granéis Sólidos Minerais" (OGSM).

Entretanto, como se verifica na ilustração do mapa de carregamento desse produto, elaborada no escopo do PNL 2050, essa carga é pouco significativa no estado de São Paulo.

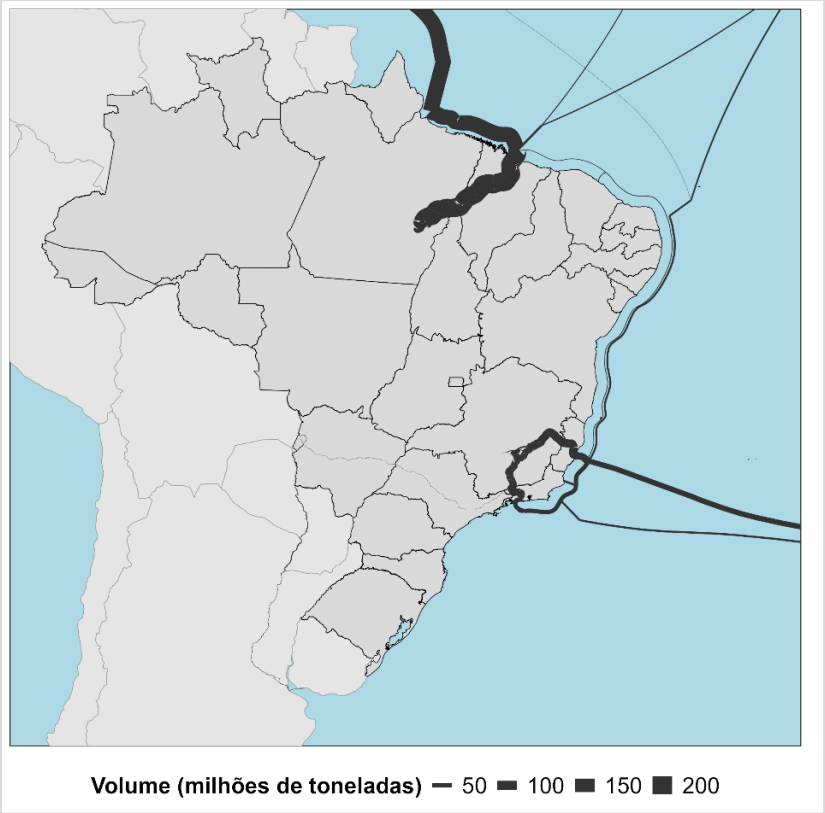


Figura 1-1. Mapa de carregamento do grupo GSM - minério de ferro. Fonte: PIT, 2025.

Nesse contexto, para o PLI as cargas dos dois grandes grupos GSM e OGSM foram agrupadas.

Observa-se que dentro da categoria Outros Granéis Sólidos Minerais existe o macroproduto "Outros GSM" que agrupou produtos que se mostraram frequentes nas pesquisas de campo realizadas no estado de São Paulo, tais como: calcário, areia, bauxita, pedras (pó de pedra, pedra bruta, brita, granito etc.), amianto e gesso. Assim, a participação e relevância desses produtos no levantamento dos dados foi monitorada, de modo que, ao final foram realizadas algumas modificações quanto ao destacamento dos mesmos ou reagrupamento em outros macroprodutos, conforme detalhado mais adiante.

Ressalta-se que está avaliação foi realizada para todos os grupos de produtos, sendo considerados os dados não apenas da matriz parcial rodoviária, mas de todas as matrizes

parciais de cada modo de transporte, a fim de compreender o volume total movimentado de cada produto no estado de São Paulo e sua real importância no cenário estadual.

1.1.2.1.3 Outros Granéis Líquidos

Como Granéis Líquidos (GL) estão listados no PNL 2050 somente quatro grupos de produtos: biocombustíveis, combustíveis derivados do petróleo, GLP e óleo bruto, não havendo um macroproduto de Outros Granéis Líquidos (Outros GL) para o agrupamento de todos os outros produtos que não se enquadram nos quatro grupos citados, tais como óleos vegetais em bruto, suco de laranja, soda cáustica, produtos químicos em granel líquido, gorduras de animais, gases transportados em granel líquido etc.

Essas cargas foram tratadas no PNL 2050 como Outras Cargas Gerais Conteinerizáveis (Outras CGC) ou ainda classificadas em algum outro grupo de CGC.

Assim, esses produtos que são usualmente transportados como graneis líquidos e que não se enquadraram nos quatro grupos citados, foram analisados para melhor caracterizar suas cargas, sendo destacados os produtos que durante as análises apresentaram uma relevância grande para o estado de São Paulo e agrupados os demais produtos com transporte granel líquido (que não se enquadraram em nenhum dos macroprodutos anteriores) em um grupo de "Outros GL".

Como exemplo das análises realizadas, tem-se que dentre os macroprodutos classificados no macrogrupo de Cargas Gerais Conteinerizáveis (CGC) está o macroproduto "Alimentos Industrializados", que agrupa várias classes de produtos, estando entre elas as cargas com o código 20 na NCM-SH2, referentes às "Preparações de produtos hortícolas, fruta ou de outras partes de plantas". Tem-se ainda que dentre as cargas com esse código 20 na NCM-SH2, estão as cargas com o código 20.09 na NCM-SH4, relacionadas aos "Sumos de frutas (incluídos os mostos de uvas) ou de produtos hortícolas, não fermentados, sem adição de álcool, com ou sem adição de açúcar ou de outros edulcorantes", onde estão enquadrados os sucos de laranja. Para o estado São Paulo essa classificação não é a mais adequada, uma vez que esse produto é majoritariamente transportado como granel líquido.

De acordo com a Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CitrusBR[1]), o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de Suco de Laranja, respondendo por cerca de 70% das exportações globais e sendo o maior fornecedor desse produto para os mercados da União Europeia, Estados Unidos e Ásia, sendo esse produto um importante item da pauta de exportações do agronegócio brasileiro. Ainda conforme essa fonte, o Cinturão Citrícola brasileiro, formado especialmente por cerca de 350 municípios no centro-norte do estado e parte do Triângulo Mineiro, é responsável por cerca de 80% da produção nacional de laranja e abriga as principais indústrias de suco do país.

O suco de laranja produzido em São Paulo, como mencionado, é majoritariamente exportado a granel, em tanques refrigerados, carregados inicialmente por caminhões-tanque das plantas industriais até os terminais portuários especializados, localizados principalmente em Santos (SP). Por estar próximo às principais áreas produtoras do estado, o Porto de Santos possui infraestrutura especializada para o transporte de suco de laranja, incluindo terminais dedicados e "sucodutos" para a transferência direta do produto para os navios (VICENTE, CUSTODIO e GALVÃO, 2021[2]). Nessas instalações, o produto é transferido para navios graneleiros equipados com tanques isotérmicos (chamados *juice tankers*), garantindo a manutenção da qualidade e a estabilidade do suco de laranja concentrado (*COJ – Concentrate Orange Juice*) durante o transporte marítimo. Uma fração menor da produção — especialmente sucos prontos para consumo (*NFC – Not From Concentrate*) e produtos com maior valor agregado — é transportada em contêineres refrigerados (*reefers*), destinados principalmente a mercados premium e operações de menor escala. Essa estrutura logística integrada, altamente especializada, reforça

[1] CITRUSBR. Panorama da Citricultura Brasileira. São Paulo: CitrusBR, 2024.

[2] VICENTE, D. C. S; CUSTODIO, D. A. R.; GALVÃO, R. G. Operação portuária de suco de laranja e seu processo logístico. *In*: FATECLOG – SIMPÓSIO DE LOGÍSTICA DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 12., 2021, Mogi das Cruzes. Gestão da cadeia de suprimentos no agronegócio: desafios e oportunidades no contexto atual. Mogi das Cruzes: FATEC Mogi das Cruzes, 2021.

o papel de São Paulo como o principal hub logístico e industrial do suco de laranja no mundo, sustentando a competitividade do setor citrícola brasileiro no comércio internacional.

Finalmente, como resultado, foram criados mais cinco macroprodutos dentro do macrogrupo Graneis Líquidos: suco de laranja; óleos vegetais em bruto; soda cáustica; produtos químicos em granel líquido; e Outros GL (gorduras e óleos animais não quimicamente modificados; gorduras e óleos animais ou vegetais, cozidos, oxidados, desidratados ou modificados quimicamente por qualquer outro processo; gases transportados em granel líquido e óleos e outros produtos provenientes da destilação dos alcatrões de hulha a alta temperatura).

1.1.2.1.4 Cana-de-açúcar no contexto do Estado de São Paulo

Na matriz do PNL 2050, confirma-se a presença das matrizes origem-destino de açúcar e de biocombustíveis[3], cujos fluxos apresentam destaque no estado de São Paulo, conforme ilustrado na Figura 1-2. No entanto, de acordo com os critérios de desagregação das cargas, a cana-de-açúcar não foi apresentada como um produto individualizado, sendo considerada com uma carga do grupo Outras CGC, porém, ainda assim, com pouca ou nenhuma representatividade de sua movimentação.

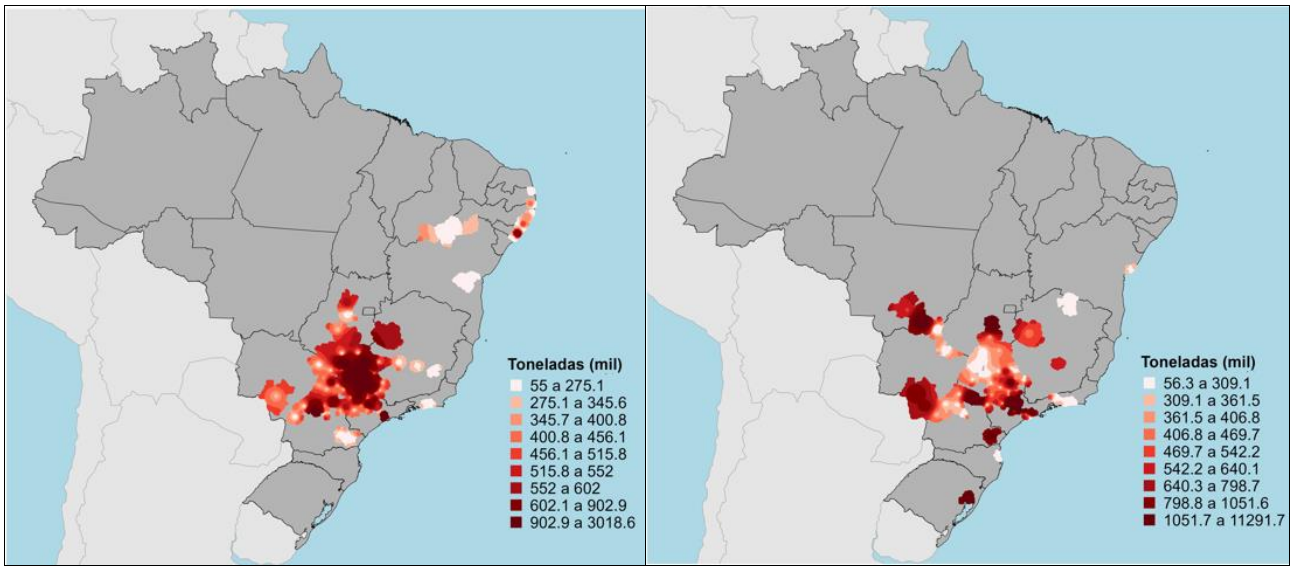


Figura 1-2: Mapa de carregamento das origens - açúcar e do biocombustível do PNL 2050.
Fonte: PIT, 2025.

Dessa maneira, dada a representatividade dessa carga para o estado de São Paulo – principal produtor de cana-de-açúcar do país, com uma extensa área de plantio e centenas de usinas distribuídas em seu território –essa carga foi investigada a fins de entender os motivos da baixa representatividade da sua movimentação.

Territorialmente, as seis principais mesorregiões com produção significativa são: Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Araçatuba, Jaú, Presidente Prudente e Piracicaba.

As avaliações do processo produtivo da cana-de-açúcar destacam que a matéria-prima se deteriora em até 48 horas após a colheita. Por essa razão, as usinas não mantêm elevados estoques de cana, e a logística é ajustada para que, logo após a colheita, a cana seja carregada diretamente em caminhões com destino, quase que imediato, às usinas.

A área de plantio é organizada em talhões, que são subdivisões utilizadas para diversos fins, como por exemplo:

- Planejamento de cortes e replantios;
- Controle de variedades genéticas;

[3] Etanol e biodiesel.

- Acompanhamento da produtividade por área;
- Aplicação localizada de insumos.

Além das funções agronômicas, os talhões desempenham um papel fundamental na logística de transporte da cana-de-açúcar, pois correspondem aos pontos de carregamento da produção no campo. A partir desses locais, os caminhões seguem até as usinas, por estradas vicinais ou percorrendo trechos por rodovias pavimentadas de maior circulação, como as rodovias pavimentadas estaduais e federais. Na maioria dos casos, a área de plantio e a usina pertencem ao mesmo grupo econômico, em um processo de verticalização da produção, o que faz com que os canaviais estejam localizados nas proximidades das usinas, otimizando o transporte e reduzindo o tempo entre a colheita e o processamento.

Outro importante canal de suprimento de cana para as usinas são as associações de produtores. Essas entidades são formadas por agricultores – geralmente médios e pequenos – que cultivam cana-de-açúcar e destinam sua produção às usinas de terceiros. As associações complementam o suprimento das usinas, especialmente nos modelos de produção mista (parte da cana da própria usina, parte de terceiros). As associações facilitam o escoamento da produção dos pequenos produtores, organizando rotas de transporte e cronogramas de colheita.

No contexto da logística de suprimento, as associações de produtores podem ser definidas como um elo adicional na cadeia logística, atuando como consolidadoras da carga de cana-de-açúcar com destino às usinas. Diferentemente do transporte realizado diretamente a partir do plantio, as cargas consolidadas pelas associações tendem a percorrem, em maior proporção, rodovias pavimentadas de maior circulação, dada a centralização dos pontos de coleta.

Nesse sentido, os dados primários das pesquisas de campo, até o momento processados e analisados, têm indicado movimentações significativas de cana-de-açúcar. Esses dados estão sendo tratados e analisados em conjunto com o entendimento da operação logística, com o objetivo de representar adequadamente essa carga na matriz origem-destino (OD) do estado de São Paulo.

1.1.2.1.5 Cargas Movimentadas por Dutos no Contexto do Estado de São Paulo

Durante a análise da matriz de dutos no âmbito do PNL 2050, foram identificadas lacunas significativas na representação dos granéis gasosos.

O gás natural, por exemplo, possui relevância estratégica no setor energético nacional, especialmente no estado de São Paulo, que se destaca tanto pela produção na Bacia de Santos quanto pela movimentação do volume importado da Bolívia. Entretanto, a matriz desse produto – que está agrupado junto com os gases de petróleo e outros hidrocarbonetos gasosos, no grupo 2711 da NCM - não possui origens e destinos no estado de São Paulo. Dessa forma, esse produto será adicionado a partir dos dados a matriz parcial do modal dutoviário.

Além disso, constatou-se que as movimentações representadas foram exclusivamente relativas à base de dados dos dutos operados pela Transpetro, evidenciando-se a ausência de registros específicos sobre a movimentação nos dutos operados pela Logum, empresa responsável por uma importante rede de transporte de etanol no país. Conforme indicado na fonte de dados utilizada no PNL 2050, apenas os dados da Transpetro foram considerados para subsidiar as movimentações de granéis líquidos no modal dutoviário. No entanto, a Logum opera uma infraestrutura própria de dutos voltada ao escoamento de biocombustíveis, cuja inclusão é essencial para representar de forma mais precisa os fluxos logísticos desse segmento.

A complementação dessas informações foi incorporada à matriz parcial do modal dutoviário, por meio da consolidação de dados adicionais sobre a malha da Logum e os volumes movimentados, a partir da validação volumétrica registradas nas matrizes dutoviárias do PNL 2050.

Por fim, embora exista uma matriz destinada à movimentação de óleo bruto, os volumes nela registrados encontram-se zerados. Não foi identificado qualquer registro de movimentação desse produto no modal dutoviário, apesar de sua relevância no abastecimento das refinarias e na cadeia logística de combustíveis fósseis. Assim, a complementação dessas informações também foi incorporada à matriz parcial do modal dutoviário.

1.1.2.1.6 Correlação dos Produtos aos Macroprodutos do PNL 2050

A padronização e posterior correlação dos produtos registrados nas pesquisas OD aos grupos de macroprodutos definidos pelo Plano Nacional de Logística (PNL 2050) foi etapa essencial para viabilizar qualquer tipo de análise qualitativa ou quantitativa referente à movimentação de cargas no estado de São Paulo. Considerando que se tem no banco de dados aproximadamente 780 produtos distintos identificados nas pesquisas de campo, uma análise direta com esse nível de granularidade seria impraticável no contexto de análise e pouco informativa. Sendo assim, adotou-se a principal estrutura de divisão de produtos consolidada até o momento, oriunda do estudo secundário de maior relevância e utilização para o PLI-SP: a divisão em macroprodutos do PNL 2050.

O agrupamento dos produtos foi realizado a partir da compatibilização entre as descrições padronizadas das pesquisas de campo e o dicionário de agrupamento em macroprodutos do PNL, baseado na Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Essa divisão (PNL) contemplava 43 macroprodutos, agrupados em 6 Grupos de Carga que consideram a operação logística da carga, refletida na codificação por siglas que representam Graneis Sólidos Agrícolas (GSA), Graneis Sólidos Minerais (GSM), Graneis Líquidos (GL), Cargas Gerais Conteinerizáveis (CGC), Cargas Gerais Não Conteinerizáveis (CGNC) e Outros Graneis Sólidos Minerais (OGSM).

Contudo, o agrupamento da base de dados não foi feito de forma estanque ao PNL. Ajustes foram necessários para refletir melhor a realidade paulista, tanto pelo conhecimento geral de mercadorias importantes no cenário estadual como pelas quantidades levantadas da própria amostra da pesquisa OD primária.

Dessa forma, foram criados/desmembrados alguns macroprodutos com o objetivo de tornar a classificação mais representativa e operacionalmente útil à análise dos resultados das pesquisas primárias de campo. Foram também alteradas algumas denominações de macroprodutos, que melhor representam as mercadorias agrupadas. Destacam-se, entre os principais acréscimos ou modificações:

- a separação dos seguintes macroprodutos do PNL 2050, originando mais 02 macroprodutos do PLI-SP: "Café, chá, mate e especiarias" em "Café" e "Chá, mate e especiarias" e "Papel e Celulose" em "Papel" e "Celulose";
- a desagregação de alguns grupos de produtos dentro dos macroprodutos do PNL 2050, originando dessa forma 19 novos macroprodutos do PLI-SP, a saber: Suco de Laranja, Algodão, Cereais, Cana-de-açúcar, Óleos Vegetais e Animais, Óleos Vegetais em Bruto, Outros GL, Produtos Químicos em GL, Soda Cáustica, Produtos Químicos em GS, Madeira em Bruto, Materiais de Construção, Minerais Conteinerizáveis, Calcário, Enxofre, Minerais Metálicos Não Ferrosos e Minério de Alumínio;
- junção dos macrogrupos do PNL 2050 "Graneis Sólidos Minerais (GSM)" e "Outros Graneis Sólidos Minerais", uma vez que o primeiro macrogrupo contém apenas o produto Minério de Ferro e o segundo todos os demais granéis sólidos minerais. Considerando que o Minério de Ferro não é um produto importante no cenário de São Paulo e que já havia um macroproduto para agrupamento de "Outros GSM", fez-se a exclusão desse macrogrupo;
- modificação de 05 nomes de macroprodutos, para melhor refletir os produtos que nele estavam agrupados e que não condiziam com a sua nomenclatura: "Frutas e Verduras" para "Hortifruti" (por exemplo, há legumes também dentro desse agrupamento); "Inseticidas, Fungicidas e Herbicidas" para "Defensivos Agrícolas"; "Laticínios" para "Laticínios e Outros Alimentos de Origem Animal"; "Ração Animal" para "Ração Animal e Desperdícios das Indústrias Alimentares"; e "Produtos Siderúrgicos" para "Produtos Metalúrgicos";

- adição de cargas que haviam sido cortadas no PNL 2050, devido ao método de corte de cargas não tão relevantes para o cenário nacional, porém que foram consideradas para o estado de São Paulo para análise da sua relevância.

Essas modificações, assim como a descrição original do PNL 2050 são expressas na Tabela 2, que correlaciona os produtos do PLI-SP com o dicionário da Base de Dados dos 43 macroprodutos do PNL 2050, com suas respectivas descrições quanto à aglomeração utilizada de grupo de produtos SH2 ou SH4. Essa flexibilidade no agrupamento dos produtos são fundamentais para identificar fluxos relevantes e característicos da matriz produtiva e logística de São Paulo captados nas pesquisas primárias de campo, que não estavam adequadamente representados na classificação do PNL.

Cabe ressaltar que quaisquer futuros novos agrupamentos necessários poderão ser realizados com base nos dados desagrupados, de forma que as pesquisas de campo primárias conversem com outros levantamentos que serão realizados para elaborar as matrizes modais de produtos consolidadas para o PLI, ou com as próprios matrizes posteriormente na fase de calibração.

Ressalta-se que todo o processo de correlação dos produtos em "Macroprodutos" e "Grupos de Carga" estão formulados, sendo facilmente alteráveis caso necessário.

Por fim, consolidada e estruturada para alimentar processos subsequentes, essa base contempla tanto os dados diretos das pesquisas OD, quanto variáveis auxiliares captadas durante a entrevista (motivo da viagem, frequência, tipo de carga, tipo de caminhão, tipo de veículo de passeio, número de passageiros, número de eixos, tipo de carroceria, entre outros). A rastreabilidade dos dados foi mantida durante todo o processo, possibilitando revisões ou auditorias com os dados brutos, conforme necessário.

Tabela 2. Dicionário de Agrupamento de Produtos do PNL e Ajustes para o PLI-SP.
Fonte: Consórcio Concremat / Transplan.

PNL2050				PLI-SP 2050				Observações
Grupo	ID	Macroproduto	SH4 ou SH2	Grupo	ID	Macroproduto	SH4 ou SH2	
CGC	1	Alimentos industrializados	11, 16, 18 a 21	CGC	2	Alimentos industrializados	11, 16, 18 a 21 e 0309, 1702 a 1704	Destacado o item 2009 e adicionadas mais cargas ao macroproduto, que haviam sido cortadas do PNL, mas existem na matriz de transportes de cargas de São Paulo.
				GL	45	Suco de Laranja	2009	Criado novo macroproduto a partir do subgrupo 20, do macroproduto "Alimentos industrializados", devido à importância do suco de laranja para o Estado de São Paulo e alterado o macrogrupo para GL, forma prioritária de transporte desse suco.
CGC	2	Bebidas	22	CGC	3	Bebidas	22	-
CGC	3	Café, chá, mate e especiarias	09	CGC	4	Café	0901	Dividido e criado 2 novos macroprodutos.
				CGC	8	Chá, mate e especiarias	0902 a 0910	Dividido e criado 2 novos macroprodutos.
CGC	4	Carnes	02 e 03	CGC	6	Carnes	02 e 03	-
CGC	5	Cimento	2523, 3816 e 3824	CGC	9	Cimento	2523, 3816 e 3824	-
CGC	6	Eletrônicos	90	CGC	11	Eletrônicos	90	-
CGC	7	Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	3923, 4415, 7010, 7311	CGC	12	Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	3923, 4415, 7010, 7311	-
CGC	8	Frutas e verduras	07 e 08	CGC	13	Hortifruti	07 e 08	Mudou o nome do macroproduto.
CGC	9	Inseticidas, fungicidas e herbicidas	3808	CGC	10	Defensivos agrícolas	3808	Mudou o nome do macroproduto.
CGC	10	Laticínios	04	CGC	14	Laticínios e outros alimentos de origem animal	04	Mudou o nome do macroproduto.
CGC	11	Madeira e carvão	44	CGC	15	Madeira e carvão	44	-
CGC	12	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	85	CGC	16	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	85	-
CGC	13	Medicamentos	30	CGC	18	Medicamentos	30	-
CGC	14	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	25	CGC	20	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	25	-
CGC	15	Outras CGC	5201, 10, 12, 15, 24, 32, 40, 49, 70, 8711, 94	CGC	1	Algodão	5201	Mudou para novo macroproduto. Criação de novo macroproduto a partir de cargas do grupo "Outras CGC".
				CGC	7	Cereais	10	Mudou para novo macroproduto. Exceto 10.01, 10.05 e 10.06, que já estavam separados no PNL.
				CGC	5	Cana-de-açúcar	1212	Macrogrupo criado. Embora seja um produto do grupo 12, ele não foi contabilizado no PNL, pois sua movimentação é mais local e devido a baixa representatividade, foi cortado da matriz desse grupo.
				CGC	22	Outras CGC	12, 15, 24, 32, 40, 49, 70, 8711, 94 e 05, 06, 13, 14, 2703 e 2708, 35 a 37, 42, 43, 50 a 60, 63, 66, 67, 71, 82, 83, 87, 91 a 93 e 95 a 97	Destacadas as cargas que compõe os novos macroprodutos "Algodão" e "Cereais". Também foram adicionadas mais cargas ao macroproduto, que foram cortadas do PNL, mas existem na matriz de transportes de cargas de São Paulo.
				CGC	21	Óleos vegetais e animais	1501, 1503 a 1505, 1508 a 1510, 1514 a 1517 e 1520 a 1522	Os produtos do grupo SH2 15 (grupo de cargas do macroproduto "Outras CGC" do PNL) foram reagrupados em 3 novos macroprodutos: "Óleos Vegetais e Animais", "Óleos Vegetais em Bruto" e "Outros GL". As cargas destacadas para comporem os novos macroprodutos "Óleos Vegetais em Bruto" e "Outros GL", também mudaram de macrogrupo (de CGC para GL), devido ao modo de transporte prioritário desses produtos.
				GL	41	Óleos vegetais em bruto	1507, 1511, 1512 e 1513	
				GL	42	Outros GL	1502, 1506, 1518, 2705 e 2707	
CGC	16	Papel e celulose	47 e 48	CGC	23	Papel	48 e 4707	Dividido e criado dois novos macroprodutos "Papel" e "Celulose". No caso do novo macrogrupo "Celulose", também foi alterado o seu macrogrupo de CGC para CGNC, devido ao modo de transporte prioritário de seus produtos.
				CGNC	32	Celulose	47	
CGC	17	Plásticos e suas obras	39	CGC	24	Plásticos e suas obras	39	-
CGC	18	Pneus, componentes e acessórios de automóveis	4011 a 4013 e 8701, 8704, 8706 a 8708 e 8714	CGC	25	Pneus, componentes e acessórios de automóveis	4011 a 4013 e 8701, 8704, 8706 a 8708 e 8714	-

Tabela 3. Dicionário de Agrupamento de Produtos do PNL e Ajustes para o PLI-SP. (continuação)
Fonte: Consórcio Concremat / Transplan.

PNL2050				PLI-SP 2050				Observações
Grupo	ID	Macroproduto	SH4 ou SH2	Grupo	ID	Macroproduto	SH4 ou SH2	
CGC	19	Produtos de higiene e limpeza	33	CGC	26	Produtos de higiene e limpeza	33, 34, 9616 e 9619	-
CGC	20	Produtos químicos	28 e 29	CGC	27	Produtos químicos	28, 29 e 38	O grupo foi criado 4 novos macroprodutos, a partir de cargas do grupo 28 (2807, 2809, 2814, 2815, 2833, 2836 e 2839) e 29 (2902, 2905, 2907, 2910 e 2915). As cargas que não foram destacadas, mantiveram-se no mesmo grupo, onde foram adicionadas as cargas do grupo 38 que haviam sido cortadas do PNL.
				GL	43	Produtos químicos em GL	2807, 2809 e 2814 e 2902, 2905, 2907, 2910 e 2915	Criação de novo macroproduto a partir de cargas do grupo "Produtos químicos". "Produtos químicos em GL". Alteração do macrogrupo de CGC para GL, devido ao modo de transporte prioritário desses produtos.
				GL	44	Soda cáustica	2815	Criação de novo macroproduto a partir de cargas do grupo "Produtos químicos". "Soda Cáustica": 2815. Alteração do macrogrupo de CGC para GL, devido ao modo de transporte prioritário desses produtos.
CGC / OGSM	20/ 41	Produtos químicos / Outros GSM	25 e 28	GSM	61	Produtos químicos em GS	2510, 2833, 2836 e 2839	Criação de novo macroproduto a partir de cargas do grupo "Produtos químicos". "Produtos químicos em GS": 2833, 2836 e 2839. Também foi inserida nesse grupo a carga 2510, referente aos fosfatos, que anteriormente era do grupo "Outros GSM". Alteração do macrogrupo de CGC para GSM, devido ao modo de transporte prioritário desses produtos.
CGC	21	Ração animal	23	CGC	28	Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	23	Mudou o nome do macroproduto.
CGC	22	Vestuário	61, 62 e 64	CGC	29	Vestuário	61, 62, 64 e 65	Adicionadas mais cargas ao macroproduto, que haviam sido cortadas do PNL, mas existem na matriz de transportes de cargas de São Paulo.
CGNC	23	Animais vivos	0102, 0103 e 0105	CGNC	30	Animais vivos	0101 a 0106 e 0301	Adicionadas mais cargas ao macroproduto, que haviam sido cortadas do PNL, mas existem na matriz de transportes de cargas de São Paulo.
CGNC	24	Cargas especiais	84	CGNC	31	Cargas especiais	84	-
CGNC	25	Outras CGNC	4403	CGNC	33	Madeira em bruto	4403	Mudou para novo macroproduto. Criação de novo macroproduto a partir de cargas do grupo "Outras CNGC".
			41, 45, 46, 88 e 89	CGNC	34	Outras CGNC	41, 45, 46, 86, 88 e 89	Destacadas as cargas que compõe os novos macroprodutos "Madeira em Bruto" e "Materiais de Construção". Também foram adicionadas mais cargas ao macroproduto, que foram cortadas do PNL, mas existem na matriz de transportes de cargas de São Paulo.
CGNC / OGSM	25/ 41	Outras CGNC / Outros GSM	68 e 69 / 2514 a 2516	CGC	17	Materiais de Construção	68 e 69 e 2514 a 2516	Criação de novo macroproduto a partir de "Outras CGNC" (68 e 69) e de "Outros GSM" (2514 a 2516), porém ambos na matriz portuária são majoritariamente CGC. Alterado macrogrupo.
CGNC	26	Produtos siderúrgicos	72, 74, 76, 2620 e 2621	CGNC	35	Produtos metalúrgicos	72, 74 a 76, 78 a 81, 2620 e 2621	Mudou o nome do macroproduto. Adicionadas mais cargas ao macroproduto, que haviam sido cortadas do PNL.
CGNC	27	Veículos automotivos	8703	CGNC	36	Veículos automotivos	8702, 8703, 8705, 8709 e 8710	Adicionadas mais cargas ao macroproduto, que haviam sido cortadas do PNL.
GL	28	Biocombustíveis	2207 e 3826	GL	37	Biocombustíveis	2207 e 3826	-
GL	29	Combustíveis derivados do petróleo	2710	GL	38	Combustíveis derivados do petróleo	2710	-
GL	30	GLP	2711	GL	39	GLP	2711	-
GL	31	Óleo bruto	2709	GL	40	Óleo bruto	2709	-
GSA	32	Açúcar	1701	GSA	46	Açúcar	1701	-
GSA	33	Arroz	1006	GSA	47	Arroz	1006	-
GSA	34	Farelo de soja	2304	GSA	48	Farelo de soja	2304	-
GSA	35	Milho	1005	GSA	49	Milho	1005	-
GSA	36	Soja	1201	GSA	50	Soja	1201	-
GSA	37	Trigo	1001	GSA	51	Trigo	1001	-

Tabela 4. Dicionário de Agrupamento de Produtos do PNL e Ajustes para o PLI-SP. (continuação)
Fonte: Consórcio Concremat / Transplan.

PNL2050				PLI-SP 2050				Observações
Grupo	ID	Macroproduto	SH4 ou SH2	Grupo	ID	Macroproduto	SH4 ou SH2	
GSM	38	Minério de ferro	2601	GSM	57	Minério de ferro	2601	Todas as cargas do macrogrupo OSGM foram agrupadas neste macrogrupo GSM, uma vez que para o estado de São Paulo o Minério de Ferro não é relevante ao ponto de deixá-lo destacado sozinho em um macrogrupo.
OGSM	39	Adubos e fertilizantes	31	GSM	52	Adubos e fertilizantes	31	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM.
OGSM	40	Carvão mineral	2701, 2702, 2704 e 2706	GSM	54	Carvão mineral	2701, 2702, 2704 e 2706	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM.
OGSM	41	Outros GSM	25	CGC	19	Minerais Conteneirizáveis	25	Criação de novo macroproduto a partir de "Outros GSM" (cargas do subgrupo 25), porém esses produtos na matriz portuária são majoritariamente CGC. Alterado macrogrupo.
			2522	GSM	53	Calcário	2522	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM. Criação de novo macroproduto a partir de "Outros GSM" (cargas do subgrupo 25).
			2503	GSM	55	Enxofre	2503	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM. Criação de novo macroproduto a partir de "Outros GSM" (cargas do subgrupo 25).
			26	GSM	58	Minerais metálicos não ferrosos	26	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM. Criação de novo macroproduto a partir de "Outros GSM" (cargas do subgrupo 26).
			2606	GSM	56	Minério de alumínio	2606	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM. Criação de novo macroproduto a partir de "Outros GSM" (cargas do subgrupo 26).
			2618 e 2619	GSM	59	Outros GSM	2618 e 2619	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM. Produtos mantiveram-se no seu grupo.
OGSM	42	Petroquímicos sólidos	2712 a 2715	GSM	60	Petroquímicos sólidos	2712 a 2715	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM.
OGSM	43	Sal	2501	GSM	62	Sal	2501	Mudou o nome do macrogrupo de OGSM para GSM.

Observação PNL 2050: *os códigos SH4 possuem preferência em relação aos códigos SH2. Exemplo: o produto "Sal" possui SH2 igual a 25, mas ele foi separado dos Outros GSM por meio do SH4.*

1.1.2.1.7 Validações dos Dados do PNL

Foram conduzidas validações das Matrizes Origem-Destino (MOD) de cargas do PNL 2050, por meio da comparação com diferentes bases de dados. Inicialmente, a análise concentrou-se nos produtos de origem agropecuária, comparando os volumes estimados no PNL aos dados de produção agrícola municipal disponibilizados pelo IBGE. Os dados agrícolas da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), são interessantes, neste contexto, por trazerem informações da produção em toneladas. A Figura seguinte apresenta a comparação da produção de soja por município para o ano de 2023, considerando os totais das origens em tonelada do PNL2050 e da PAM/IBGE, também do mesmo ano.

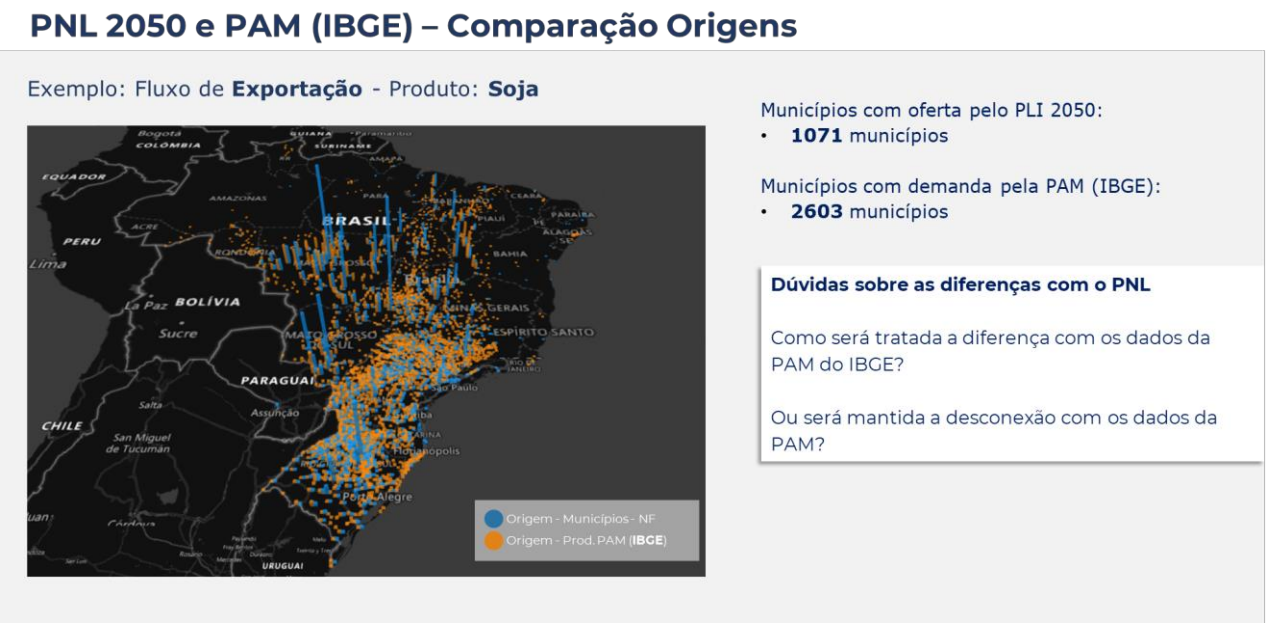


Figura 1-3: Comparação dados do IBGE e PNL2050 - origem soja.

Denota-se que as barras laranjas que representam a produção do IBGE são menos concentradas e mais distribuídas, em especial, nos estados do Centro Oeste, Sudeste e Sul; enquanto a produção do PNL (somatório das origens das viagens de soja) é bastante concentrada em poucos municípios quando comparada com os dados do IBGE.

As perguntas indicadas na figura acima foram feitas para o próprio grupo técnico da SFPLAN/MT responsável pelo PNL 2050, em reunião realizada em 16/09/2025, sendo que as resposta dada baseia-se na possibilidade de que as notas fiscais, que embasaram as matrizes OD, foram expedidas por empresas comercializadoras que agregam as produções locais, por isso a concentração. Além disso, nos modelos de simulação do PNL2050 serão utilizadas agregações regionais que devem minimizar este problema.

Para fins do PLI2050 a alternativa apresentada pela SFPLAN também poderia ser utilizada parcialmente, tendo em vista que o zoneamento do PLI considera a agregação territorial de mesorregião para o MT e RS, por exemplo. No entanto, isso não será possível no estado de SP, considerando a exigência do zoneamento na escala municipal.

Considerando a figuras seguinte, a situação inversa ocorre com a demanda da soja que é pulverizada em muitas cidades no PLN2050 (barras azuis) com alta concentração em algumas cidades do Triângulo Mineiro e Centro Oeste, mas que não condizem em muitos casos com os municípios com unidades de esmagamento do grão apresentadas pela Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais Abiove. Nesse caso, a utilização sem adaptações, correções ou complementações dos dados do PNL 2050 para fins do PLI 2050 pode comprometer algumas análises, especialmente àquelas que farão uso de modelos economia regional para avaliar o impacto socioeconômico, por utilizar bases de dados como a de emprego da Relação Anual de Informações Sociais PDET/MTE, que é condizente com os dados da Abiove.

Figura 1-4: Comparação dados do IBGE e PNL2050 - Destino soja.

As diferenças relativas à localização daqueles que produzem e demandam viagens de cargas afetam a quantidade e a importância de fluxos econômicos de cadeias produtivas importantes para a economia e o sistema de transportes de SP e bem como de seus estados vizinhos. A indústria da celulose é outro exemplo, além da soja, em que o uso dos dados do PNL 2050 sem ajustes pode trazer problemas às simulações (vide a diferença de zonas de produção na figura seguinte para a Celulose).

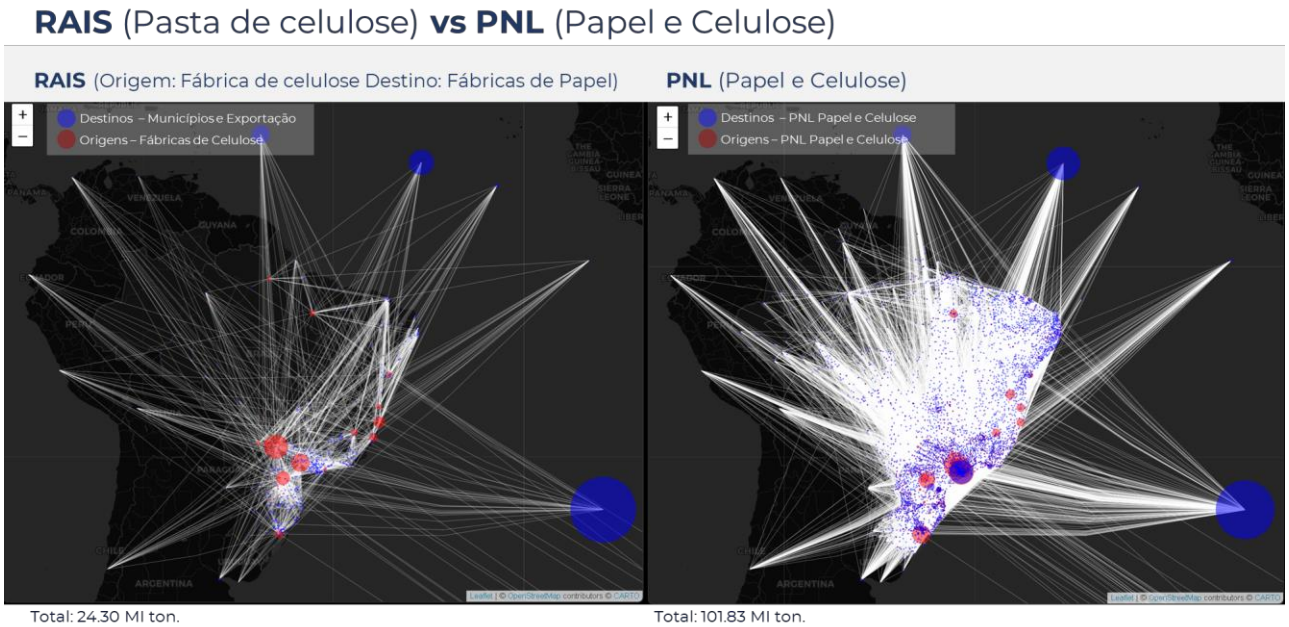


Figura 1-5: Comparação dados do IBGE e PNL2050 – Linhas de desejo - Celulose

Embora os produtos não sejam diretamente comparáveis (celulose e celulose + papel), seria esperado a presença de círculos vermelhos (que representa a produção da celulose) com a

mesa intensidade e no mesmo local nos dois mapas. Mas em alguns locais as plantas de produção de celulose não aparecem nos dados do PLI.

1.1.2.1.8 Ausência de Matrizes Modais

Cabe ressaltar que embora os levantamentos e estudos tenham sido realizados por modal de carga, devido à metodologia adotada nesse estudo, as matrizes origem-destino do PNL 2050 foram apresentadas ao público por macroproduto, assim, não se sabe o modal utilizado para o transporte da carga, tão pouco se tem a base de dados dos levantamentos realizados, para uso na calibração da etapa de distribuição modal dos fluxos da matriz base e verificação de sua aderência à realidade.

Desse modo, os técnicos de cada modal elaboraram matrizes parciais com os dados levantados das demandas de seus respectivos modais de atuação, de forma a possibilitar uma validação da distribuição modal dos dados dos produtos relevantes para a elaboração da matriz de origem-destino de cargas do estado de São Paulo.

A figura seguinte apresenta a concepção inicialmente formulada para obtenção das matrizes do PLI, no qual a matriz do transporte de cargas rodoviária seria obtida através da subtração das matrizes de cada modal a partir da matriz do PNL 2050 (que por definição contemplaria todos os fluxos de um produto).

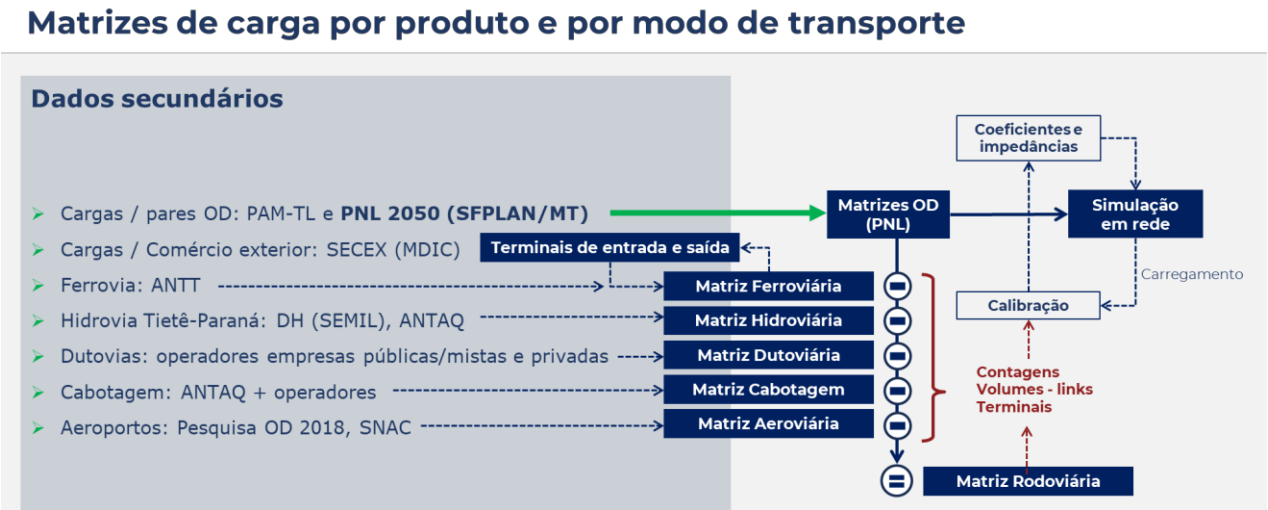


Figura 1-6: Método descartado para obtenção das matrizes do PLI

Ou seja, se o todo fosse conhecido, através do PNL 2050, e as matrizes de cada modal fossem subtraídas, o remanescente estaria associado diretamente ao modal rodoviário. No entanto, esta forma designada para estimar as matrizes do PLI 2050 foi descartada, considerando os problemas relacionados anteriormente, no qual destacam-se:

- produtos importantes para o sistema logístico de SP, que estão dentro dos macroprodutos do PNL, não podem ser desagregados sem o uso de outras fontes de dados (celulose, suco de laranja, ...);
- ausência de produtos importantes para o estado de SP como a cana-de-açúcar no conjunto de matrizes do PNL;
- divergências em termos da localização de unidades que produzem e consomem os produtos listados, considerando bases oficiais como IBGE e RAIS/MTE;

- matrizes por modal declaradas entre terminais de embarque e desembarque e não de município/país de origem e município/país de destino, necessitando modelagem para prover matrizes de OD e ampliando as rotas determinadas pelos pares ED (Embarque-Desembarque em terminais).

1.1.3 Metodologia Proposta

Considerando os problemas mencionados, optou-se por redefinir a estratégia de obtenção das matrizes de cargas, partindo-se para o desenvolvimento de um sistema automatizado composto por rotinas computacionais para:

- realizar processos de ETL (*Extract Transform and Loading*), com o propósito de facilitar o uso de fontes diversas e permitir a atualização futura dos bancos de dados, e
- processar dados com a fusão de diversos temas para estimar as matrizes de cargas por produto que serão utilizadas no PLI 2050.

O método denominado sistema de Geração de Matrizes de Cargas - GMC e respectivos algoritmos foi desenvolvido para fins do PLI sendo suas etapas descritas no tópico seguinte.

1.2 Elaboração das Matrizes de Viagens de Cargas

A estimação das Matrizes OD de cargas tem por objetivo caracterizar os fluxos de transporte de mercadorias entre os municípios paulistas, as demais regiões do país e os destinos internacionais, identificando a participação modal — rodoviária, ferroviária, hidroviária, dutoviária, aeroviária e de cabotagem — em cada grupo de produtos.

Essa etapa é central para o PLI, pois fornece os insumos básicos para as projeções de demanda e para a simulação de cenários de investimento em infraestrutura logística.

Para viabilizar o processo, foi desenvolvido o Sistema de Geração de Matrizes de Cargas - GMC, um algoritmo de integração e processamento de dados que consolida informações produtivas, econômicas, fiscais e operacionais oriundas de diferentes fontes. O GMC constitui o núcleo operacional da metodologia, sendo responsável por gerar de forma automatizada e rastreável as matrizes multimodais de origem e destino, conciliando os fluxos de oferta e demanda de cada produto e assegurando a padronização dos resultados.

O funcionamento do sistema segue uma sequência lógica de rotinas que abrange desde o tratamento das bases de dados, passando pela concatenação de pares de embarque e desembarque (fluxos entre terminais), até a consolidação das matrizes finais. Cada etapa aplica regras espaciais, econômicas e estatísticas específicas, calibradas conforme as características de movimentação de cada tipo de produto, buscando reproduzir os padrões logísticos observados.

Neste relatório, são apresentadas as etapas metodológicas referentes ao ano base de 2023, ainda em fase preliminar. As pesquisas com embarcadores, atualmente em planejamento, permitirão o refinamento dos parâmetros e a validação das matrizes finais, que integrarão a versão consolidada do Produto D4.

O GMC foi desenvolvido para processar grandes volumes de dados e estimar tanto o volume produzido quanto os destinos das mercadorias. O algoritmo utiliza os dados disponíveis de pares origem–destino por modo não rodoviário (ferroviário, hidroviário, dutoviário, aeroviário e de cabotagem) como base para o processo de distribuição das viagens e construção das matrizes parciais por produto e modo.

A parcela remanescente, referente aos fluxos exclusivamente rodoviários, é estimada por modelos gravitacionais e ajustes bi e tri-proporcionais, que combinam vetores regionais de oferta e demanda com as proporções interestaduais do PNL 2050.

A figura a seguir apresenta a sequência de execução do GMC, representando o encadeamento lógico das rotinas e suas interdependências/iterações.

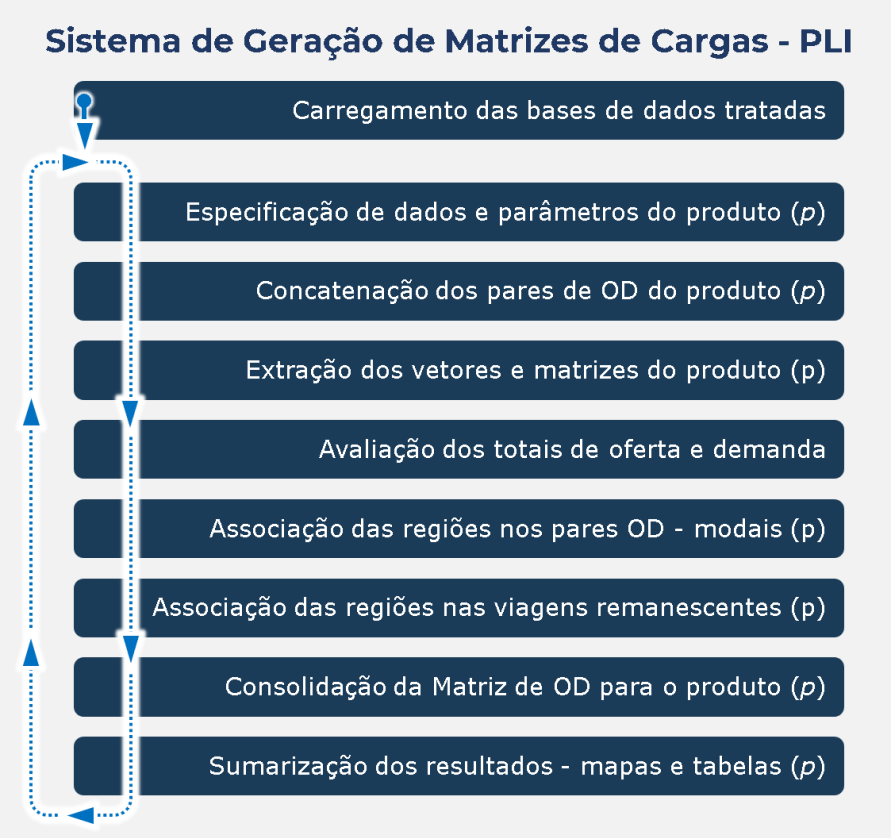


Figura 1-7: Etapas do sistema de geração de matrizes de cargas - GMC.

A partir dessa sequência, as seções seguintes detalham o detalhamento metodológico de cada etapa.

1.2.1 Etapa 1: Tratamento e carregamento das bases de dados

Incialmente, o Consórcio realizou a consolidação das bases de dados que servirão de insumo para a modelagem das matrizes OD. O processo envolveu a integração das fontes de dados secundários, a padronização de formatos e unidades de medida e a compatibilização das informações produtivas, socioeconômicas e logísticas em um banco de dados unificado, que será utilizado nas etapas seguintes do modelo.

Nesta etapa, realizou-se a identificação e seleção das principais fontes necessárias à representação da produção, transporte e consumo de mercadorias. O banco de dados resultante desse processo foi organizado conforme os tipos de dados, as bases correspondentes, seus formatos, frequências de atualização e os dicionários de variáveis.

Abaixo, as principais informações foram organizadas por categoria:

- Georreferenciamento: inclui as sedes municipais, estações ferroviárias, terminais hidroviários e Unidades da Receita Federal (URF), em formato shapefile (shp) com coordenadas geográficas padronizadas em WGS84. Esses arquivos formam a base espacial do modelo, permitindo o mapeamento dos pares OD;

- Produção rural e industrial: compila as bases do IBGE: Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), Pesquisa do Extrativa Vegetal (EVS), Silvicultura (SIL), Produtos de Origem Animal (POA) e Aquicultura (PAQ); as informações das associações setoriais (como Abiove, Logipesa, etc.) e empresas (Bracell, Grupo Ultra, ...), com dados anuais compilados em bancos de dados por produto, unidades de medidas correspondentes e ano. Esses registros identificam a origem física dos produtos, suas quantidades e o tipo de produção (agrícola, pecuária, florestal ou industrial);

- Socioeconômicos: incorporam as bases de população (POP) e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) por atividade produtiva e ano (671 grupos de atividades), utilizadas para estimar o consumo, o emprego e a demanda industrial setorial;

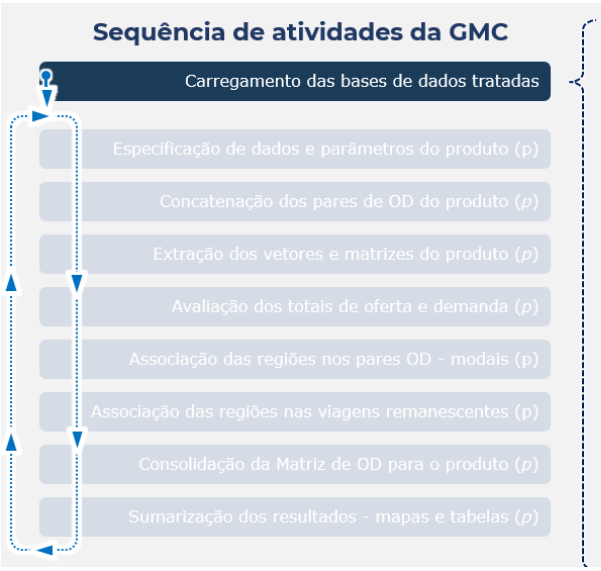
- Comércio exterior: abrange as exportações e importações por URF e por município (SECEX/MDIC), com variáveis agregadas por produto e NCM, servindo como insumo para reconstrução das cadeias internacionais de fluxo;

- Modais específicos: incluem planilhas e bancos da ANTT (ferroviário), ANTAQ e DH/SEMIL (hidroviário e cabotagem), operadores dutoviários (oleodutos e gasodutos) e SNAC (aeroviário), representando os volumes de embarque e desembarque por terminal e estação;

- Matrizes OD de carga do PNL 2050: corresponde às 43 matrizes de produtos publicadas pela Subsecretaria de Fomento e Planejamento / Secretaria Executiva / Ministério dos Transportes, que servem de subsídio aos cálculos dos totais (em toneladas) das matrizes de produtos e embasamento quantitativo para os ajustes tri-proporcionais ao considerar fluxos agregados interestaduais; e

- Bancos auxiliares e macroprodutos: agregam as planilhas de consolidação, que agrupam os dados tratados em macroprodutos e preparam os arquivos de entrada ("_TOTAL_OD_Analise.xlsx") para as rotinas do algoritmo GMC.

A Figura e Tabela associada a seguir evidencia o caráter multidimensional do banco e sumariza as características de cada informação identificando os formatos de arquivos e a localização dos dicionários das variáveis presentes em cada dado.



Tipo de dado	Bancos de dados (prefixos no script)	Tipo	Dicionários
Georreferenciados	sedes municipais (MUN)	shp	(X,Y em WGS84 e códigos)
	estações ferroviárias (EST)	shp	(X,Y em WGS84 e códigos)
	terminais hidro e dutoviários (THD)	shp	(X,Y em WGS84 e códigos)
	Unidades da Receita Federal (URF)	shp	(X,Y em WGS84 e códigos)
Produção rural	agricultura (AGR)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	pecuária (PPM)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	extrativismo vegetal (EVS)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	silvicultura (SIL)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	produtos de origem animal (POA)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	aquicultura (PAQ)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
Socioeconômicas	RAIS (RAIS)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	população (POP)	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
	PIB	Rdata (por ano)	____Variaveis_V01.xlsx
Comércio exterior	exportações por URF (EXMP_U)	Rdata (por ano)	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
	exportações por município (EXP_M)	Rdata (por ano)	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
	importações por URF (IMP_U)	Rdata (por ano)	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
	importações por município (IMP_M)	Rdata (por ano)	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
Ferrovia OD	ANTT – Pares OD por estações	excel	Ferrovia_Origem Destino_2006_a_mar2025_V3.xlsm
Dutovia OD	Estimativas com dados privados dos pares OD por estações	excel	
Aquaviário OD	ANTAQ – Longo Curso, Hidrovia e Cabotagem por terminais	excel	
Aeroviário	Estimativas dos pares OD com totais anuais e POD 2019 - SNAC	excel	
Outros bancos de dados por macro produto (p)	são associados nas planilhas com sufixo: "_TOTAL_OD.xlsx"	excel	planilhas após incorporação de dados com sufixo: "_TOTAL_OD_Analise.xlsx"

Figura 1-8: Organização do banco de dados usados pelo modelo de GMC.

Tabela 5. Dados usados pelo modelo de GMC.

Tipo de dados	Bancos de dados (prefixos no script e nos nomes das planilhas)	Tipo	Dicionários das variáveis
Georreferenciados	sedes municipais (MUN)	.shp	(X,Y em WGS84 e códigos nos .dbf)
	estações ferroviárias (EST)	.shp	(X,Y em WGS84 e códigos nos .dbf)
	terminais hidro e dutoviários (THD)	.shp	(X,Y em WGS84 e códigos nos .dbf)
	Unidades da Receita Federal (URF)	.shp	(X,Y em WGS84 e códigos nos .dbf)
Produção rural	agricultura (AGR)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	pecuária (PPM)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	extrativismo vegetal (EVS)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	silvicultura (SIL)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	produtos de origem animal (POA)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	aquicultura (PAQ)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
Socioeconômicas	RAIS (RAIS)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	população (POP)	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
	PIB	.Rdata	_____Variaveis_V01.xlsx
Comércio exterior	exportações por URF (EXMP_U)	.Rdata	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
	exportações por município (EXP_M)	.Rdata	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
	importações por URF (IMP_U)	.Rdata	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
	importações por município (IMP_M)	.Rdata	_TABELAS_AUXILIARES_em_07set2025.xlsx
Ferrovia OD	ANTT – Pares OD por estações	.xlsx	_Ferrovia_Origem Destino_2006_a_mar2025_V3.xlsm
Dutovia OD	Estimativas com dados privados dos pares OD por estações	.xlsx	_Matriz Parcial Dutoviária.xls
Aquaviário OD	ANTAQ – Longo Curso, Hidrovia e Cabotagem por terminais	.xlsx	_Matriz parcial hidrovia 2023.xlsx e EXP e IMP (.Rdata) para Comércio Exterior
Aeroviário	Estimativas dos pares OD com totais anuais e POD 2019 - SNAC	.xlsx	_MatrizOD_Aérea_2018_Doméstica.xlsx e EXP e IMP (.Rdata) para Comércio Exterior
Outros bancos de dados por macro produto (*p*)	são associados nas planilhas com sufixo: "_TOTAL_OD.xlsx"	.xlsx	planilhas após incorporação de dados com sufixo: "_TOTAL_OD_Analise.xlsx"

Destaca-se que os dados das matrizes OD de cargas publicadas até agosto de 2025, para fins do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL-2050), foram utilizados para embasar os totais de peso

estimados por produto e ajustar fluxos agregados interestaduais. O motivo associado com esta decisão, referente à não utilização integral dos dados do PNL 2050, mas sim parcial, no processo de estimação das matrizes OD do PLI dadas as considerações do item 2.1.2.

1.2.2 Etapa 2: Especificação de dados e parâmetros

Após a consolidação das bases de dados, definem-se as variáveis de controle e os parâmetros analíticos que instruem o algoritmo a gerar as matrizes OD de forma diferenciada para cada macroproduto (p). O objetivo é traduzir as características produtivas, espaciais e operacionais dos bens transportados em variáveis quantitativas, que servirão de entrada para as funções de concatenação e distribuição modal.

As variáveis de oferta e demanda que representam o total de cargas disponíveis para movimentação são:

- *prod_tot*: soma da produção nacional e das importações, representando a oferta total – obtido de diversas fontes que possuem quantidades em peso, inclusive o PNL 2050;
- *ofp*: banco de dados, tipo de variável e item (produto ou atividade econômica) que determina a oferta nacional (valor em toneladas ou proxy) – vide os dicionários dos Banco de dados na própria planilha
- *imp*: dados de importação, obtidos das bases SECEX, por produto classificado pelo código da Nomenclatura Comum do Mercosul NCM (SH4 – 4 dígitos);
- *dep*: variável associada à demanda, calculada pela soma do consumo nacional e das exportações;
- *exp*: total exportado, também oriundo da SECEX, por produto classificado pelo código da Nomenclatura Comum do Mercosul NCM (SH4 – 4 dígitos);
- *pnl*: fator de ponderação proveniente do PNL 2050, utilizado como matriz de referência;
- *fer*: mercadoria ferroviária (ANTT) que é igual ou é englobada por p;
- *dut*: produto dutoviário (dados de empresas) que é igual ou é englobado por p;
- *aer*: carga aeroviária (dados da SNAC) que é igual ou é englobada por p;
- *hid*: carga transportada na hidrovia Tietê-Paraná (SEMIL – Diretoria de Gestão) e
- *cab*: carga transportada nas rotas de cabotagem ou transporte de longo curso que é igual ou é englobada por p (ANTAQ e SECEX).

Essas variáveis formam o núcleo quantitativo do modelo, que expressa o volume físico de movimentação de cada produto em toneladas por ano.

Em seguida, são definidos os parâmetros espaciais e de impedância, que orientam o comportamento das ligações OD no algoritmo:

- *dist_angle*: distância máxima de conexão entre pares OD, limitando o raio de busca espacial para cada produto;
- *int_rad*: raio máximo de procura para conectar o destino de um par ED (Embarque-Desembarque) com a origem de outro par ED (seja do mesmo modal ou diferente), mas com o mesmo produto p;
- *angle*: ângulo máximo de conexão entre origens e destinos, utilizado nas regras geométricas do algoritmo de concatenação;

- alfa_fator: coeficiente de fricção (α) aplicado nas funções gravitacionais, controlando a sensibilidade da interação com a distância;
- dist_min: distância mínima para que dois pontos sejam considerados distintos, evitando duplicidade de conexões entre localidades próximas.

Adotando esses parâmetros, permite-se que o modelo reconheça as relações espaciais entre municípios e terminais, reproduzindo padrões logísticos condizentes com a realidade operacional de cada tipo de produto. Por exemplo, produtos a granel agrícola possuem maiores raios de interação e menor sensibilidade à distância (α reduzido), enquanto cargas conteinerizadas apresentam conexões mais concentradas e sensíveis ao custo logístico.

A figura a seguir apresenta um esquema visual que resume a etapa. O arquivo de controle "Para_Matrizes" citado na figura funciona como um dicionário técnico do GMC, relacionando as variáveis, parâmetros e coeficientes de cada produto e armazenando os metadados que instruem o processamento. Cada linha da planilha corresponde a um produto (p) e contém as referências cruzadas entre as variáveis de produção, importação, exportação, demanda e restrições espaciais.

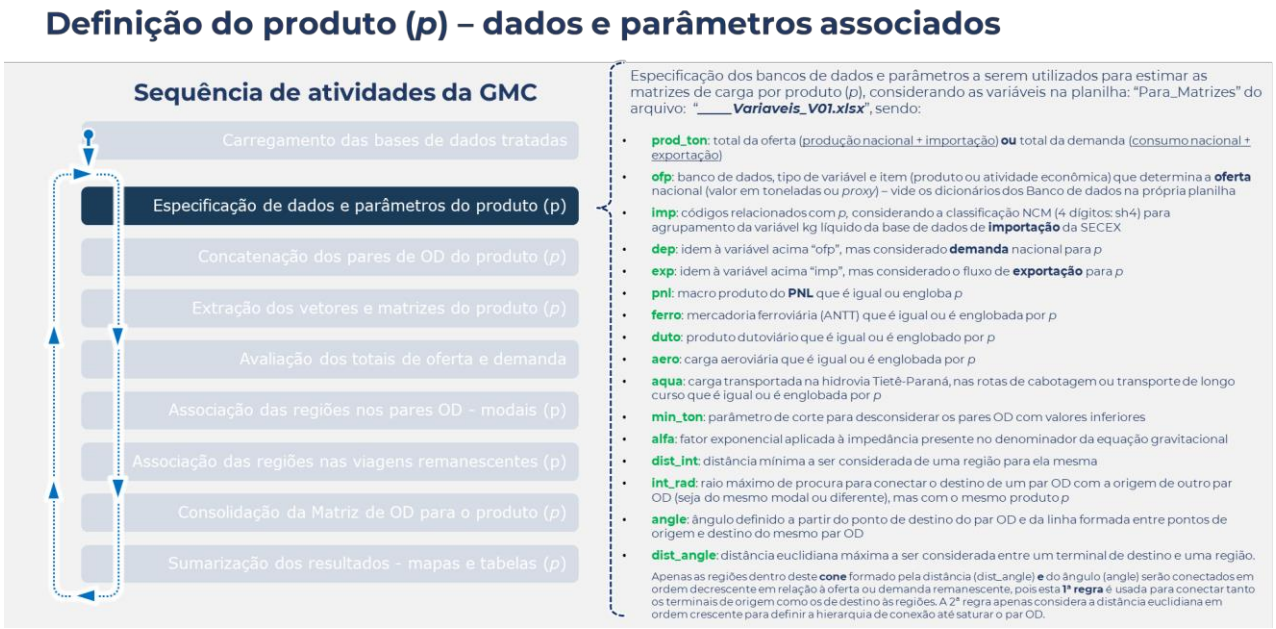


Figura 1-9: Dados e parâmetros associados a cada produto.

1.2.3 Etapa 3: Concatenação dos pares de Embarque e Desembarque (ED)

A terceira etapa da metodologia corresponde à junção de fluxos que são determinados pelos pares de embarque e desembarque (ED) provenientes das bases de dados descritas anteriormente: fer- ferroviária, hid-hidroviária, dut-dutoviária, aer-aeroviária, hid-hidrovia, cab-cabotagem, exp-exportação (qualquer terminal URF, portanto representa um dos modais anteriores) e imp-importação (qualquer terminal URF, portanto representa um dos modais anteriores).

Originalmente as diferentes bases de dados apenas descrevem os volumes embarcados e desembarcados em terminais específicos, sem caracterizar o trajeto total percorrido pelas mercadorias. O GMC, ao processar essas informações, executa uma rotina de concatenação que reconstitui o encadeamento logístico completo, conectando origens e destinos segundo critérios espaciais e de coerência modal. Destaca-se que o modal rodoviário, ainda não foi considerado

nessa etapa, quanto existente para ligar a origem ao primeiro terminal de embarque e o destino ao último terminal de desembarque, sendo alvo da Etapa 6 descrita adiante.

O algoritmo associa um terminal de desembarque com outro de embarque existente, dentro de um raio pré-determinado em km (int_rad), desde que o produto seja o mesmo. Esse processo possibilita que o trajeto formado pelos pares ED reflita um percurso fisicamente plausível e que a soma das conexões represente o total de cargas movimentadas sem sobreposição entre modais. O resultado é a reconstrução do trajeto real, com a consignação modal correspondente em cada trecho, em que cada tonelada transportada é alocada a um único trajeto coerente dentro da rede logística nacional, evitando duplicidades.

A figura a seguir apresenta a aplicação do algoritmo de concatenação por proximidade, ilustrando a redistribuição dos fluxos de carga por produto e modo de transporte e a utilização do raio de interação (int_rad) como critério espacial para construção dos trajetos formados por pares ED.

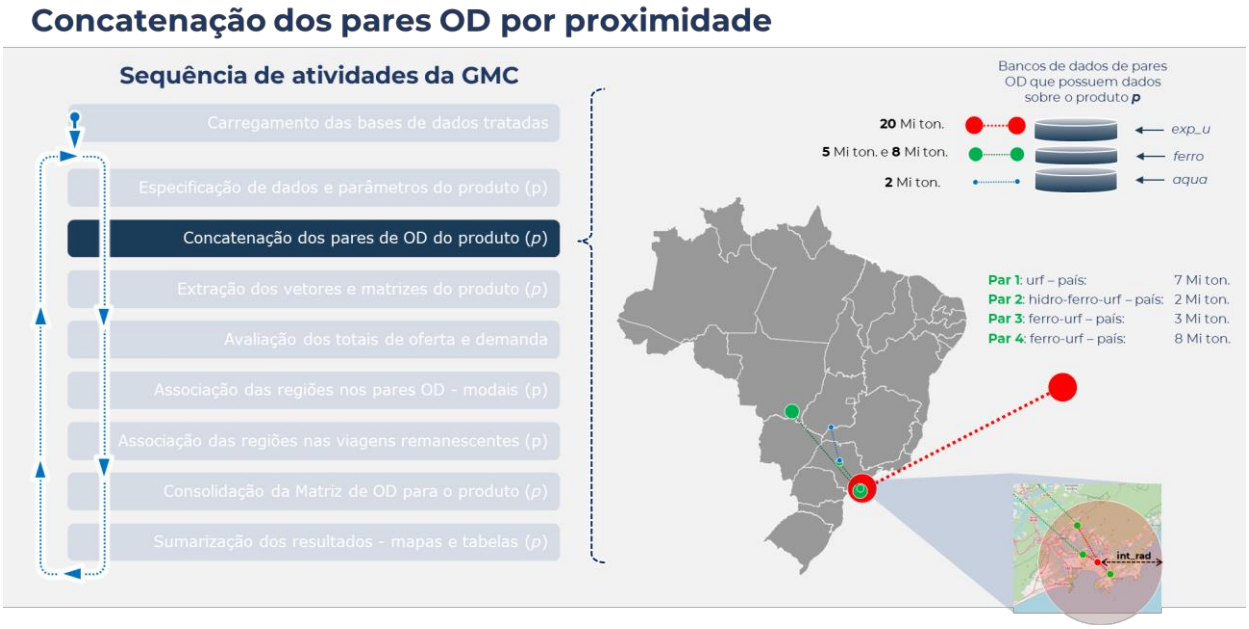


Figura 1-10: Concatenação dos pares OD por proximidade e aplicação do parâmetro de raio de interação no algoritmo.

1.2.4 Etapa 4: Extração dos vetores e matrizes

A quarta etapa corresponde à quantificação da oferta e da demanda regionais de cada produto, constituindo o núcleo analítico das matrizes OD. As informações econômicas e produtivas são representadas em vetores espaciais, permitindo a identificação dos polos de produção e de demanda de carga no território.

A oferta regional é derivada dos volumes de produção nacional e importações, obtidos em bases oficiais do IBGE - incluindo as pesquisas agropecuária (PAM), pecuária (PPM), silvicultura (PEV), extração vegetal (EVS), origem animal (POA) e aquicultura (PAQ) — e da SECEX, com desagregação municipal e classificação por tipo de mercadoria (SH4/NCM). Já a demanda é estimada a partir do consumo interno e das exportações, considerando os insumos necessários para produção da oferta (mencionada acima) ou ponderada por indicadores de atividade econômica e emprego setorial (RAIS), bem como por dados complementares de produção industrial e consumo energético.

A partir desses dados, o modelo estrutura dois vetores fundamentais: oferta (produção + importações) e demanda (consumo + exportações), cujas magnitudes e localizações são

representadas em escala municipal e agregadas por Unidade da Federação - UF. Essa agregação é necessária para o cálculo das proporcionalidades inter-regionais de fluxos, utilizadas como fatores de calibração nas etapas subsequentes do algoritmo, com base no método de ajuste proporcional (bi e tri-proporcional).

Para o ajuste tri-proporcional (totais de produção e atração e fluxos interestaduais agregados) são obtidas as matrizes interestaduais de carga por produto, considerando volumes totais de movimentação por modo a partir do agrupamento dos municípios do PNL 2050. Ou seja, esta matriz por zonas estaduais será utilizada para prover as relações de proporcionalidade dos fluxos interestaduais.

O objetivo desta terceira dimensão é forçar que as relações interestaduais agrupadas admitam uma proporcionalidade similar a do PNL2050. O método assegurar visa manter a consistência com as referências nacionais e com a hierarquia de fluxos utilizada na calibração.

A figura abaixo apresenta a representação territorial dos principais polos produtores, consumidores e de transbordo logístico, destacando a contribuição relativa de cada região na composição dos fluxos totais.

Figura 1-11: Extração dos vetores de oferta e demanda regionais.

A figura a seguir demonstra o processo de agrupamento das matrizes parciais por UF, permitindo a obtenção das proporções inter-regionais de fluxos e a compatibilização com as matrizes de referência.

Figura 1-12: Agregação das matrizes OD e geração da Matriz Agregada - AG

1.2.5 Etapa 5: Avaliação dos totais de oferta e demanda

Caso sejam identificadas discrepâncias significativas, o algoritmo aplica ajustes automáticos de redistribuição proporcional, equalizando as margens de origem e destino e preservando o balanço entre oferta e demanda.

O procedimento de ajuste pode utilizar dados de outras fontes de dados além das citadas anteriormente (ex. anuário estatístico de uma associação comercial ou industrial), por isso, quanto maior a disponibilidade de informações sobre a produção e o consumo regional (capacidade produtiva e ociosa de plantas fabris, as estatísticas do transporte modal, ou outras fontes) maior será o refinamento da representação das cadeias logísticas, tendo em vista a correção de possíveis distorções ou sub ou superestimações nas origens e destinos que impactarão na estimativa dos fluxos. Além disso, essa etapa permite a inserção de novos conjuntos de dados provenientes de fontes complementares ou de revisões futuras, garantindo a atualização contínua do modelo sem comprometer sua estrutura.

Dessa forma, a avaliação dos totais de oferta e demanda funciona como uma etapa de verificação e calibração intermediária, essencial para consolidar as matrizes OD antes da integração final dos modos e da geração das matrizes completas por produto.

A figura seguinte ilustra o processo de redistribuição automática implementado no algoritmo, destacando a interação entre os fluxos regionais, bem como a possibilidade de atualização dinâmica das bases de dados.

Figura 1-13: Validação dos totais de oferta e demanda regionais e ajustes proporcionais.

1.2.6 Etapa 6: Associação das regiões (origens e destinos) nos pares ED

Corresponde à associação das regiões nos pares ED por modo de transporte, em que o algoritmo consolida as cadeias intermodais reconstruídas nas etapas anteriores, identificando, inclusive o modo predominante em cada fluxo. O objetivo aqui não é apenas estimar as matrizes OD de carga, mas também as matrizes multimodais preliminares, criadas por um modelo empírico (através dos dados existentes), que serão utilizadas para calibrar o modelo da rede de simulação no software PTV-Visum. Os pares OD, após constituídos, trazem a identificação dos modais por onde passam possibilitando a estruturação de modelos que servirão para entendimento e cálculo de coeficientes para os modelos de escolha modal.

O processo busca prover as conexões iniciais entre: municípios (ou países) até terminais; e as conexões finais entre: terminais até municípios (ou países), considerando os resultados obtidos na etapa de concatenação dos pares ED como a porção intermediária dessas conexões.

Essas conexões são realizadas através de regras sucessivas:

- a primeira regra conecta as maiores origens e destinos dentro de um cone espacial definido pela distância (*dist_angle*) e ângulo (*angle*) a partir da linha formada entre o ponto E e D, reproduzindo a lógica operacional de movimentação intermodal;
- a segunda regra consolida conexões complementares com os locais ofertantes/demandantes mais próximos, considerando uma ordem crescente de distâncias euclidianas, quando as possibilidades dentro do cone acima não suficientes para preencher os fluxos de cada par ED, garantindo a integração de regiões vizinhas e o fechamento das margens de oferta e demanda.

Em geral essas conexões traduzem-se nos fluxos rodoviários que fazem a conexão entre a origem e um terminal do par ED de embarque ou entre o terminal de desembarque e o destino final da viagem. Há casos em que o terminal E ou D se situará próximo do ponto de origem ou destino, nesses casos a ligação será estabelecida de forma direta sem a inclusão de um trecho do modal rodoviário.

O volume transportado pelos modos não rodoviários (correspondentes aos pares ED estimados na Etapa 3), em geral, não compreendem o total de cargas em circulação de um determinado produto. Nesses casos, a conexão rodoviária é estabelecida diretamente através do uso de

técnicas gravitacionais para estimar os pares OD. No algoritmo, as ligações são estabelecidas inicialmente para todos os pares ED, posteriormente, os volumes remanescentes (origens e destinos que não se ligaram a nenhum para ED) são conectadas diretamente, conforme descrito na próxima etapa.

As Figuras 2-14 e 2-15 a seguir ilustram o processo desta etapa. Na Figura 2-14, é representada a aplicação das duas regras de associação (cone espacial e proximidade direta), que conectam os polos regionais e ajustam os pares OD modais. A Figura 2-15 demonstra o resultado da integração entre os diferentes modos, destacando exemplos de combinações intermodais típicas, como município–URF–país (modo rodo–ferro–marítimo) e município–país (modo rodo–hidroviário).

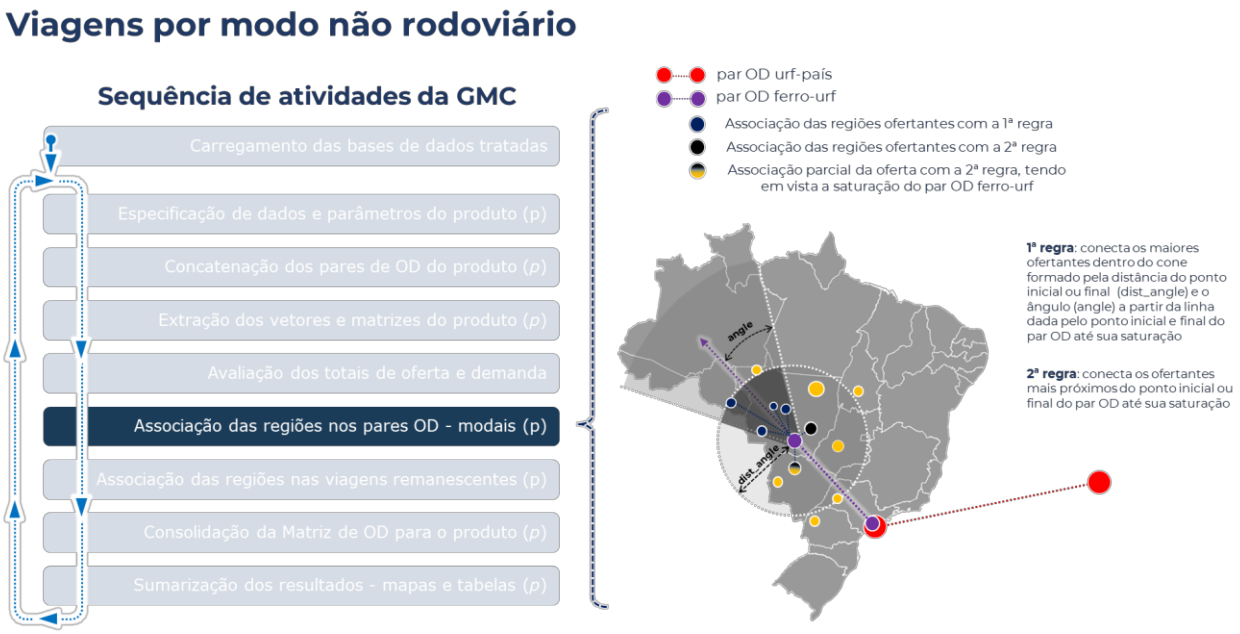


Figura 1-14: Associação das regiões por regras espaciais.

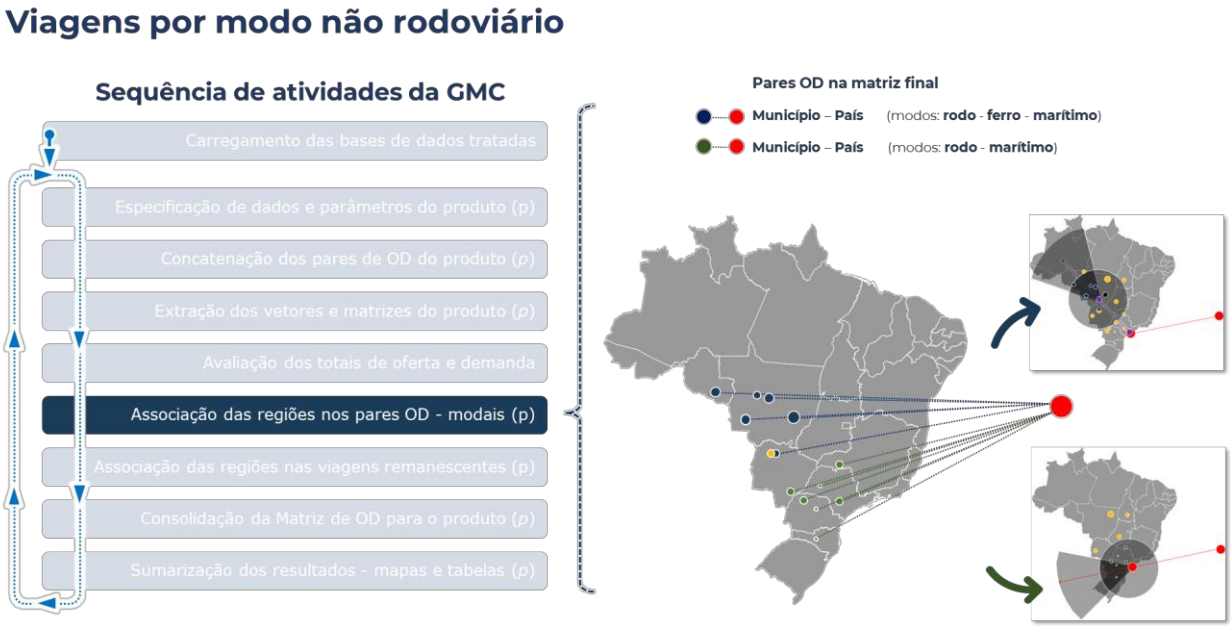


Figura 1-15: Exemplos de integração entre os diferentes modos na matriz OD final.

1.2.7 Etapa 7: Associação das regiões nas viagens remanescentes

As viagens remanescentes correspondem às viagens realizadas exclusivamente por modo rodoviário, ou seja, deslocamentos que não dependem de conexões com ferrovias, hidrovias, dutos ou terminais marítimos.

Para estimar esses fluxos, aplica-se um modelo gravitacional, que calcula a interação entre regiões emissoras e receptoras com base na distância euclidiana. Esse modelo parte do princípio de que o volume de trocas entre duas regiões é proporcional ao produto de suas ofertas e demandas e inversamente proporcional à distância que as separa.

O fator α (alfa) atua como coeficiente de decaimento da interação espacial, regulando o peso da distância na função gravitacional. Valores mais altos de α reduzem a influência de destinos distantes, concentrando os fluxos em áreas mais próximas; valores menores distribuem as viagens de forma mais ampla, ajustando o comportamento espacial do modelo conforme a escala de análise.

A figura abaixo ilustra essa primeira parte desta etapa, mostrando a geração de conexões diretas entre regiões sem integração intermodal e a configuração dos fluxos puramente rodoviários.

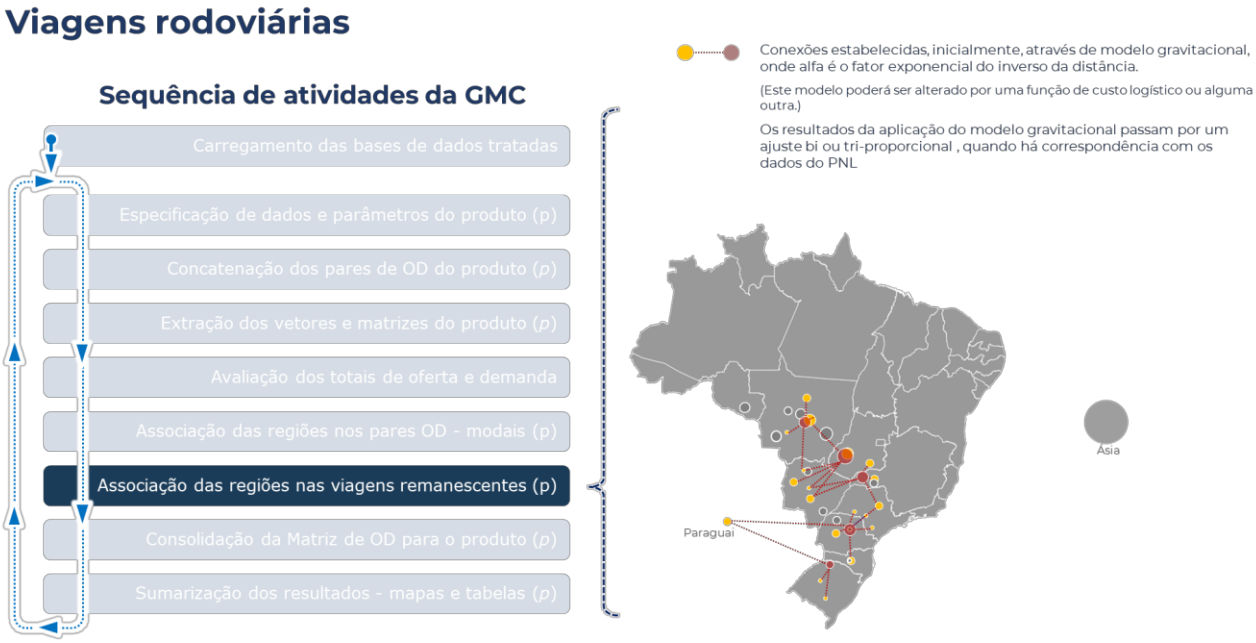


Figura 1-16: Aplicação do modelo gravitacional para fluxos rodoviários (viagens remanescentes).

Em geral, um grande volume de cargas é transportado apenas pelo modal rodoviário, por isso, para que estas estimativas não dependam apenas de técnicas derivadas de modelos gravitacionais, o ajuste com fluxos agregados de outras fontes, como o PNL 2050, é importante para melhorar o balanceamento e ajuste das relações de longa distância, especialmente, os interestaduais.

Por isso, após a distribuição gravitacional, o modelo passa por um ajuste proporcional, que viabiliza a compatibilidade dos resultados com as proporções interestaduais observadas no PNL 2050. Esse ajuste ocorre considerando:

- a bi - proporcionalidade, quando há correspondência direta entre os totais das linhas e das colunas da Matriz OD (por produto) com a produção (oferta) e atração (demanda) de viagens pré-estabelecidas na etapa 5;

- a proporcionalidade de um terceiro fator de calibração, representado pela Matriz Agregada (AG), que consolida as proporções interestaduais do PNL.

Com esse processo, embora os fluxos detalhados sejam estimados com base empírica própria, os totais agregados permanecem consistentes com as fontes já consolidadas.

A figura a seguir representa o fluxo de processamento do ajuste, desde a redistribuição de diferenças marginais até a compatibilização final com a Matriz AG, resultando na matriz rodoviária, que constitui o último componente da matriz multimodal completa.

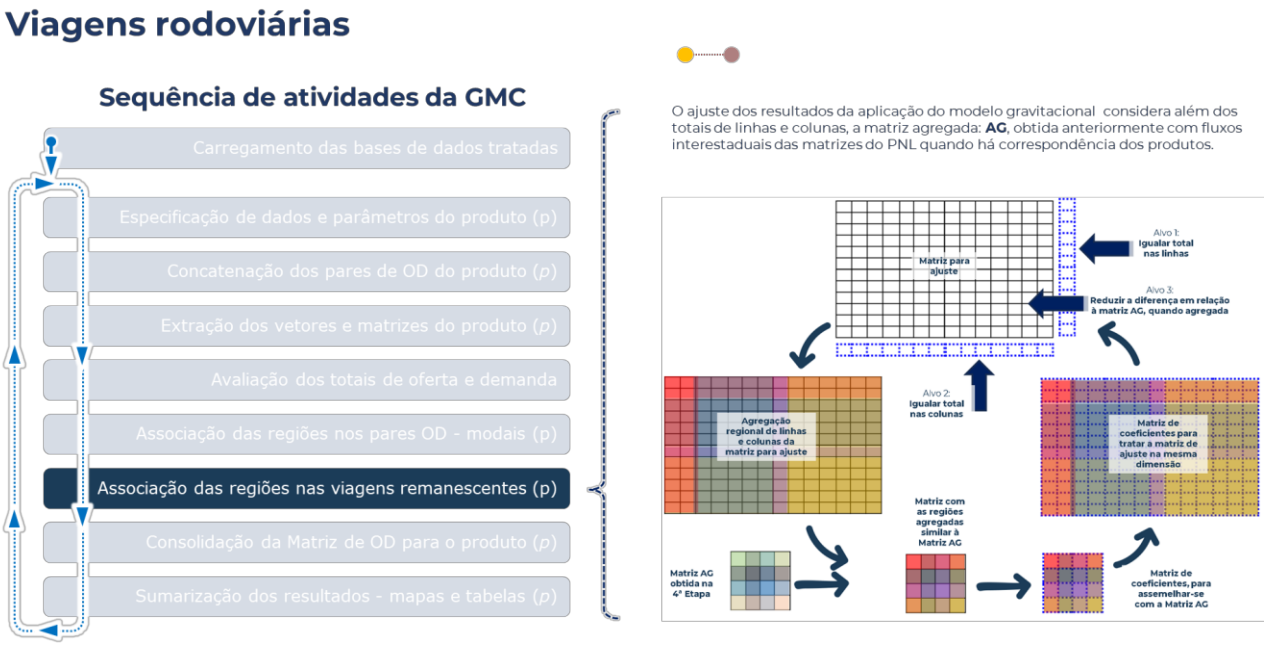


Figura 1-17: Ajuste proporcional (3 dimensões) e consolidação da matriz rodoviária.

1.2.8 Etapa 8: Consolidação da matriz de OD

A oitava etapa compreende a consolidação das matrizes OD, integrando os resultados gerados nas etapas anteriores, sintetizando os fluxos por produto, região e modo. Essa consolidação visa produzir uma base compatível com o Visum, que será utilizado nas simulações.

O procedimento inicia-se com a agregação dos fluxos municipais, estaduais e internacionais, resultantes das etapas de concatenação, repartição e associação aos modos. São reunidos os pares OD provenientes das cadeias intermodais, juntamente com os fluxos remanescentes puramente rodoviários. Essa integração permite que todos os volumes de carga sejam representados sem sobreposição entre modos ou dupla contagem de viagens.

Em seguida, realiza-se o processo de normalização e padronização das matrizes. Cada conjunto de dados é formatado de modo a manter consistência entre as variáveis de origem ("O") e destino ("D"), volumes transportados ("T") e o respectivo modo de transporte associado.

A Figura a seguir ilustra a agregação espacial dos fluxos e a formação das conexões entre regiões emissoras e receptoras.

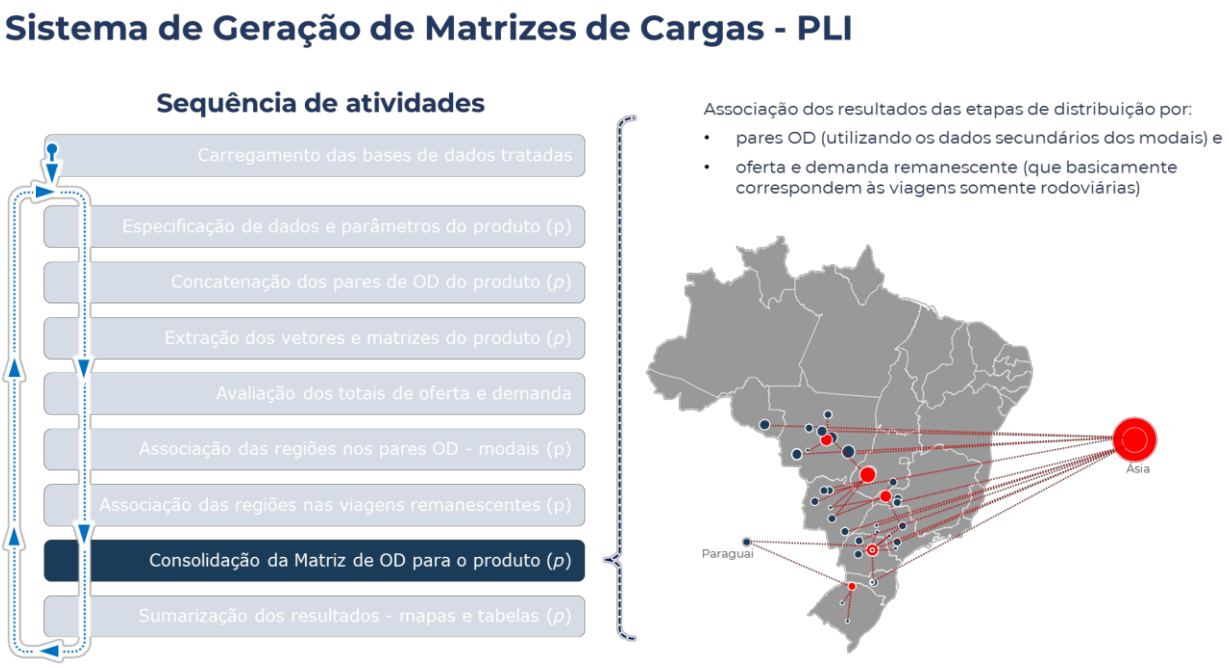


Figura 1-18: Consolidação das matrizes OD.

Na sequência, a Figura 2-19 apresenta a adequação dos pares OD conforme o formato matricial compatível com o Visum. São definidos os campos de identificação (OD), volumes de transporte (T) e o modo correspondente, garantindo a rastreabilidade e a integração entre produtos e modais.

Ao término dessa fase, geram-se três saídas principais, a base das matrizes multimodais do PLI para o ano base:

- Matrizes OD totais por produto, consolidando o conjunto de fluxos multimodais;
- Matrizes modais específicas, segmentadas por tipo de transporte;
- Matrizes agregadas (UF×UF), utilizadas para verificação macroespacial e calibração.

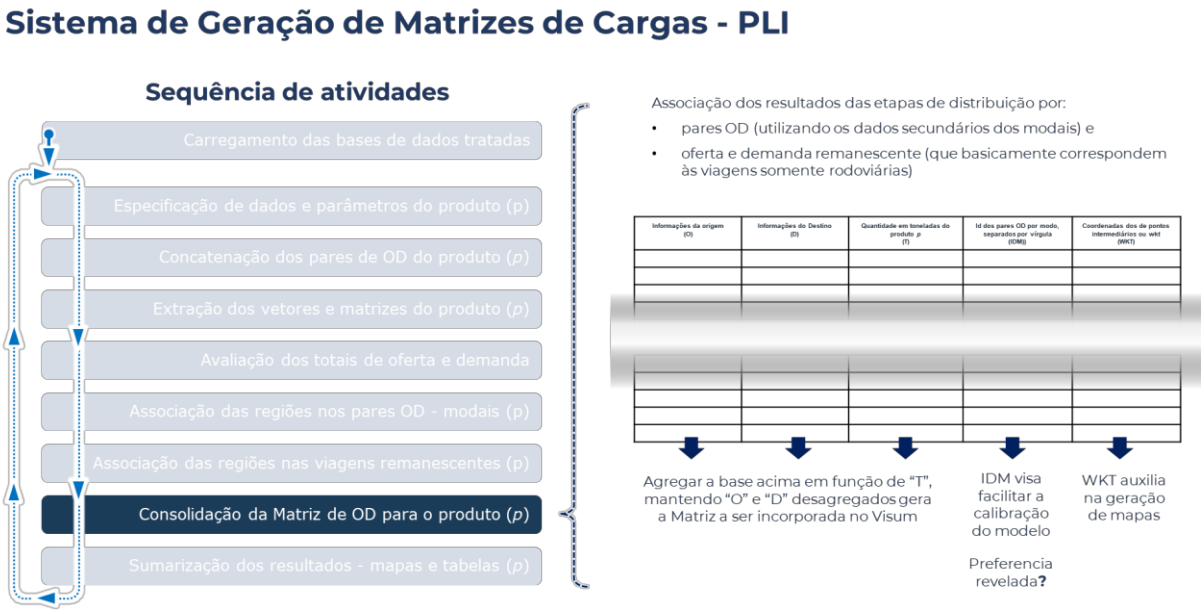


Figura 1-19: Estruturação e formatação das matrizes OD para incorporação no modelo de rede Visum e geração de mapas.

1.2.9 Etapa 9: Sumarização dos resultados

Por fim, a última etapa corresponde à sumarização dos resultados, que compreende a geração dos produtos analíticos e cartográficos derivados do processamento.

Deste modo, foram produzidos

i. matrizes OD para cada produto conforme a estrutura da figura anterior (Apêndice digital I – Matrizes de cargas por produto);

ii. matrizes agregadas (UF×UF) para cada produto, em formato excel, para avaliação das diferenças com totais da SECEX e PNL2050 (Apêndice digital J – Arquivos síntese para avaliação dos ajustes);

iii. mapas para visualização espacial por meio de alocação dos pares de OD, permitindo a observação de rotas e corredores logísticos a partir das principais origens e destinos, com uso das redes modais, para cada um dos 62 macroprodutos apresentados no item a seguir.

1.3 Matrizes OD alocadas por modo

A seguir, apresenta-se a alocação das Matrizes OD geradas para cada produto com o método descrito no subitem anterior.

O processo para gerar os mapas foi implementado através do software *open source* R (Idle: RSript e package: dodgr), sendo as rotas definidas pelo tempo mínimo condicionado ao modal caracterizado pelo par ED (embarque desembarque) ou pela malha rodoviária.

A figura seguinte visa auxiliar o entendimento da série de alocações das matrizes OD presentes nas figuras deste subitem.

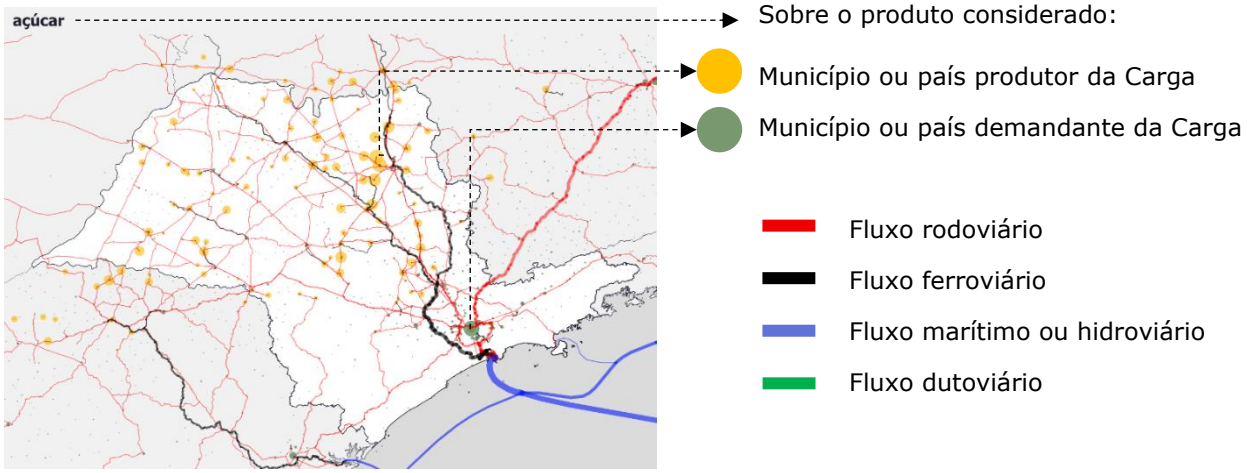
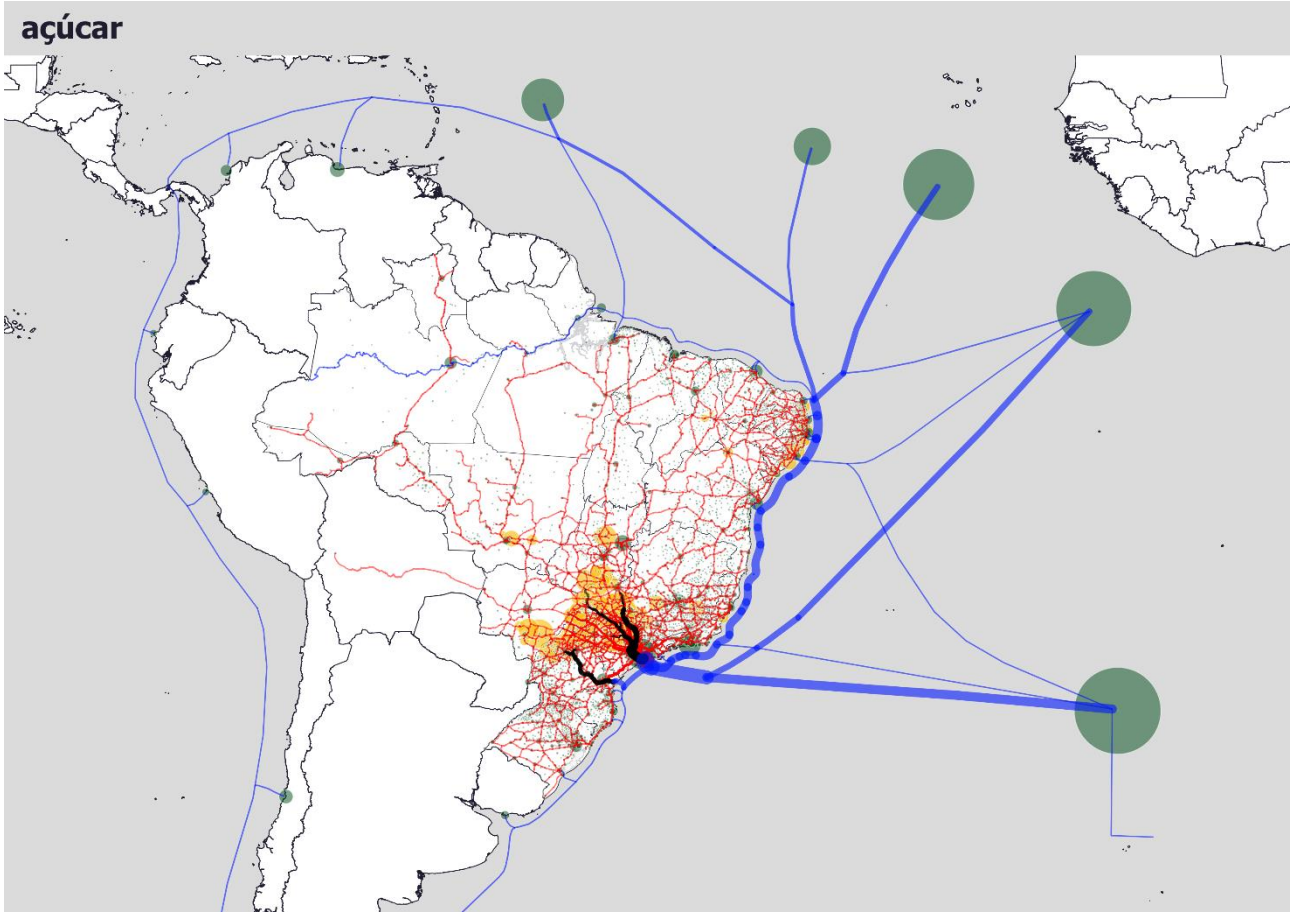


Figura 1-20: Legenda de cores de 1-21 a 1-82



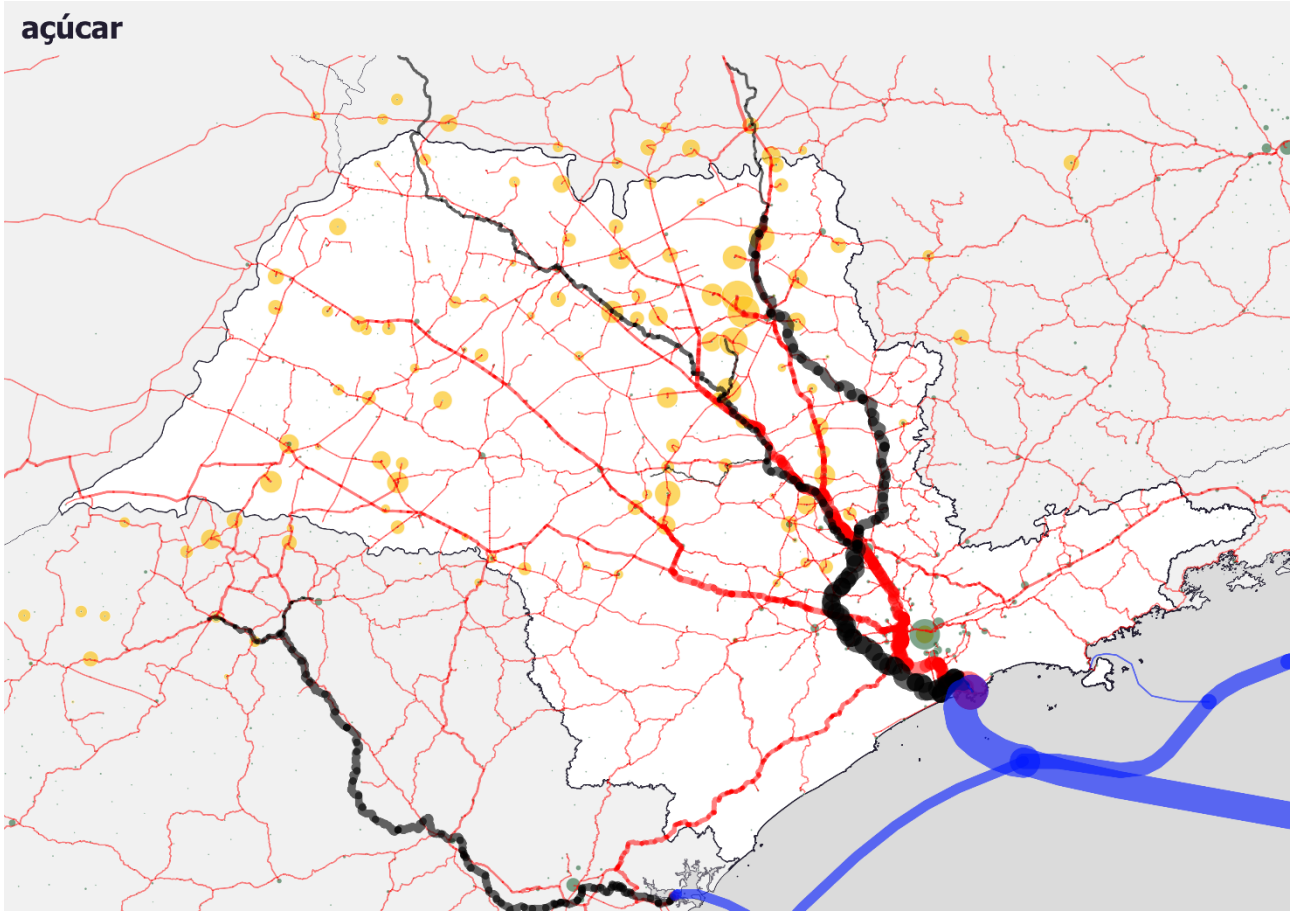
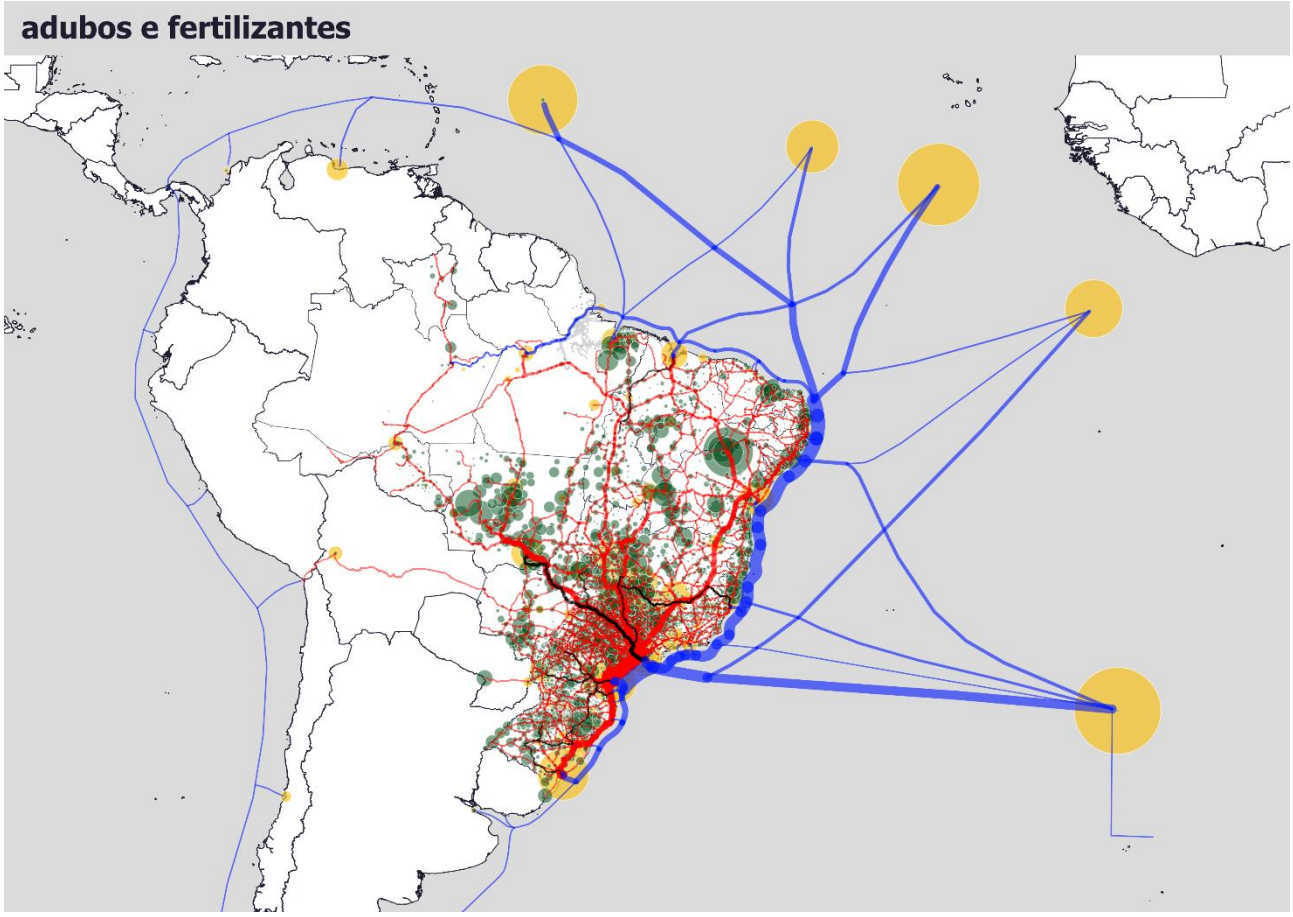


Figura 1-21: Matrizes OD alocadas por modo – açúcar.



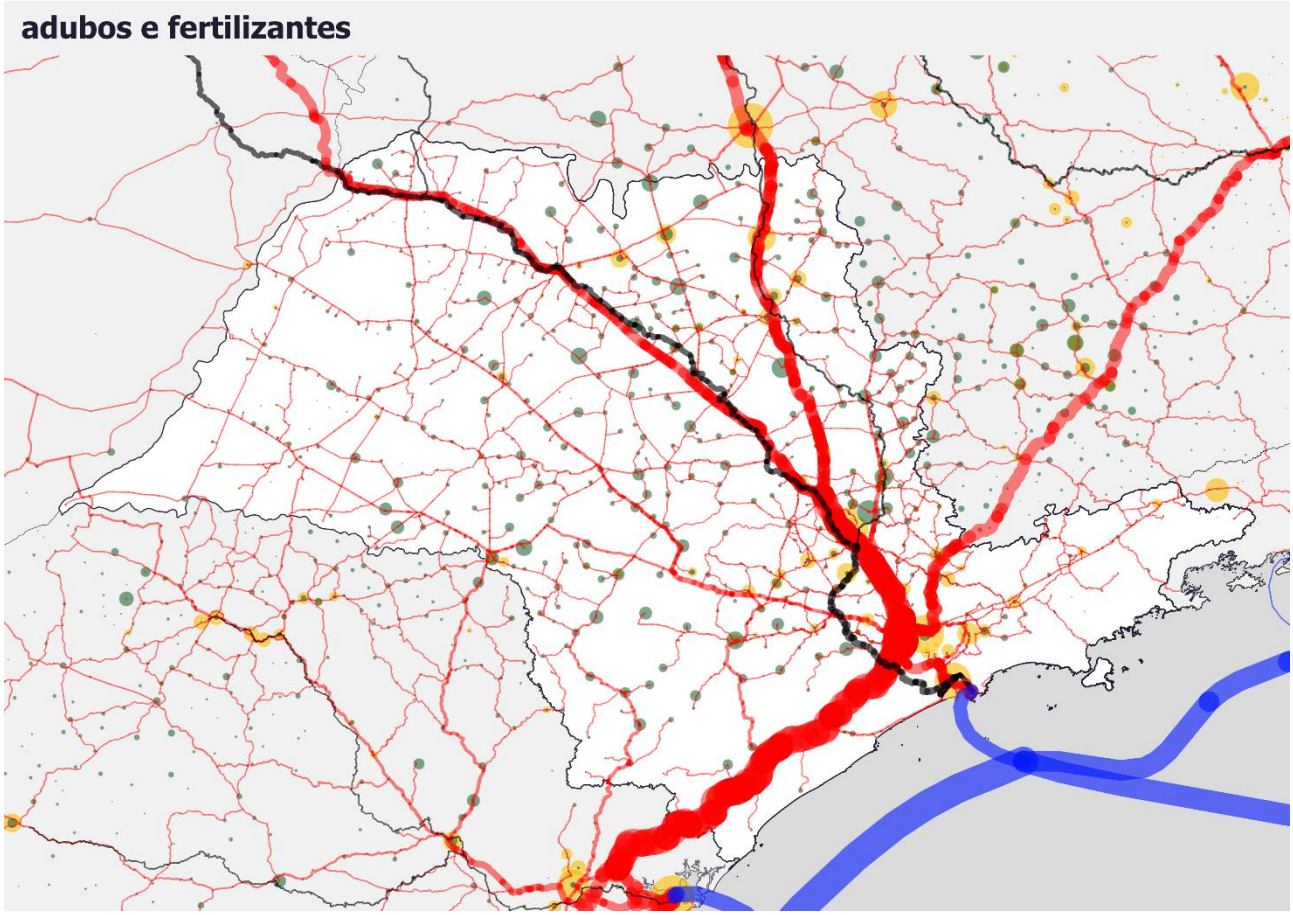
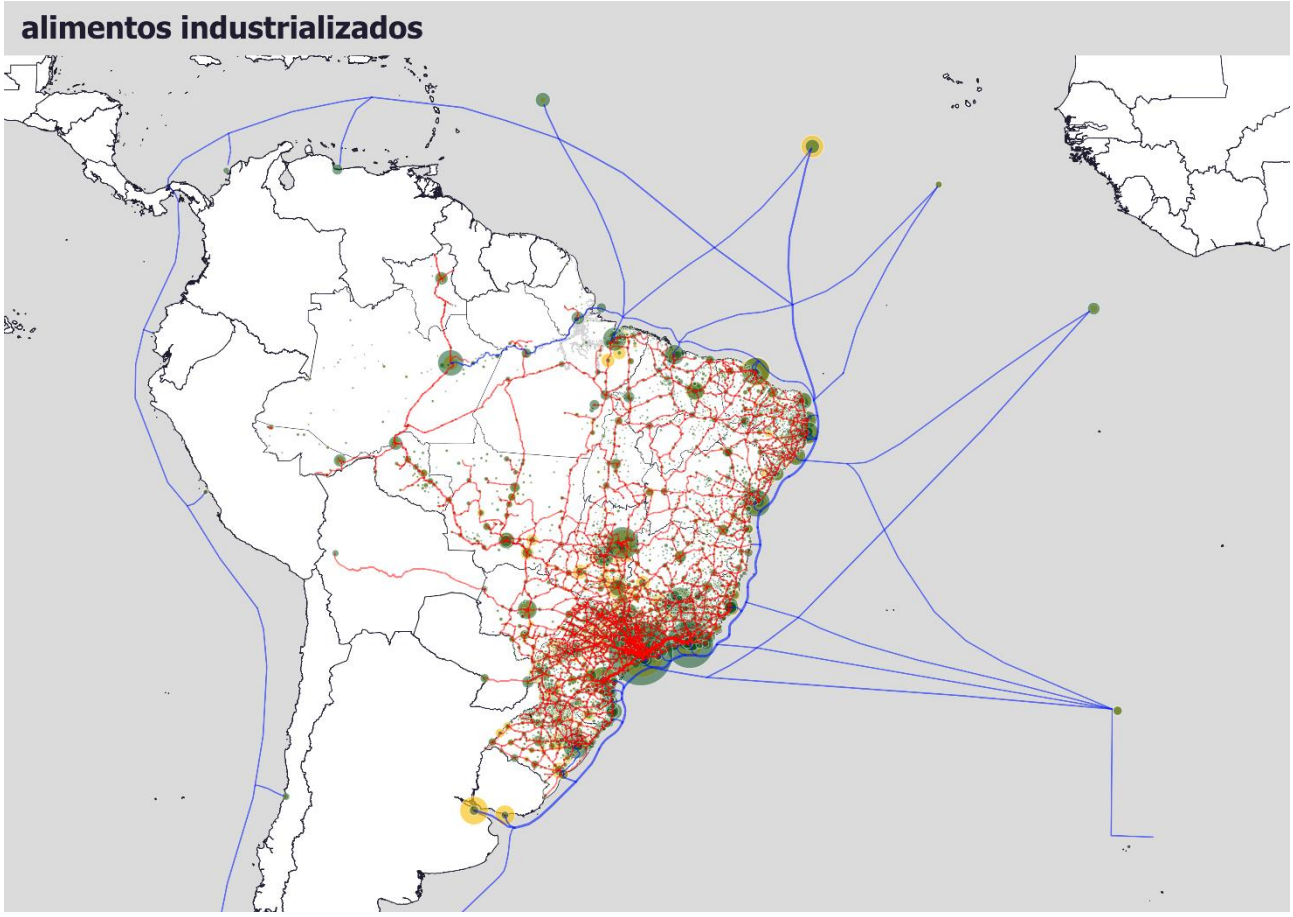


Figura 1-22: Matrizes OD alocadas por modo – adubos e fertilizantes.



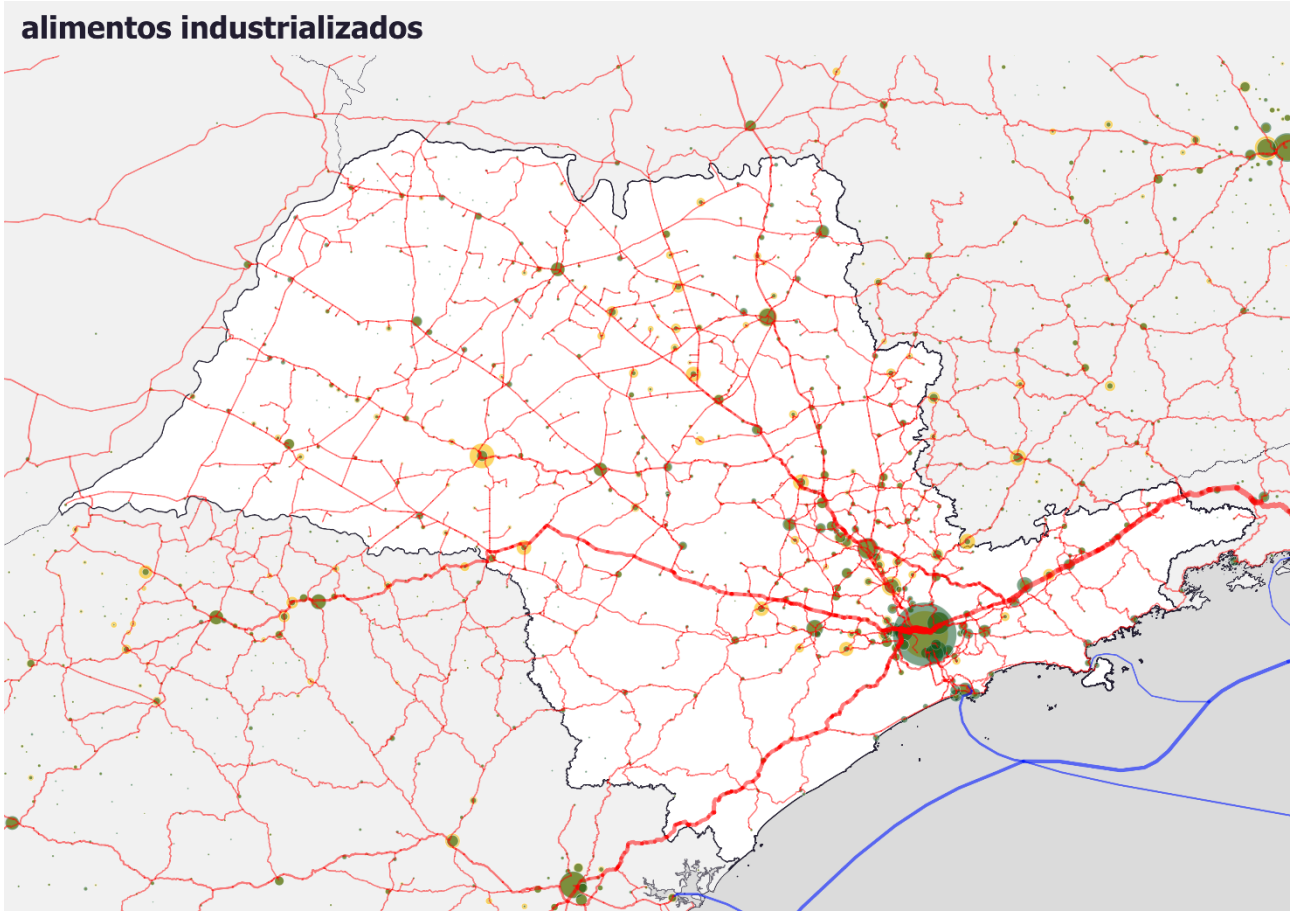
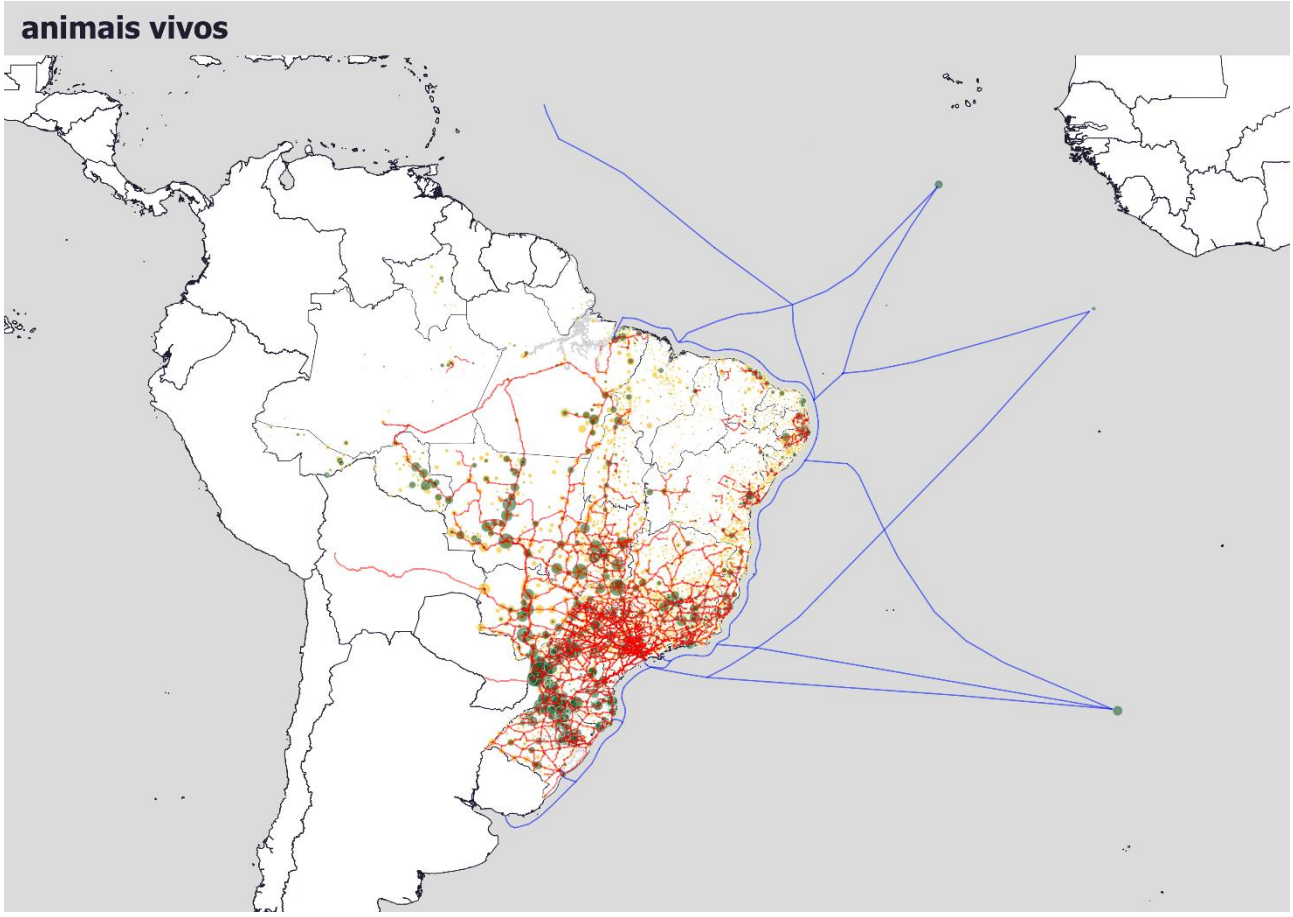


Figura 1-23: Matrizes OD alocadas por modo – alimentos industrializados.



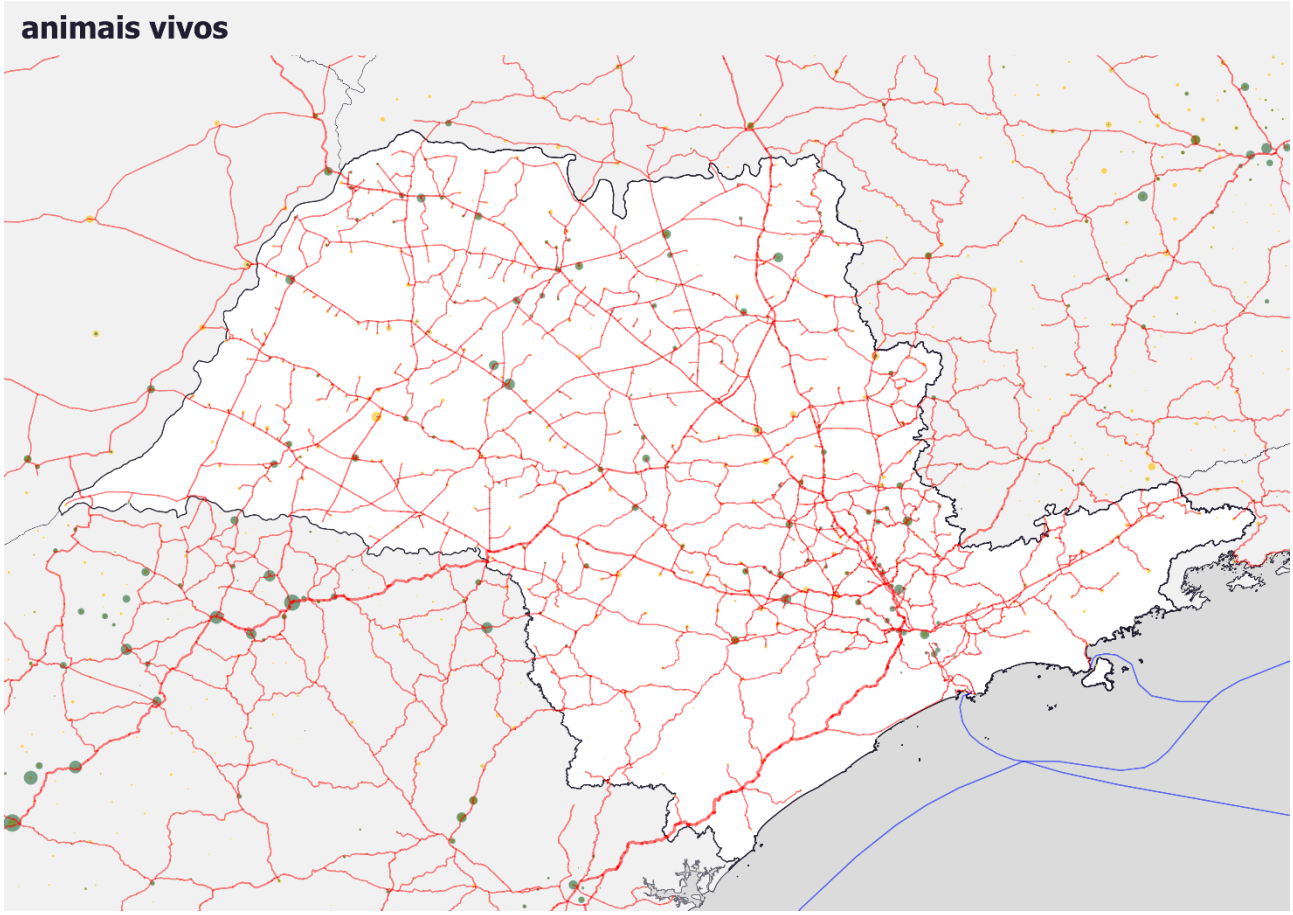


Figura 1-24: Matrizes OD alocadas por modo – animais vivos.

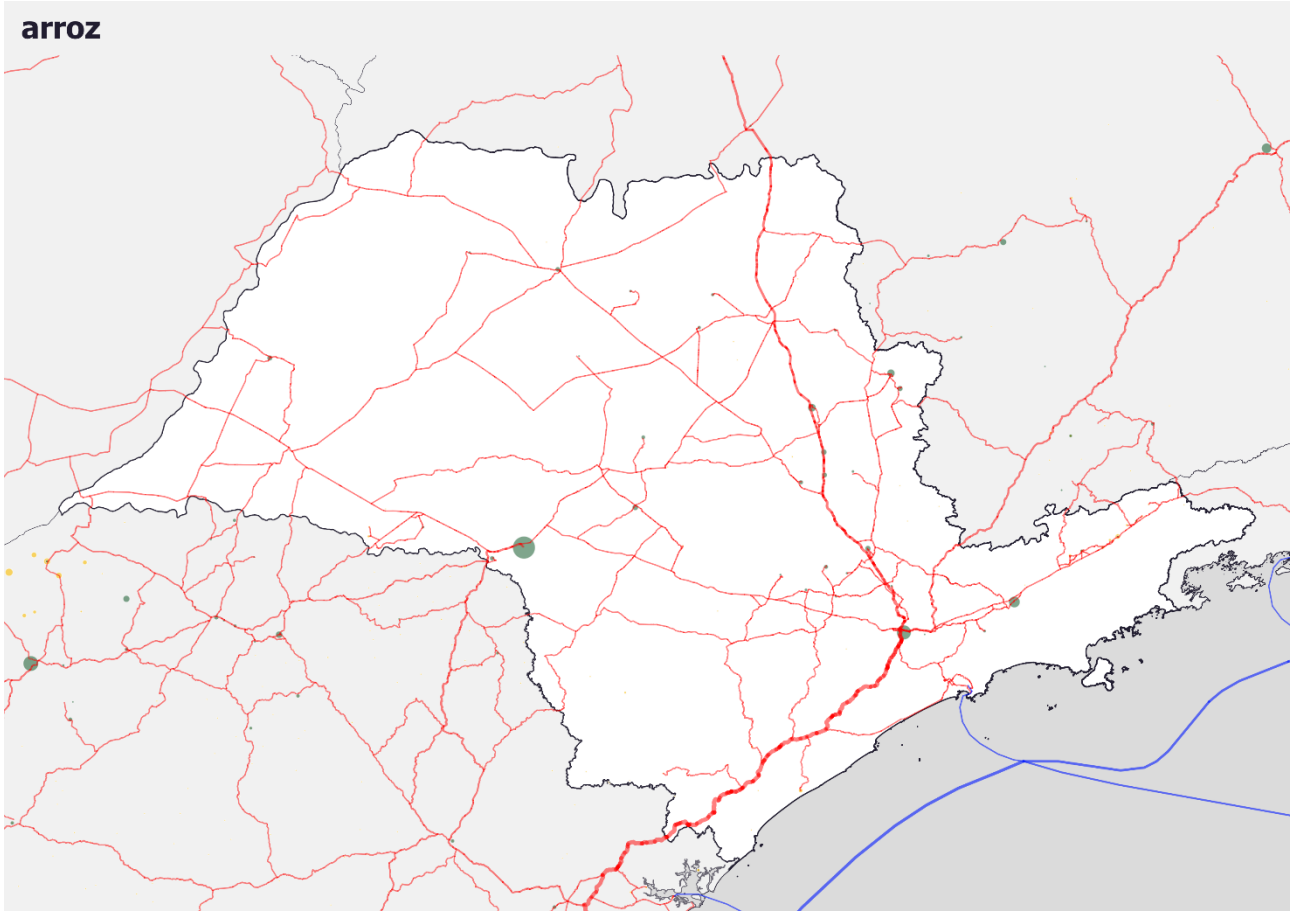
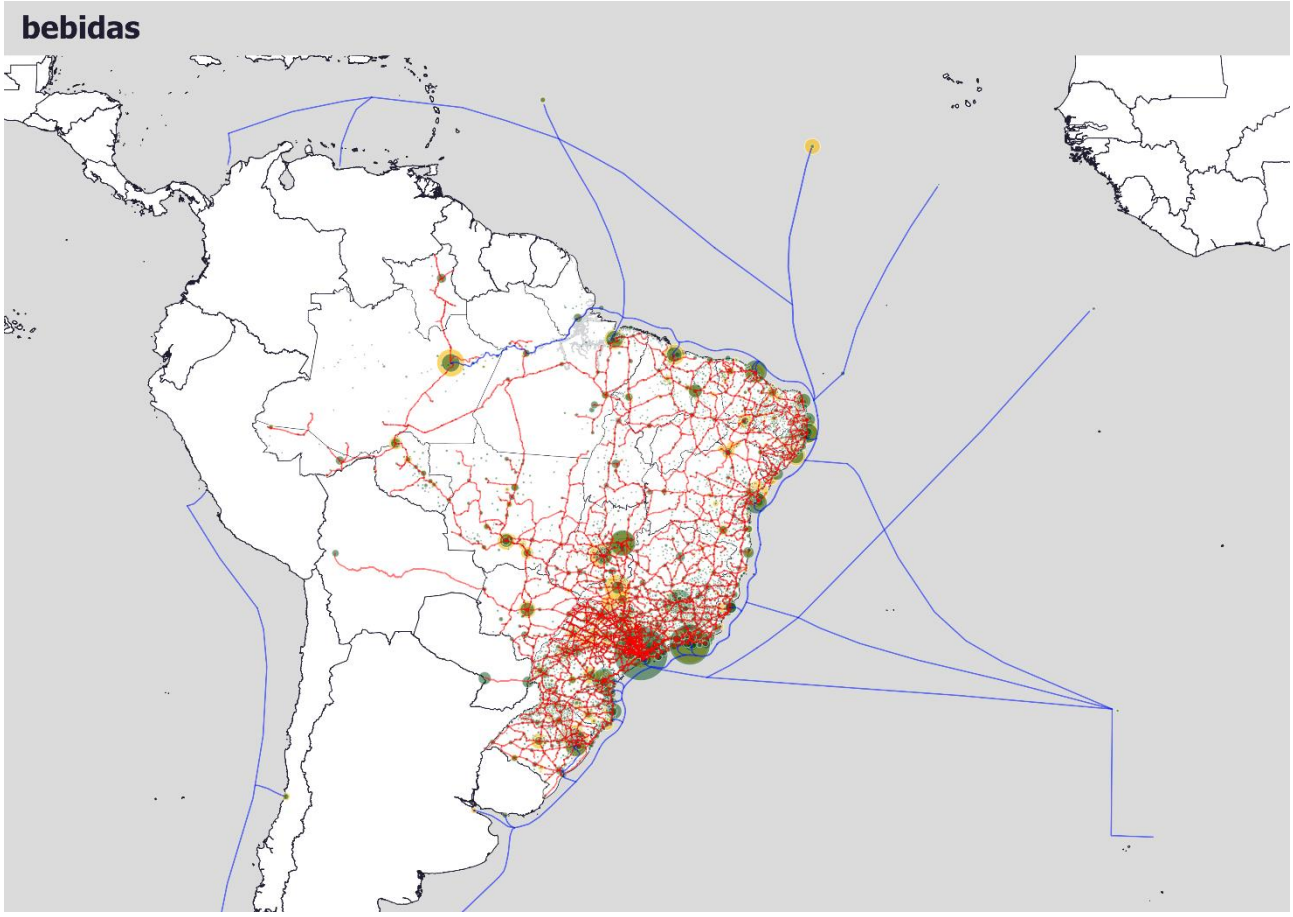


Figura 1-25: Matrizes OD alocadas por modo – arroz.



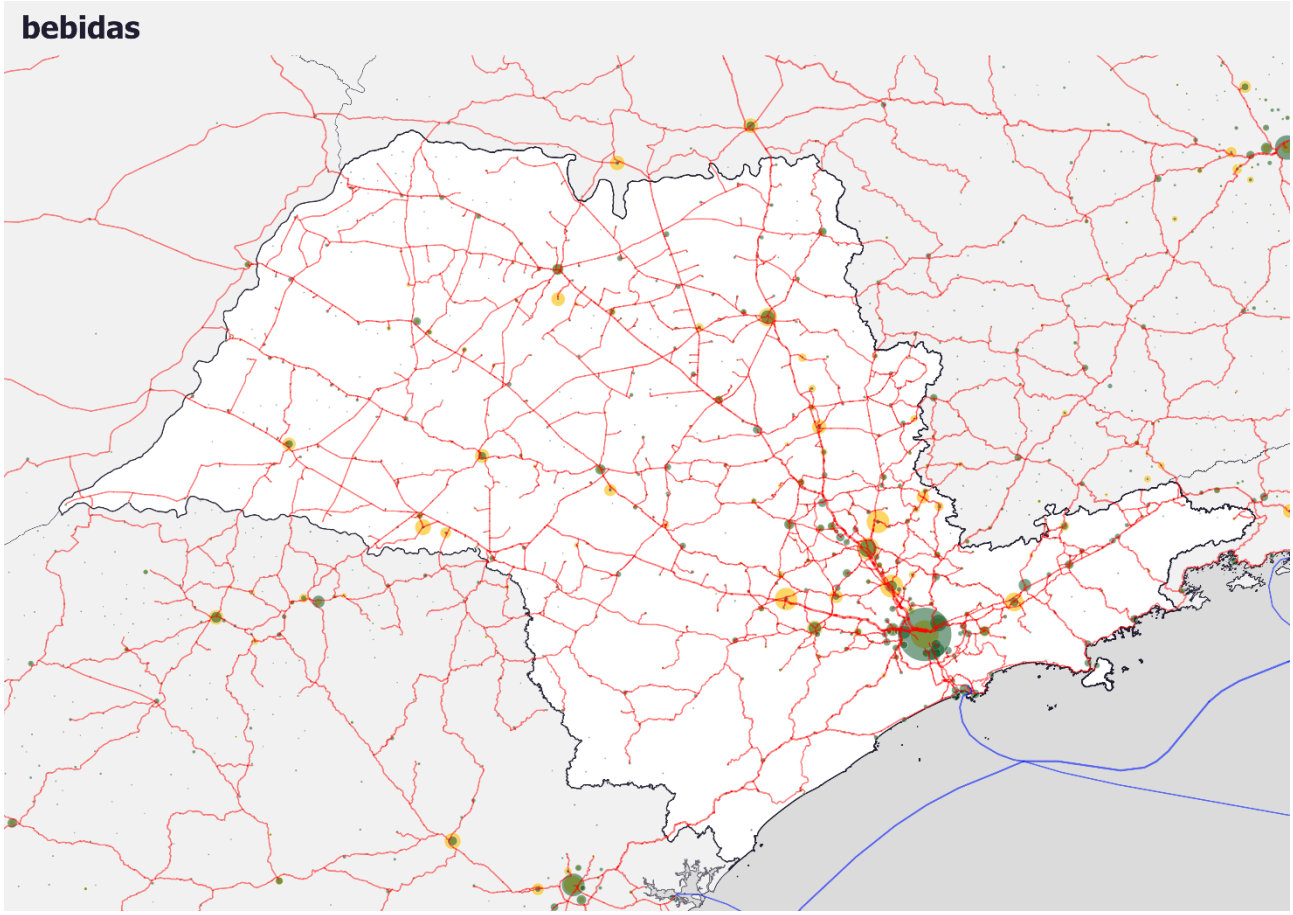
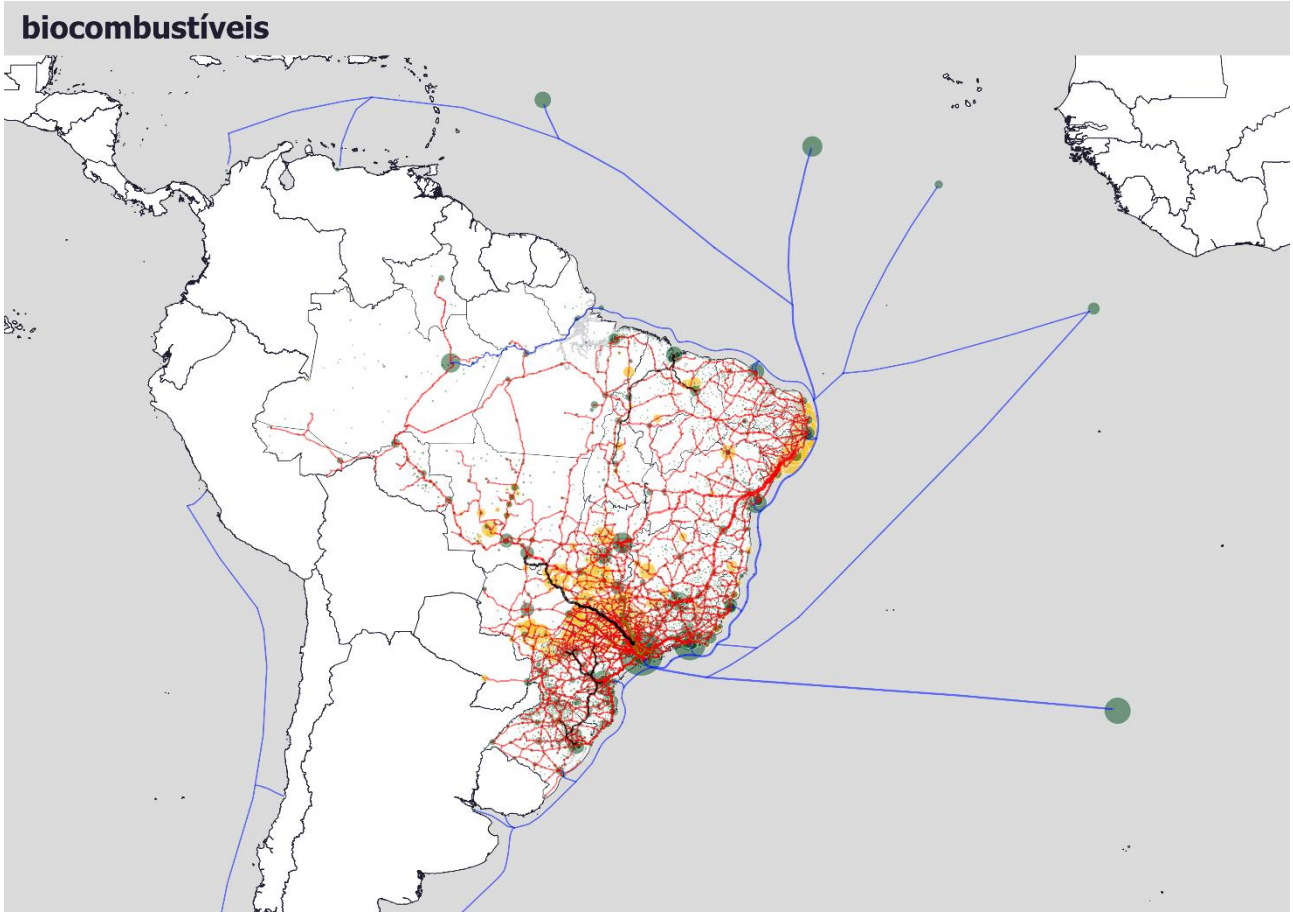


Figura 1-26: Matrizes OD alocadas por modo – bebidas.



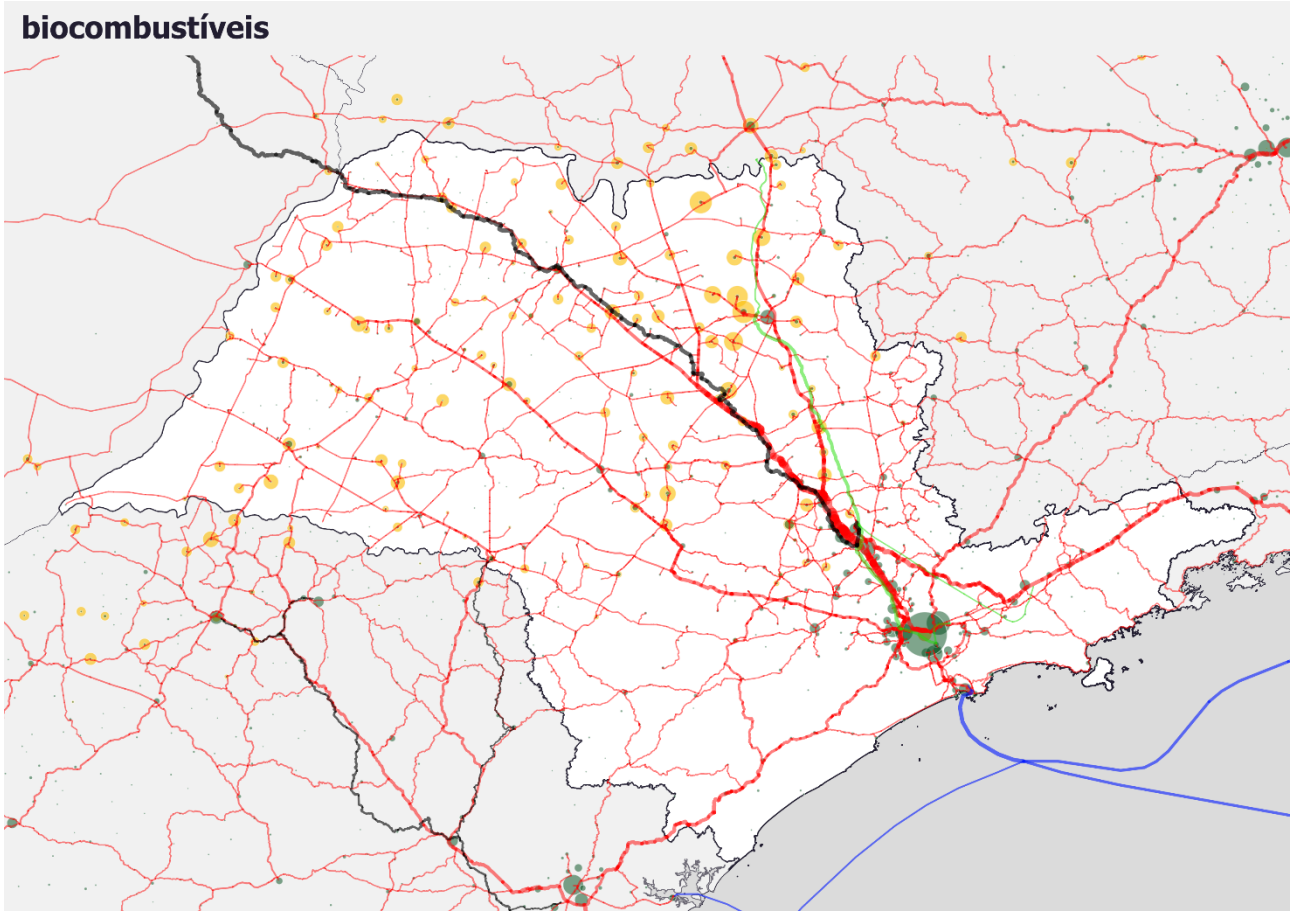


Figura 1-27: Matrizes OD alocadas por modo – biocombustíveis.

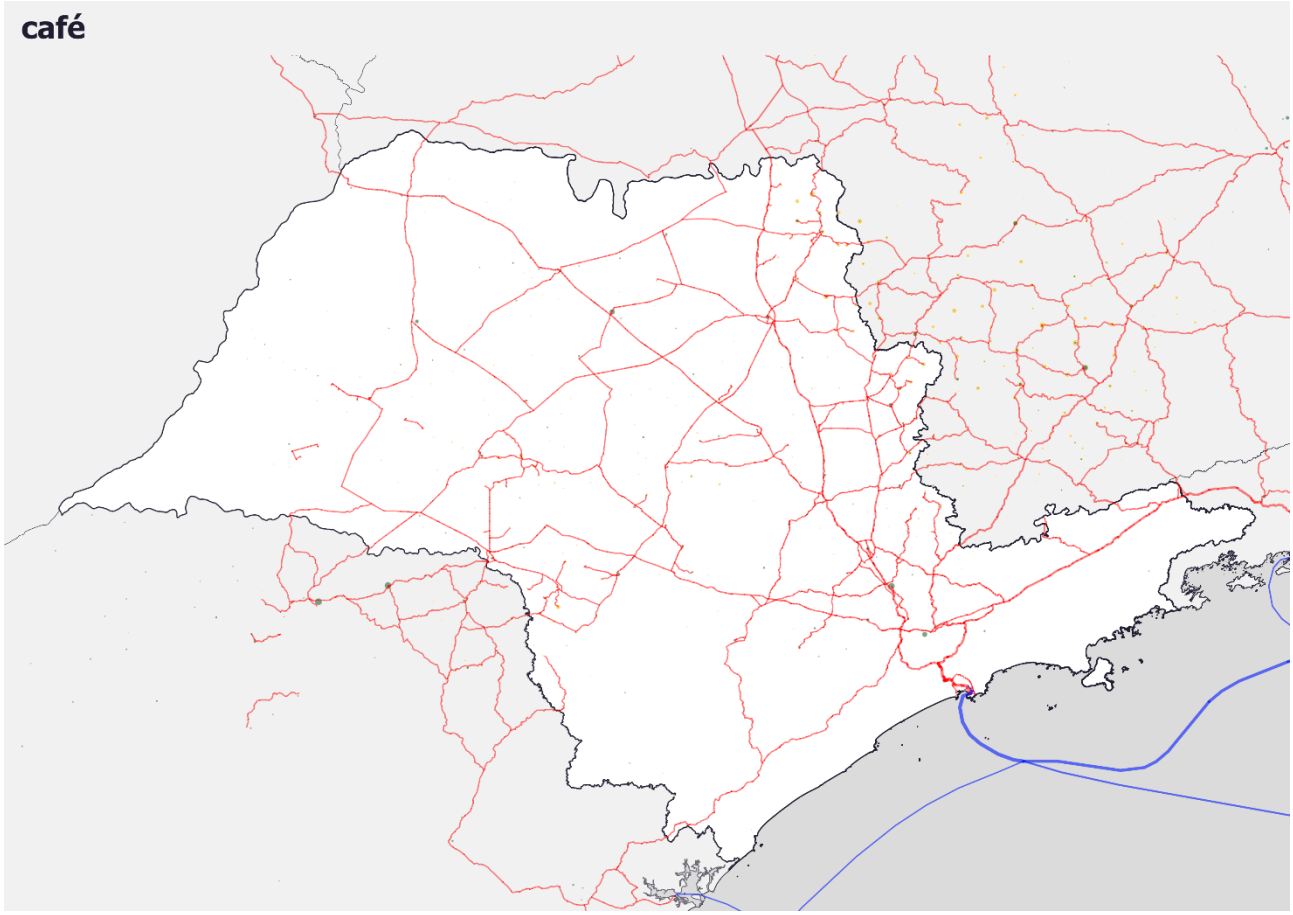
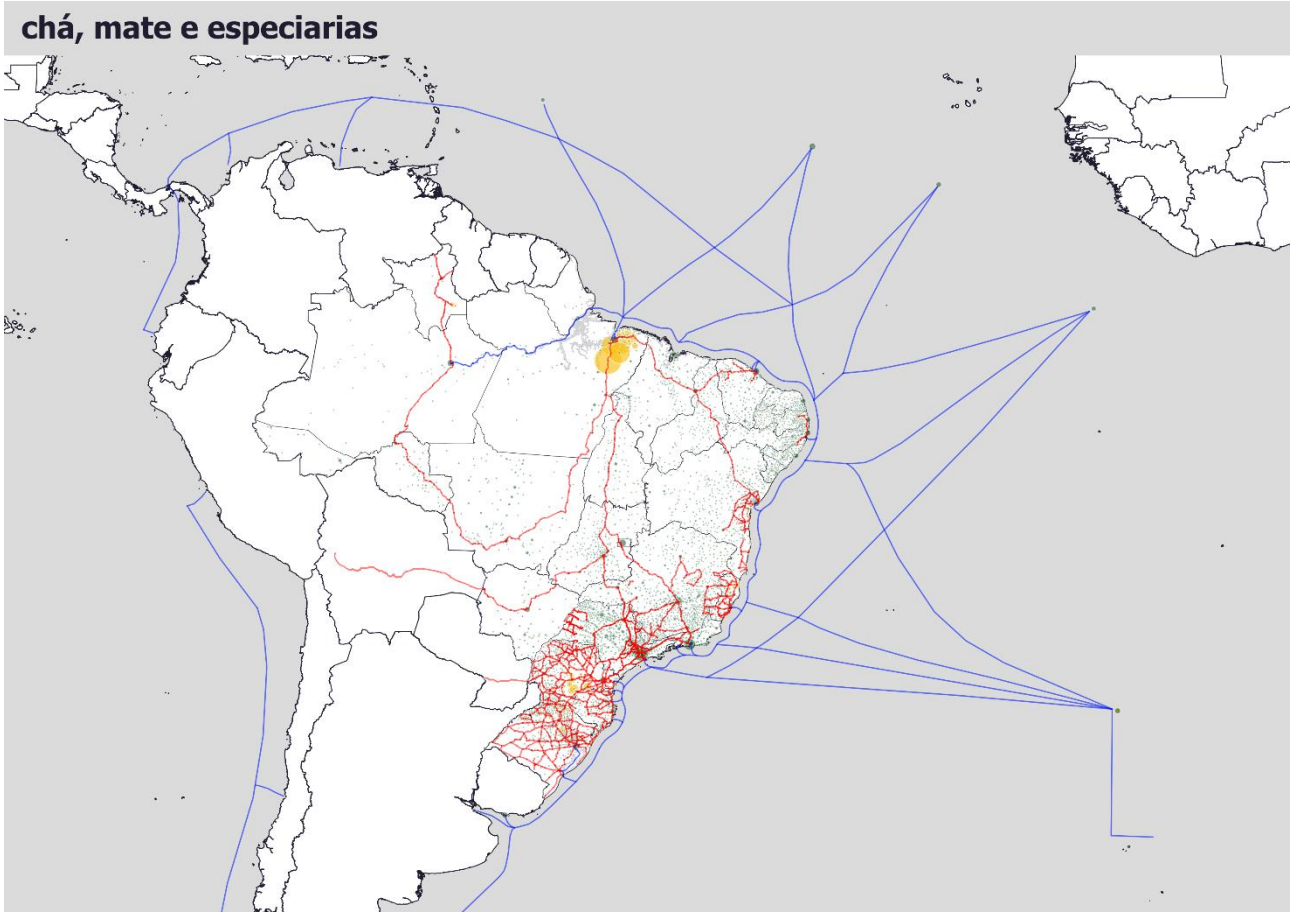


Figura 1-28: Matrizes OD alocadas por modo – café.



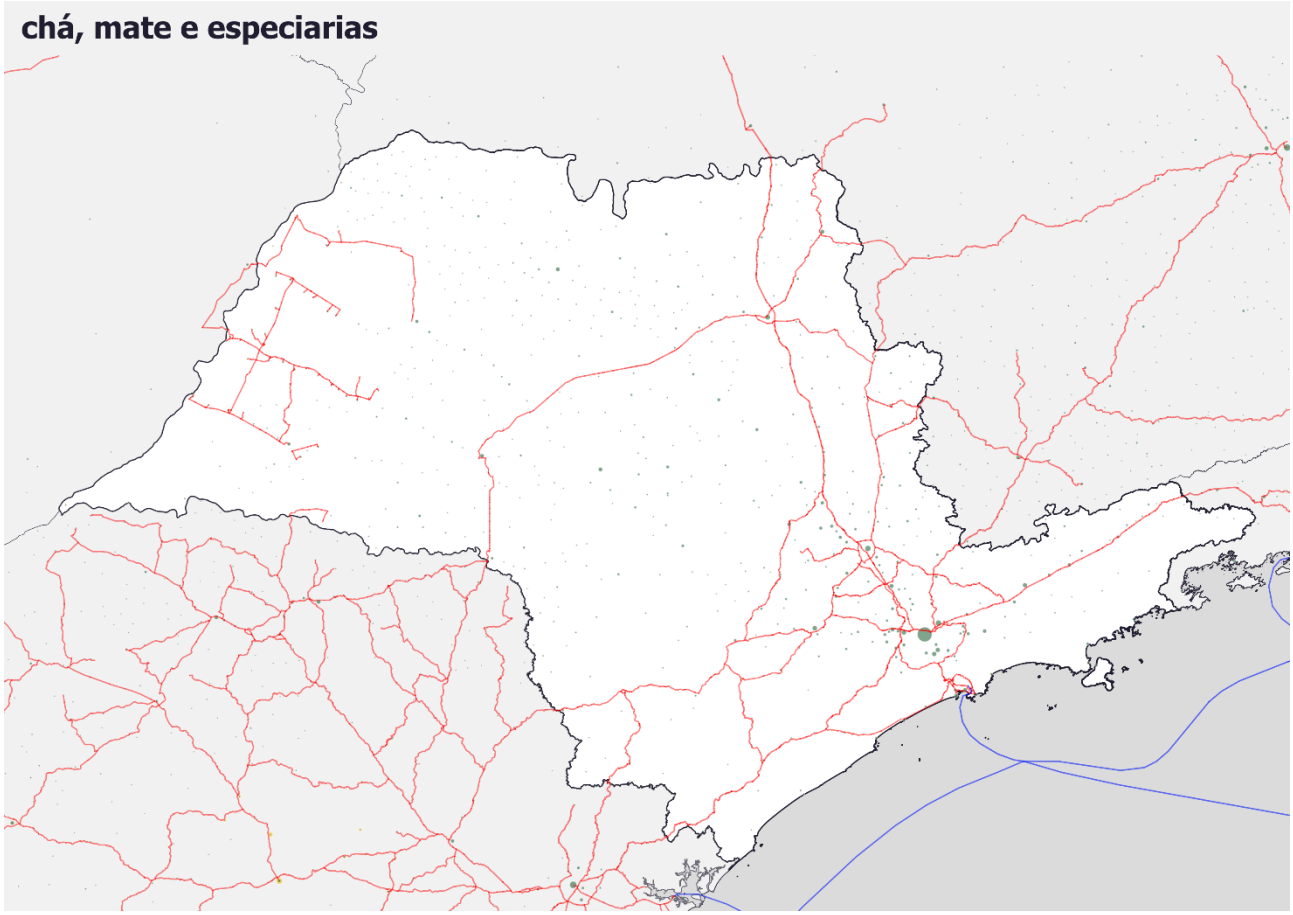
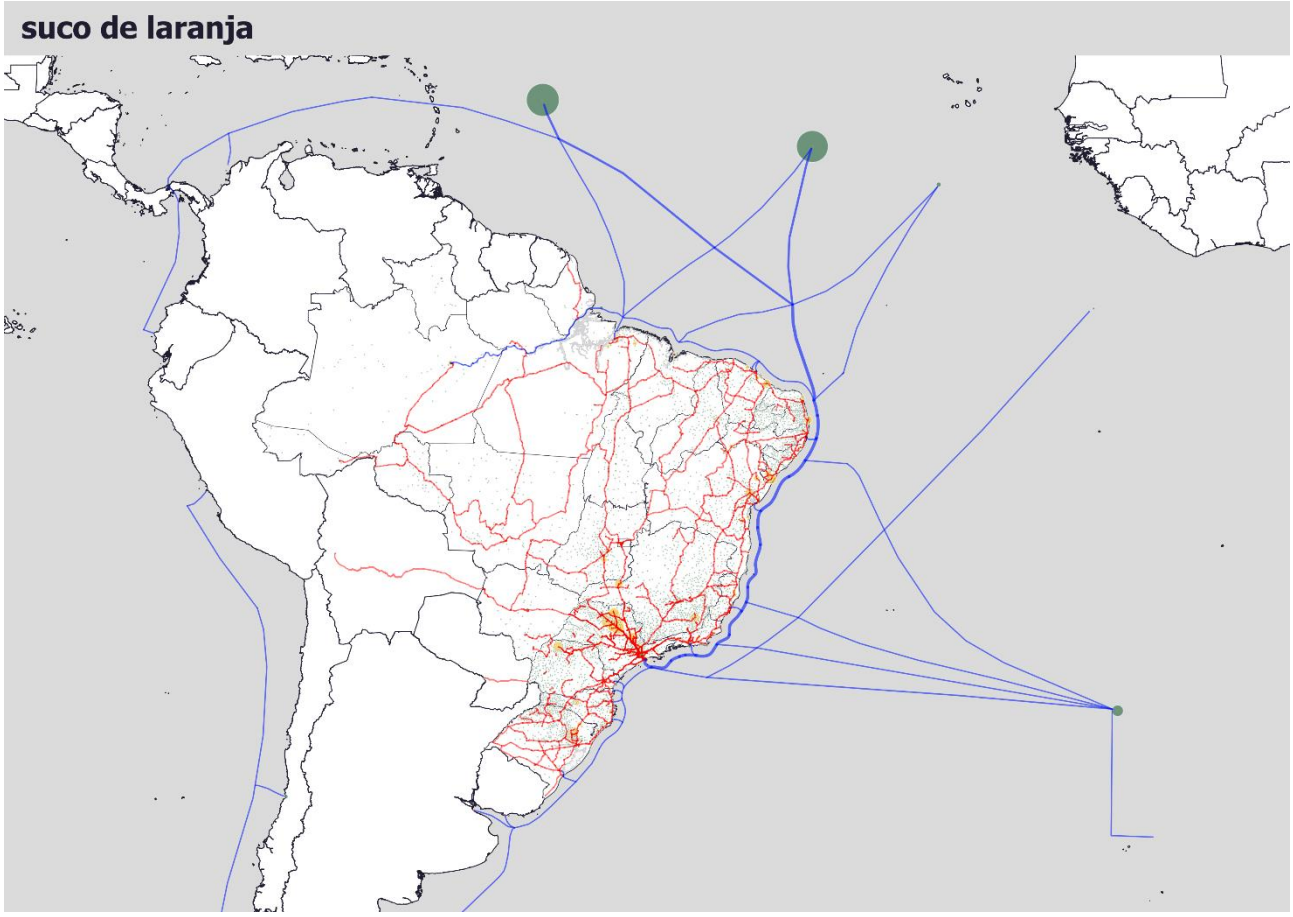


Figura 1-29: Matrizes OD alocadas por modo – chá, mate, especiarias.



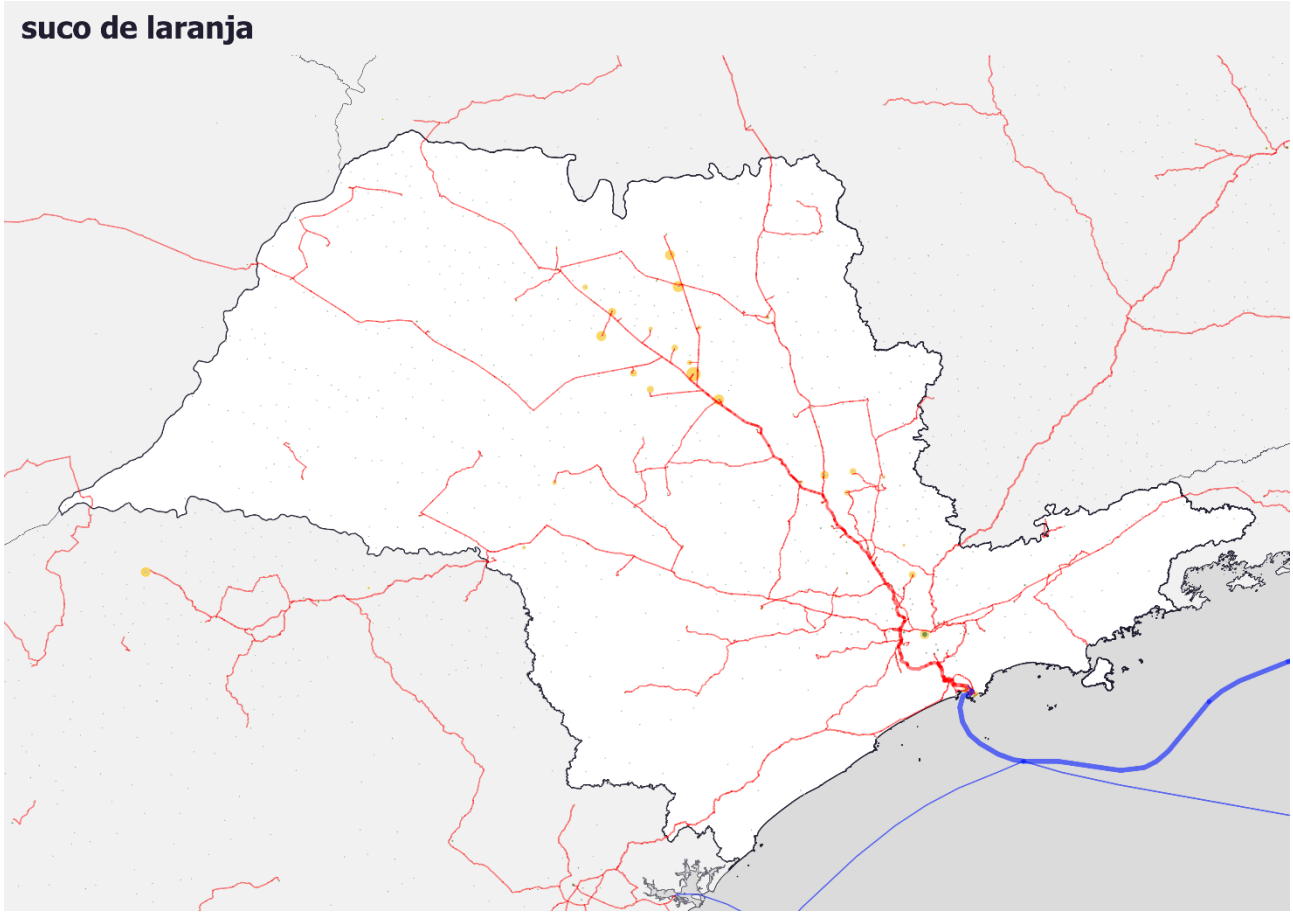
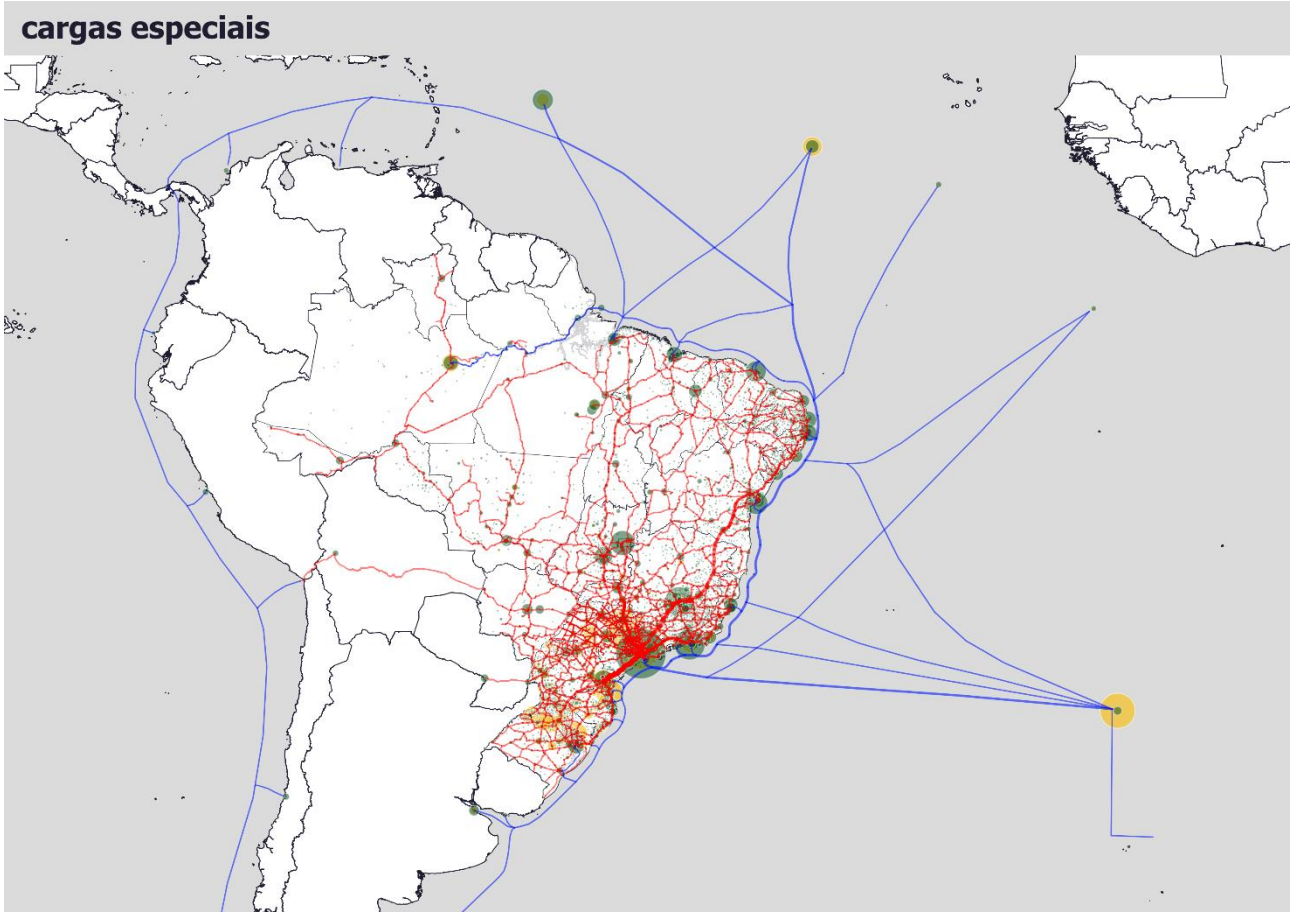


Figura 1-30: Matrizes OD alocadas por modo – suco de laranja.



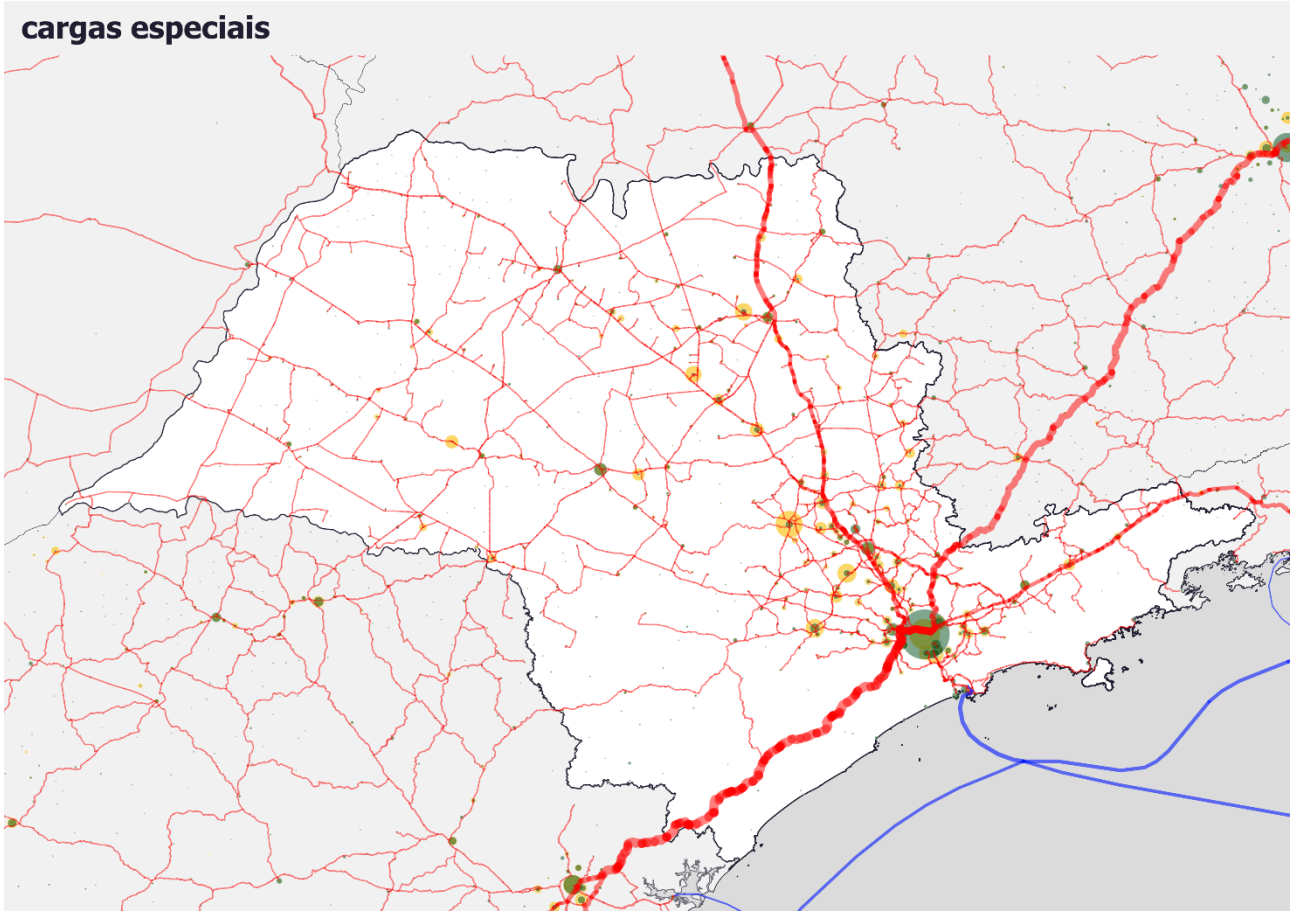


Figura 1-31: Matrizes OD alocadas por modo – cargas especiais.

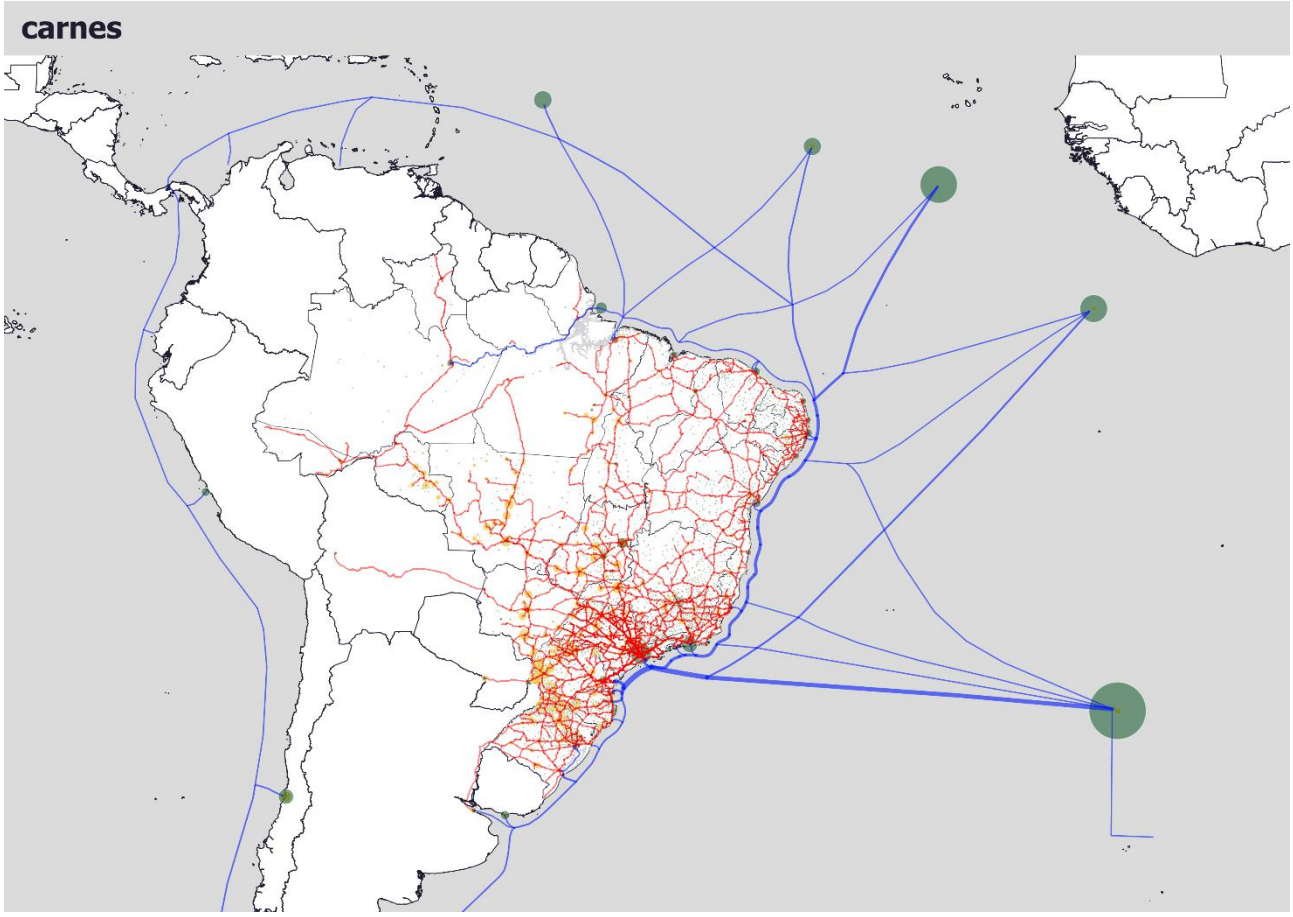
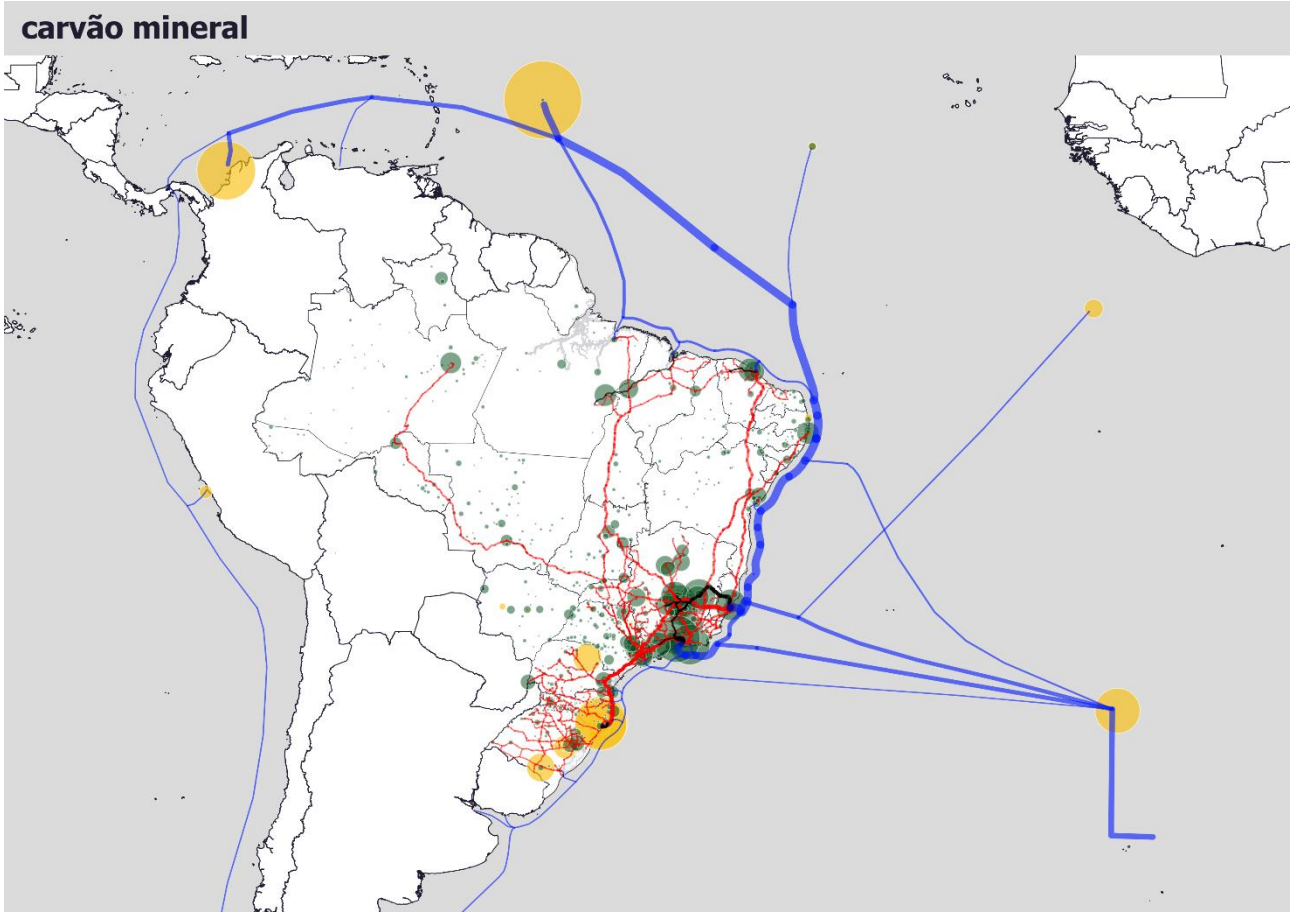


Figura 1-32: Matrizes OD alocadas por modo – carnes.



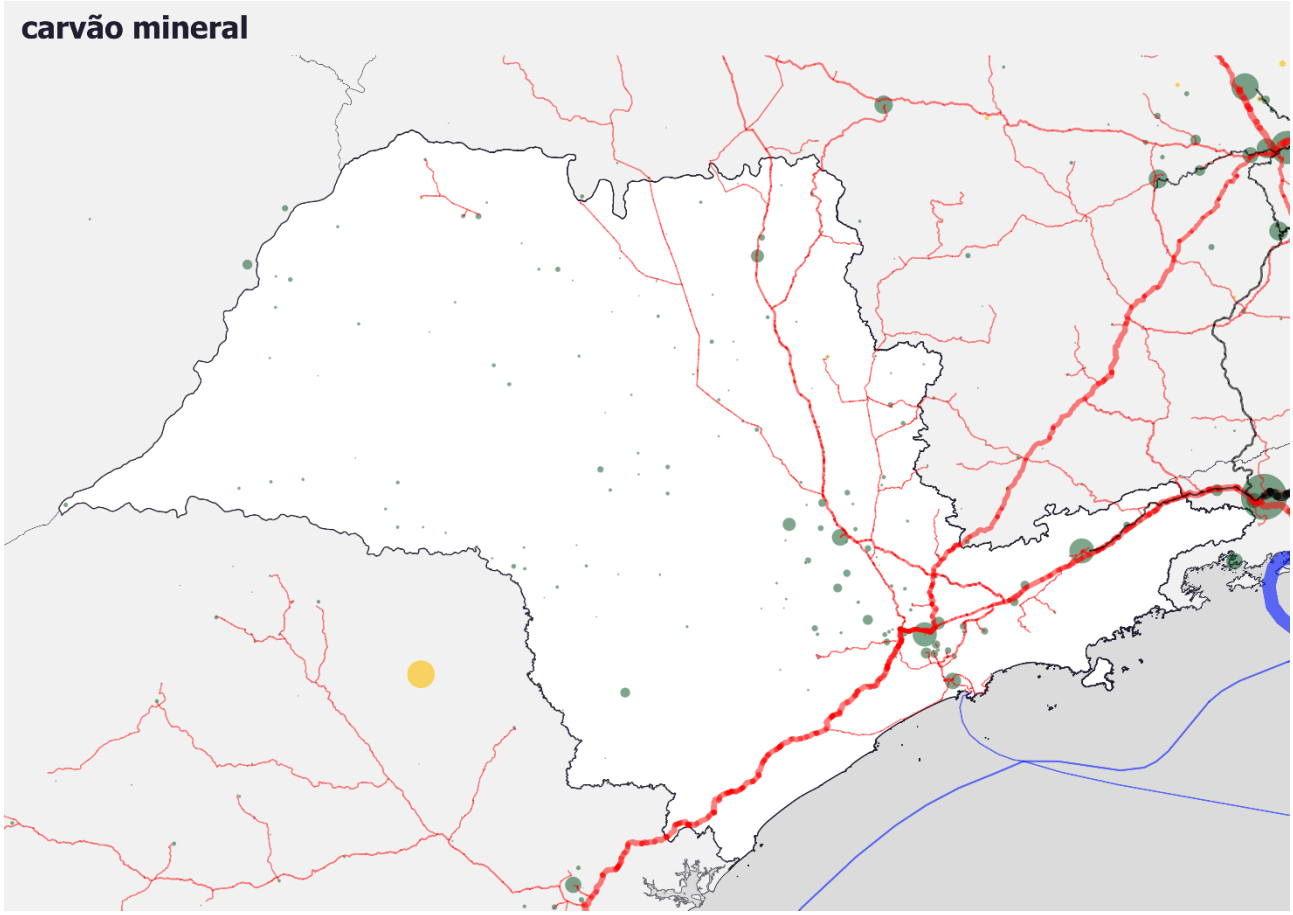
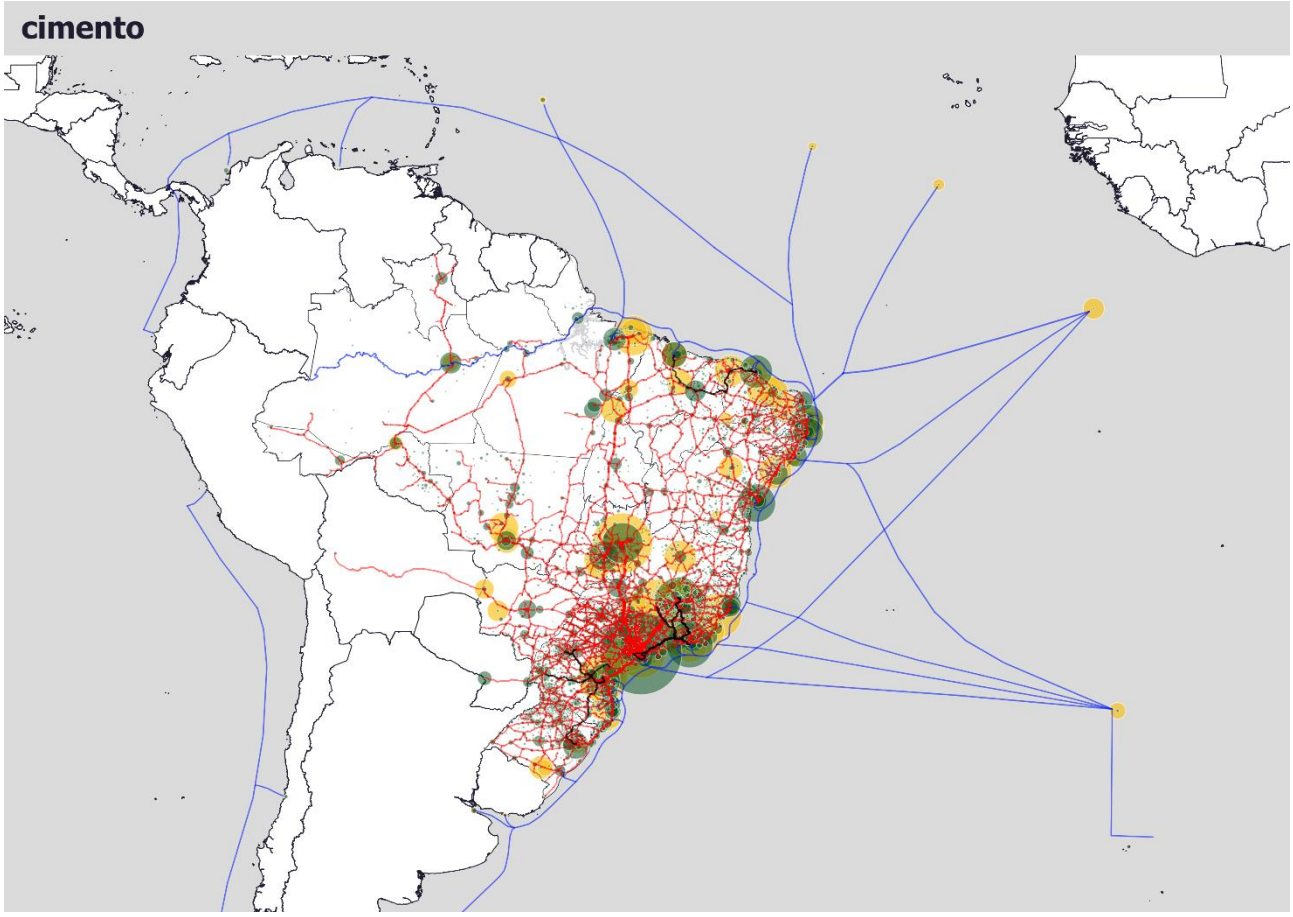


Figura 1-33: Matrizes OD alocadas por modo – carvão mineral.



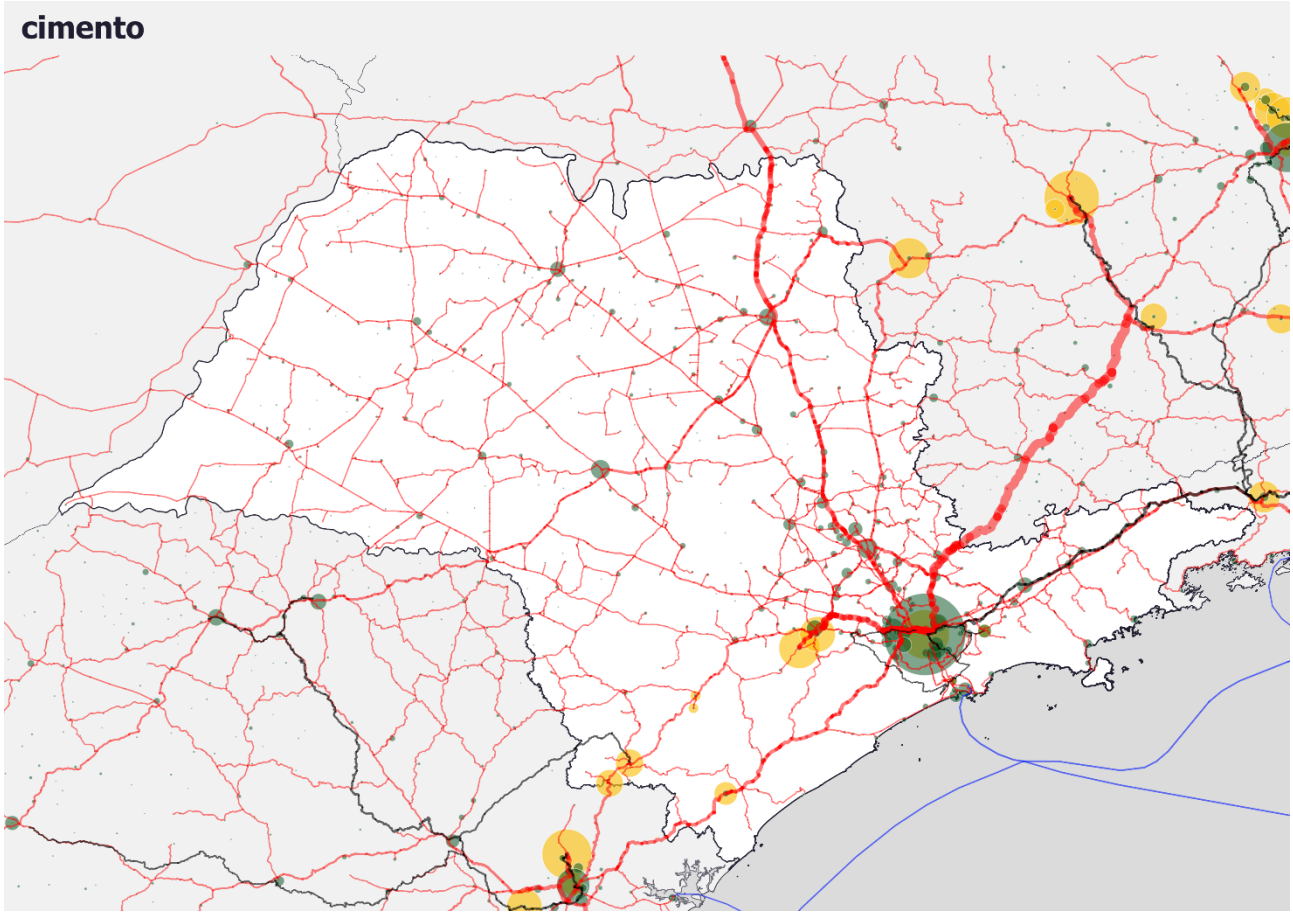
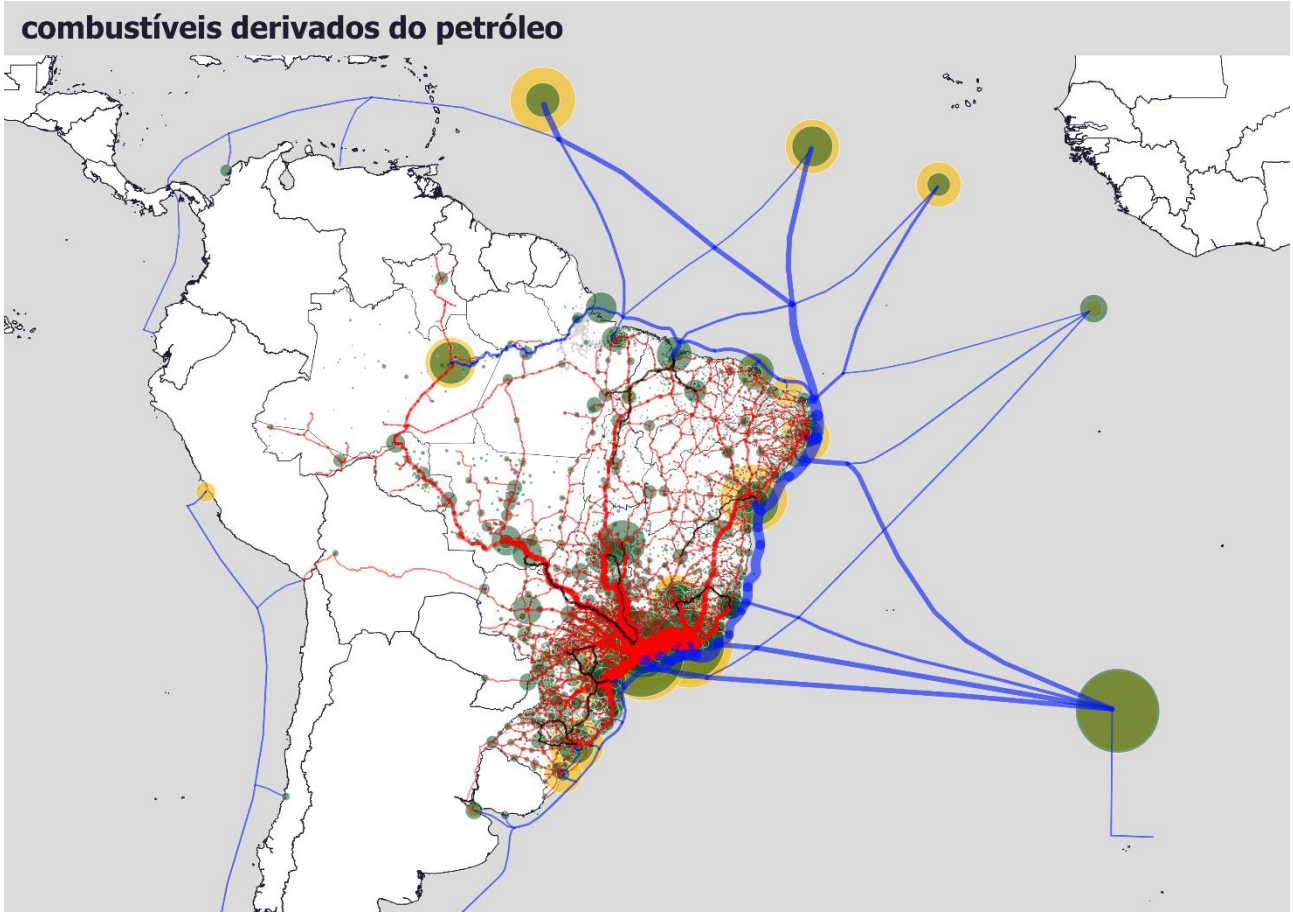


Figura 1-34: Matrizes OD alocadas por modo – cimento.



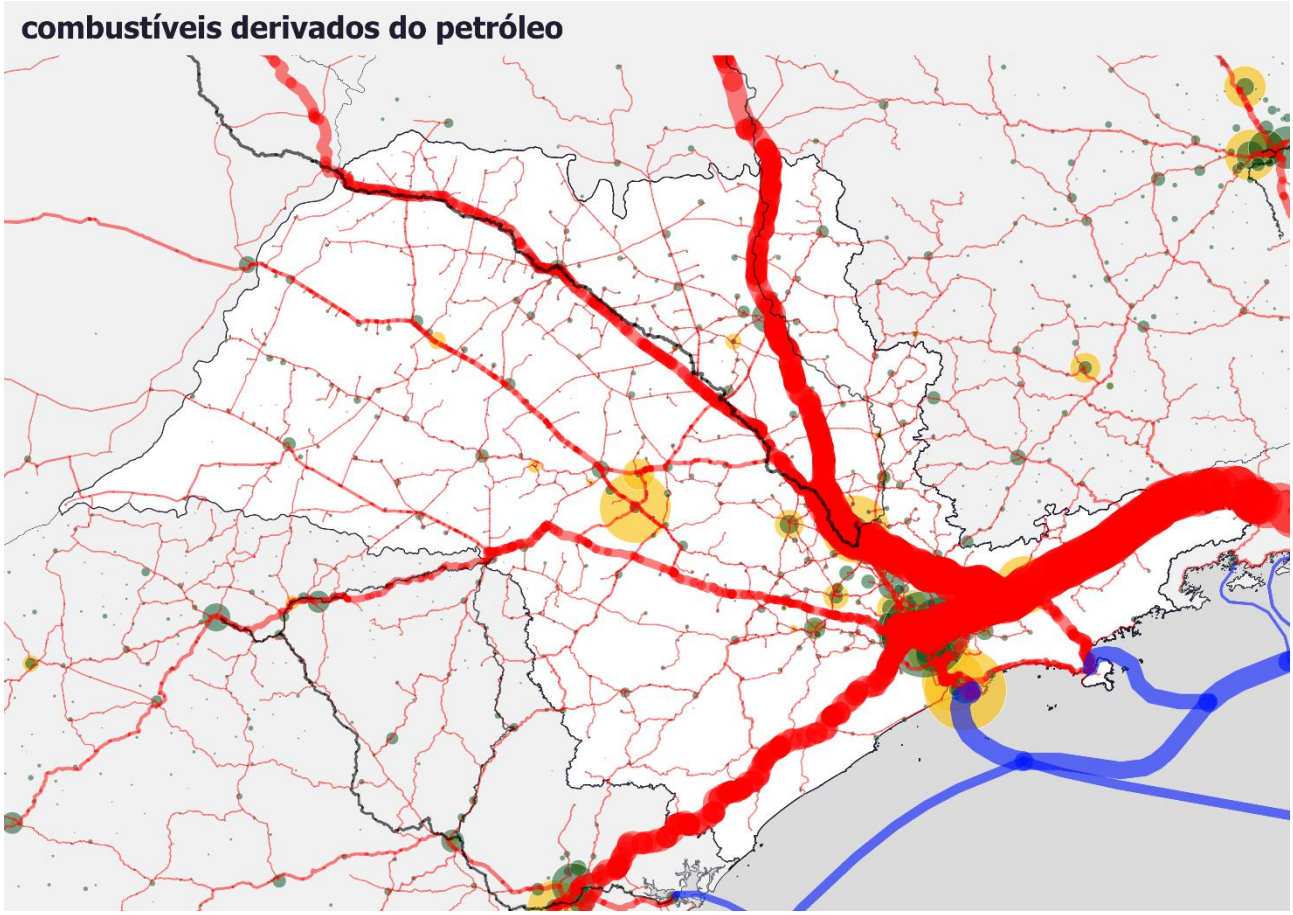


Figura 1-35: Matrizes OD alocadas por modo – combustíveis e derivados de petróleo.

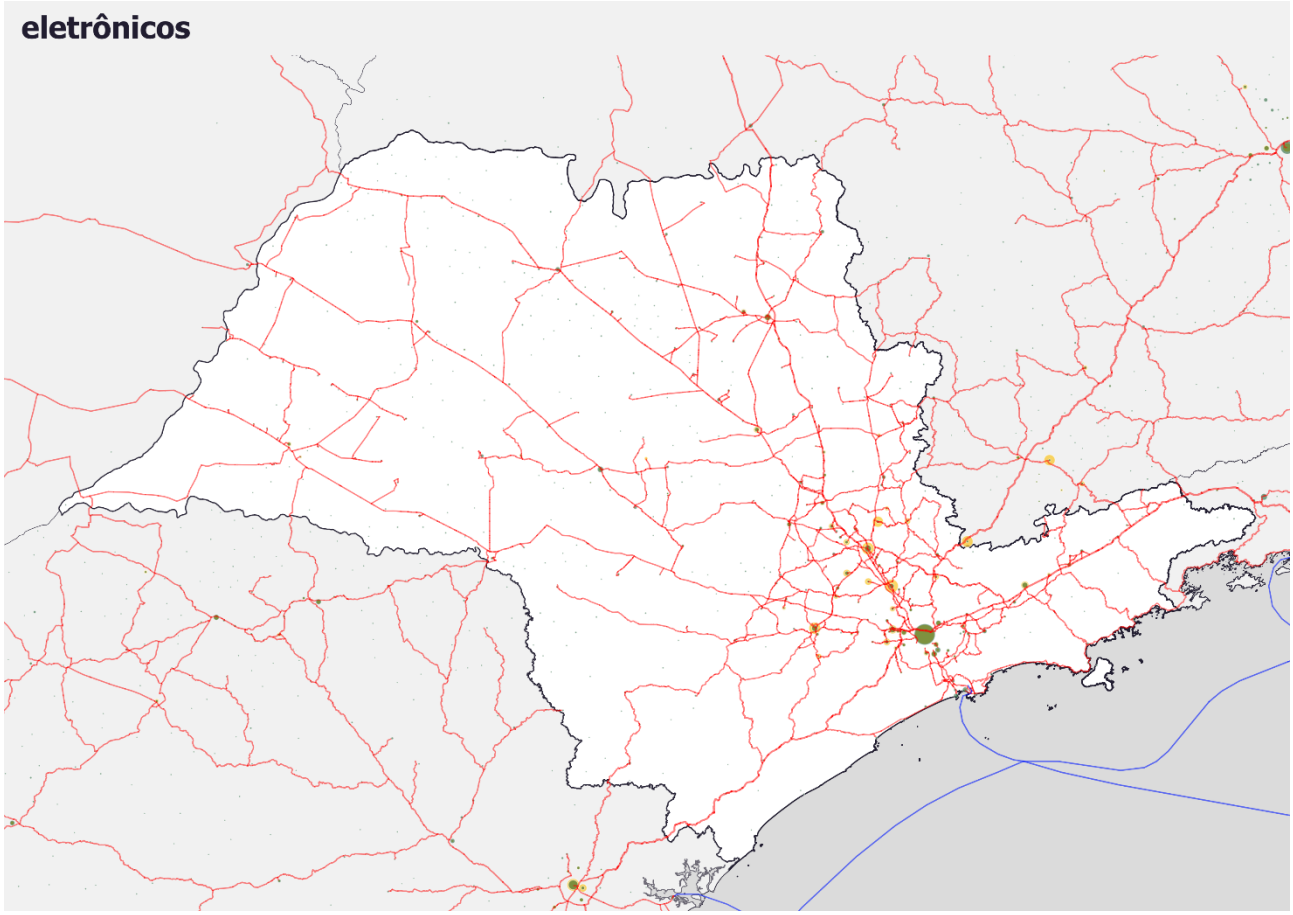
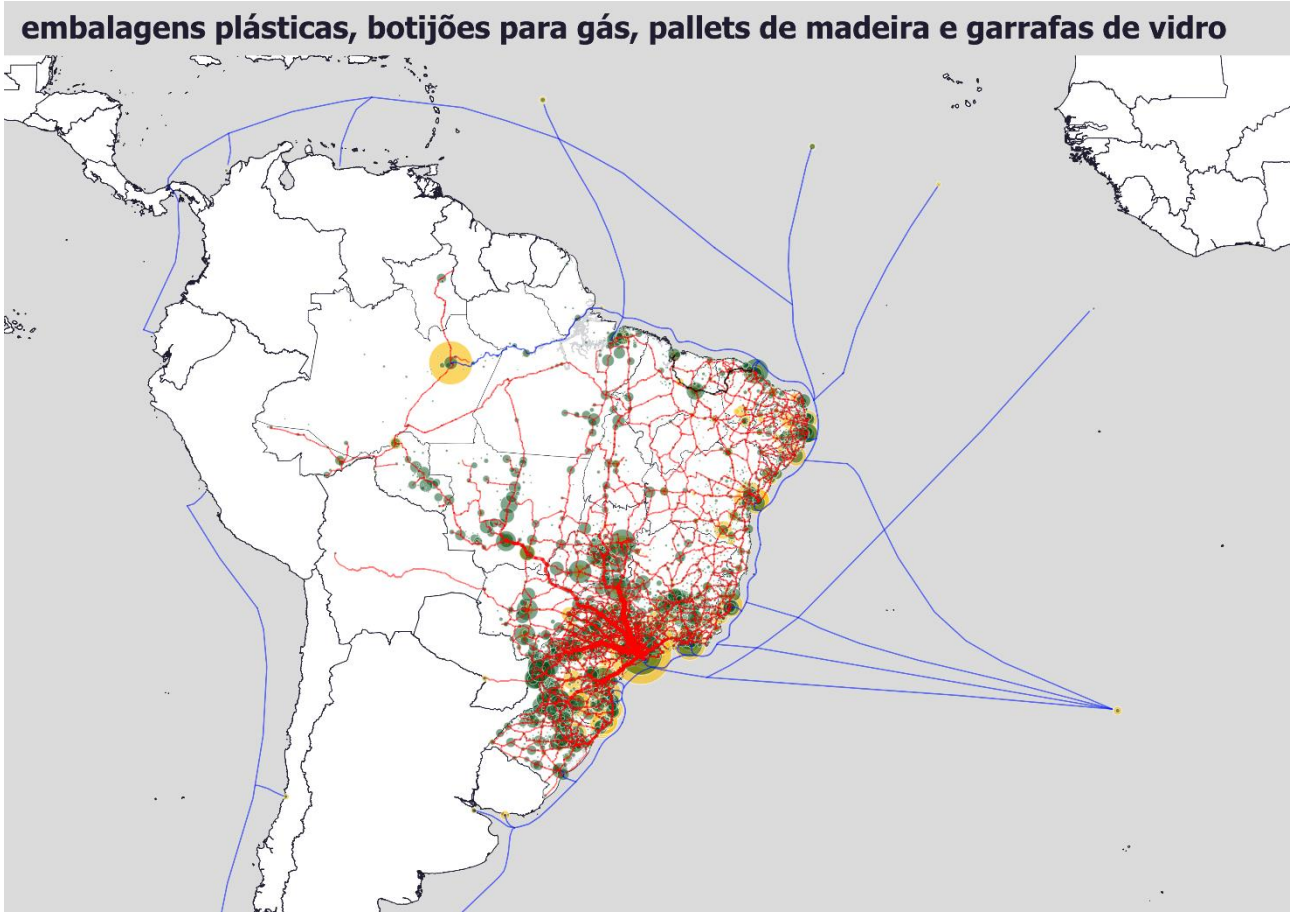


Figura 1-36: Matrizes OD alocadas por modo – eletrônicos.



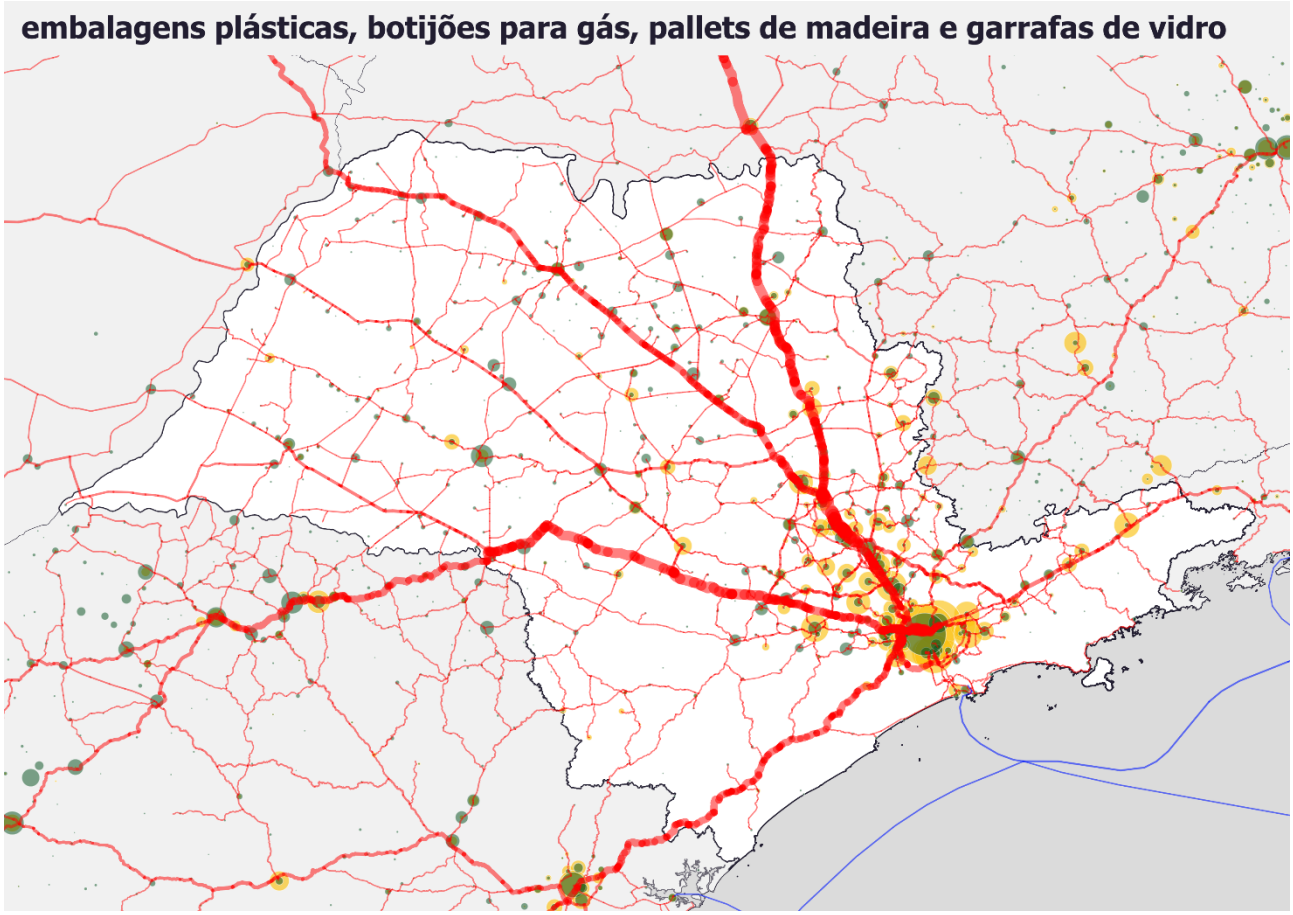
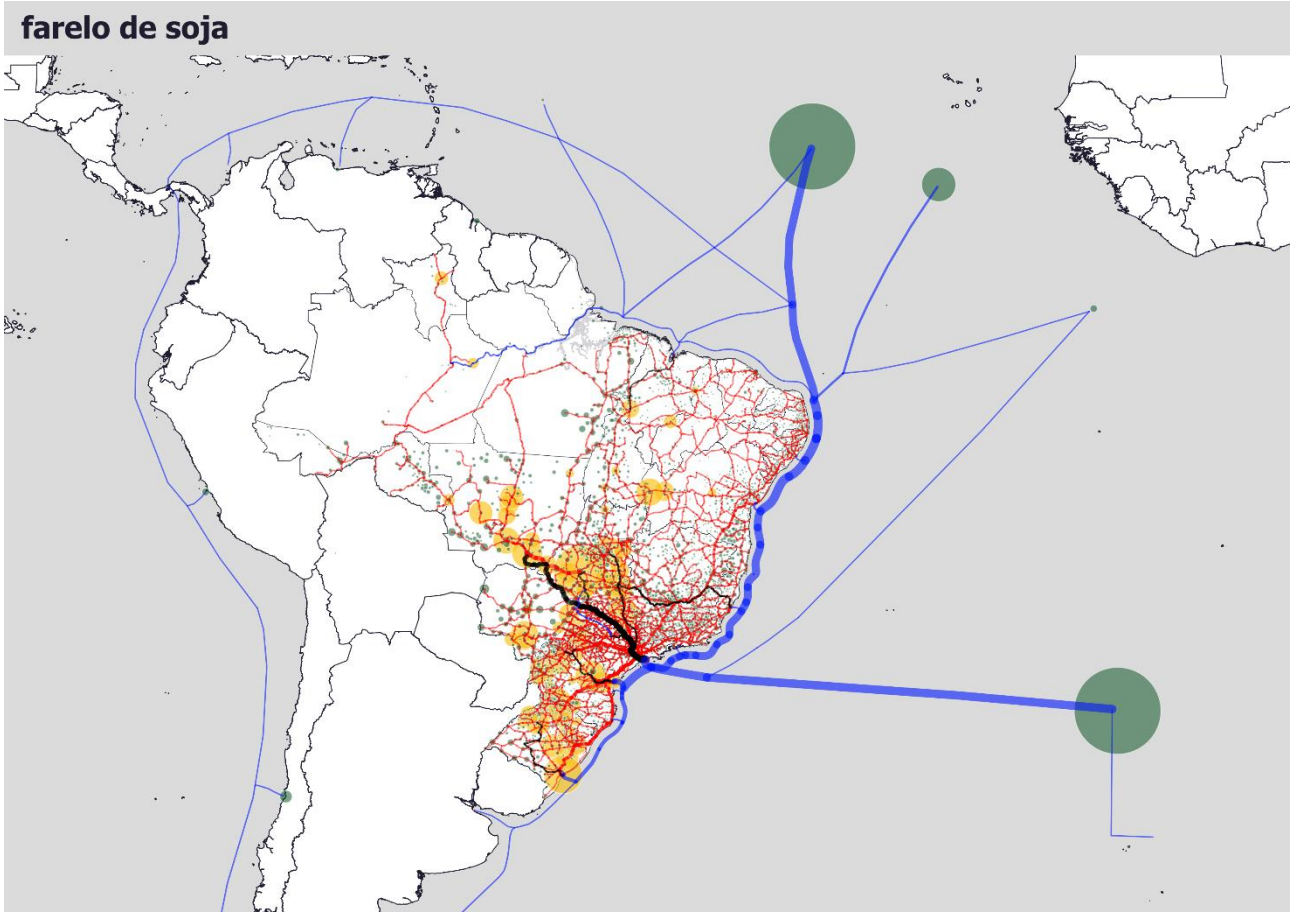


Figura 1-37: Matrizes OD alocadas por modo – embalagens, botijões, pallets, garrafas.



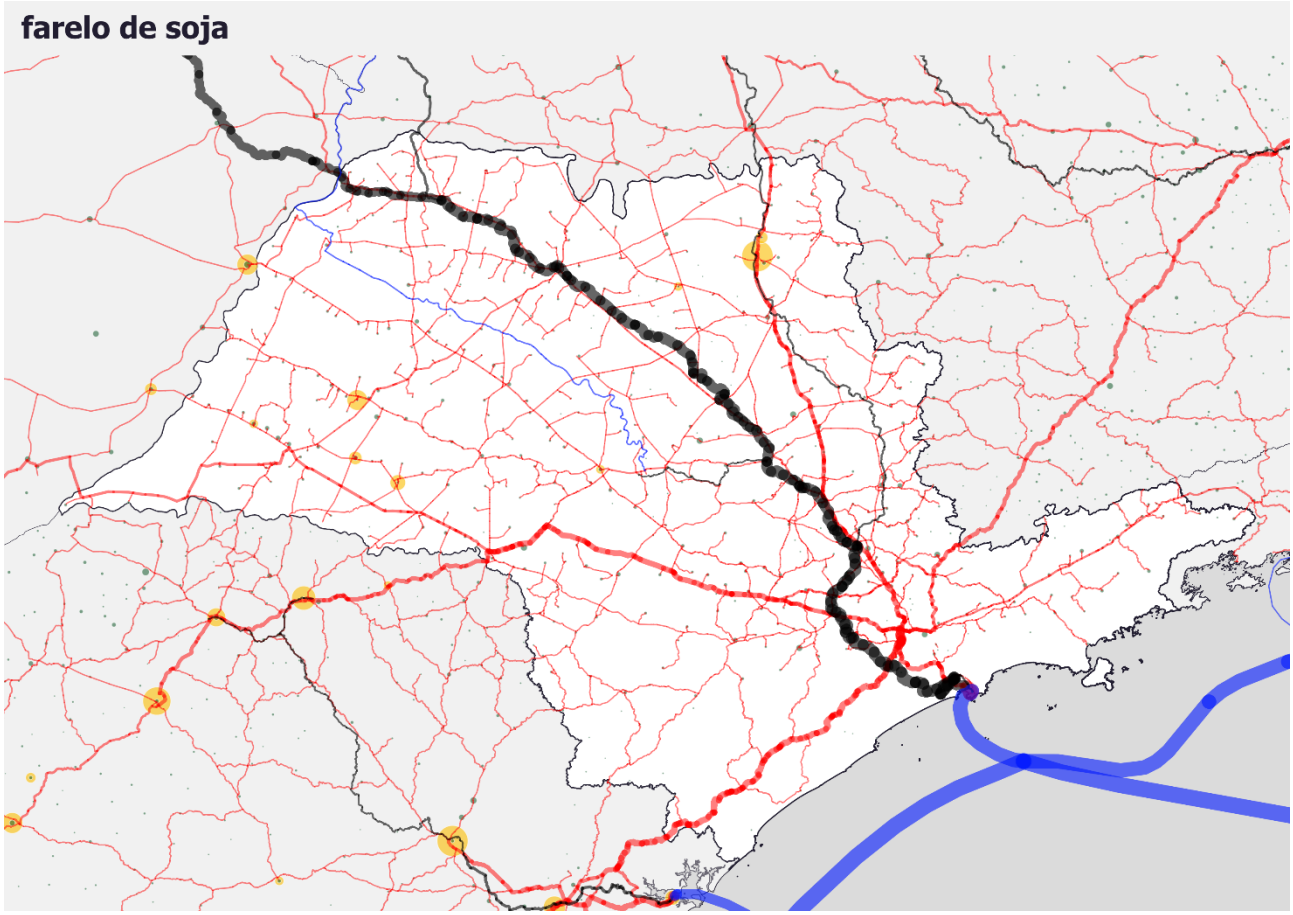
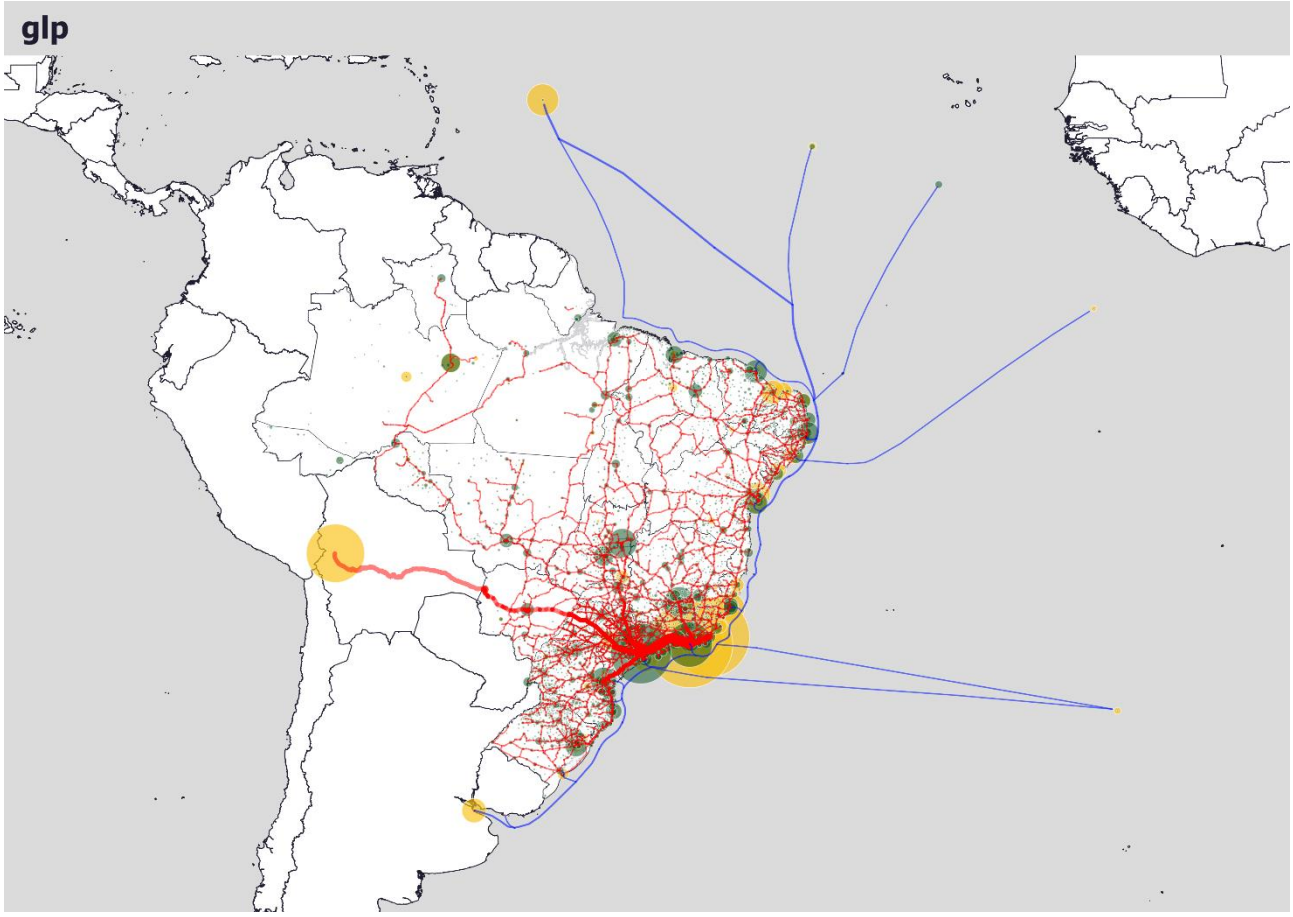


Figura 1-38: Matrizes OD alocadas por modo – farelo de soja.



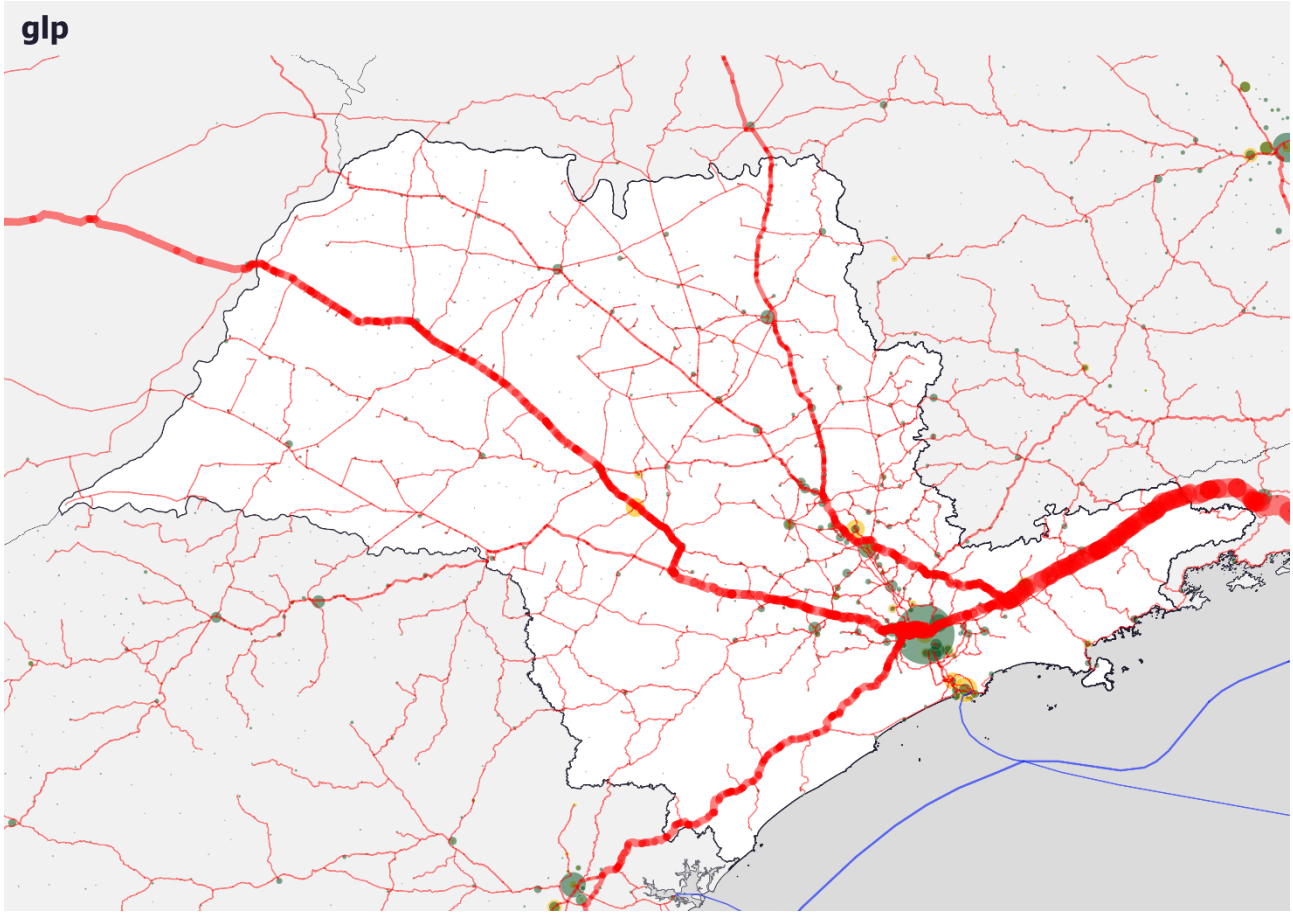


Figura 1-39: Matrizes OD alocadas por modo – glp.

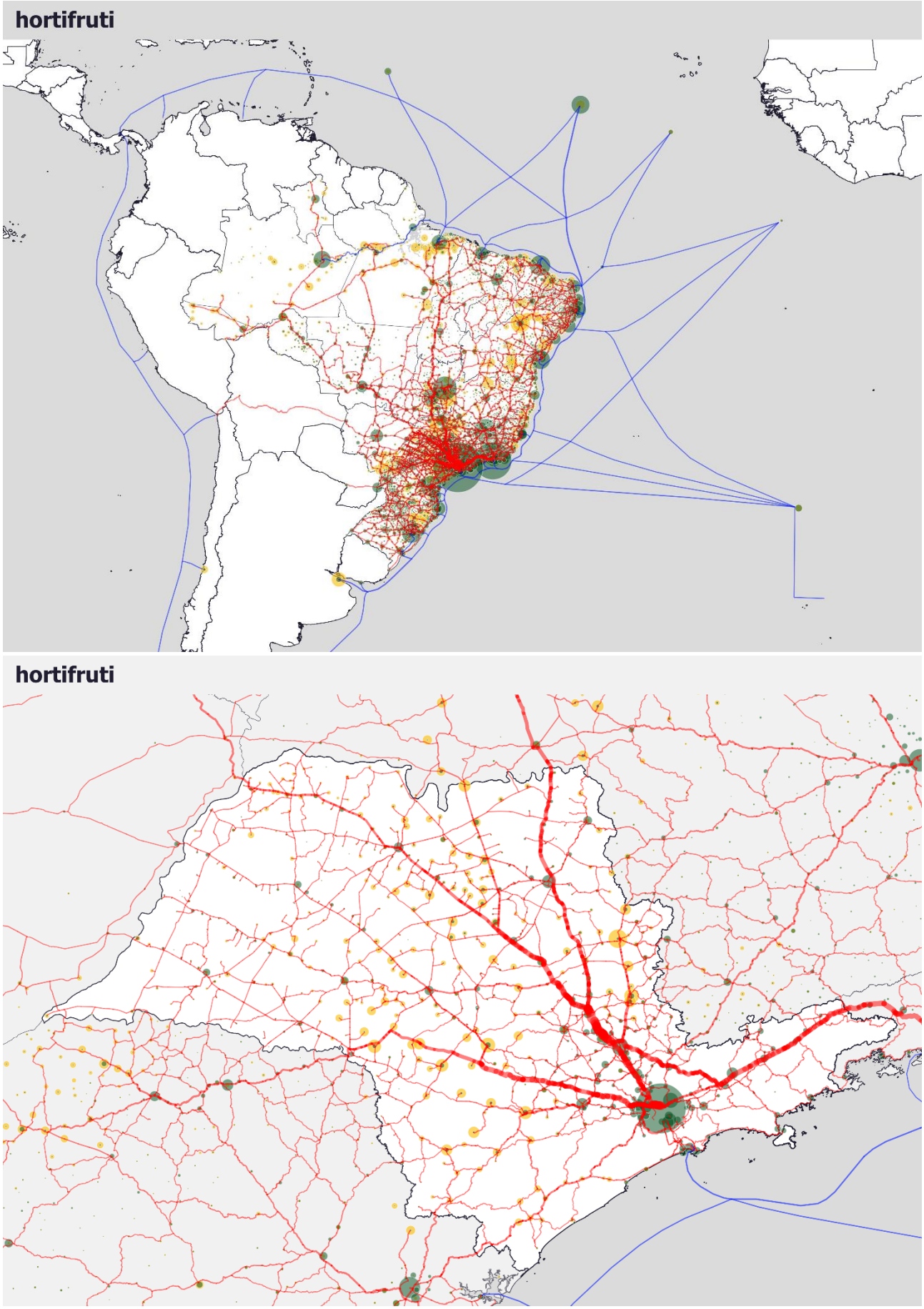
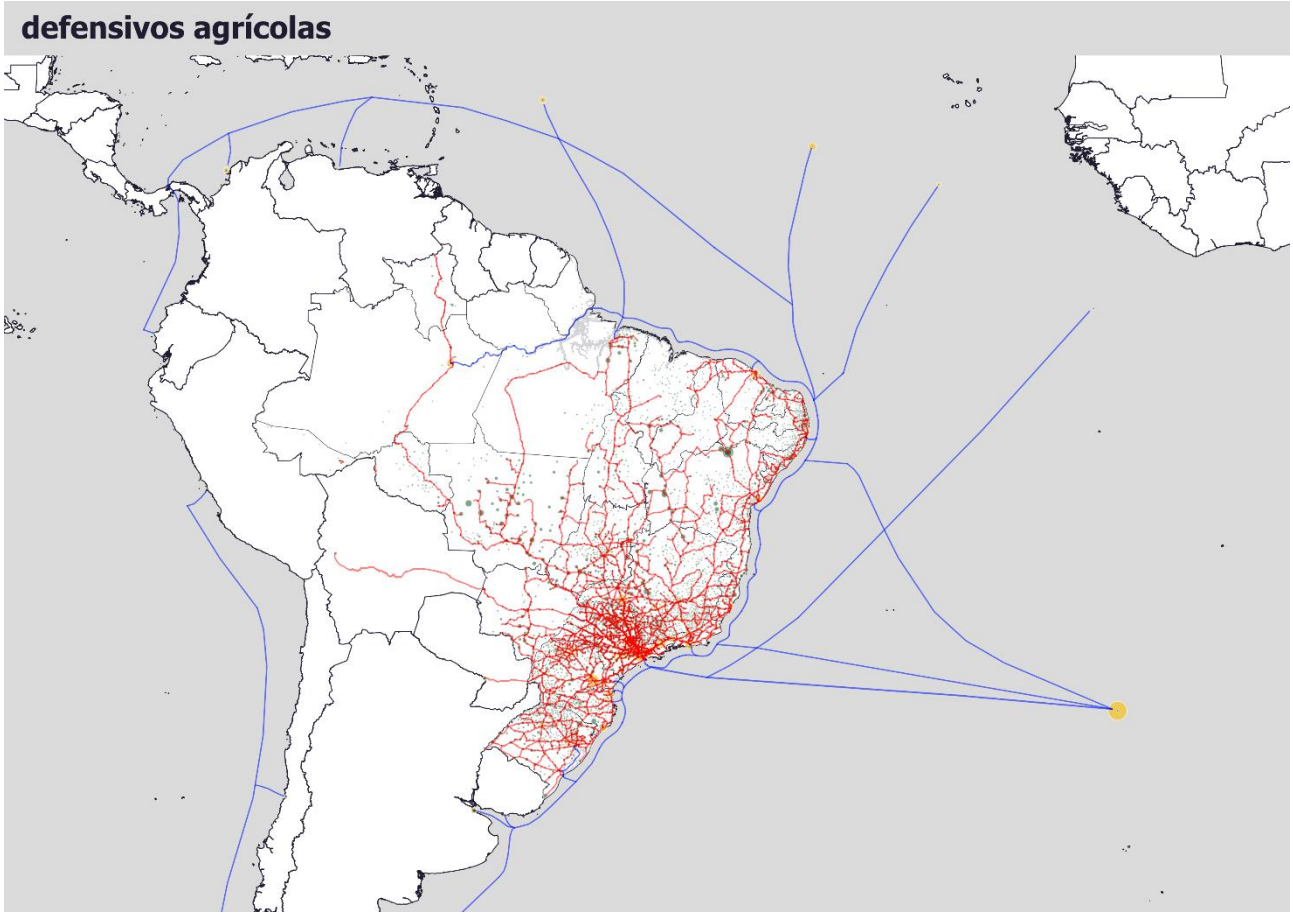


Figura 1-40: Matrizes OD alocadas por modo – hortifruti.



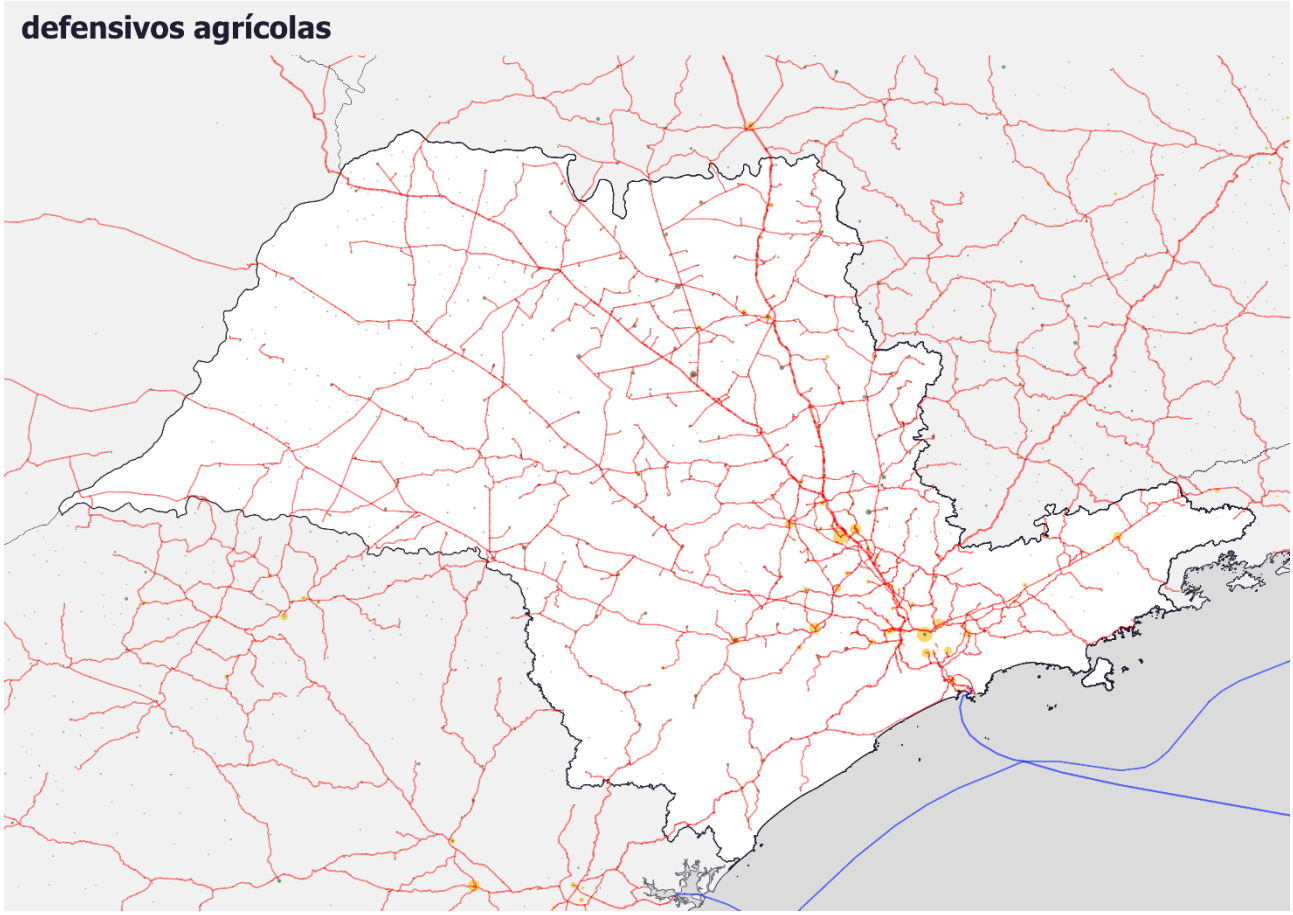
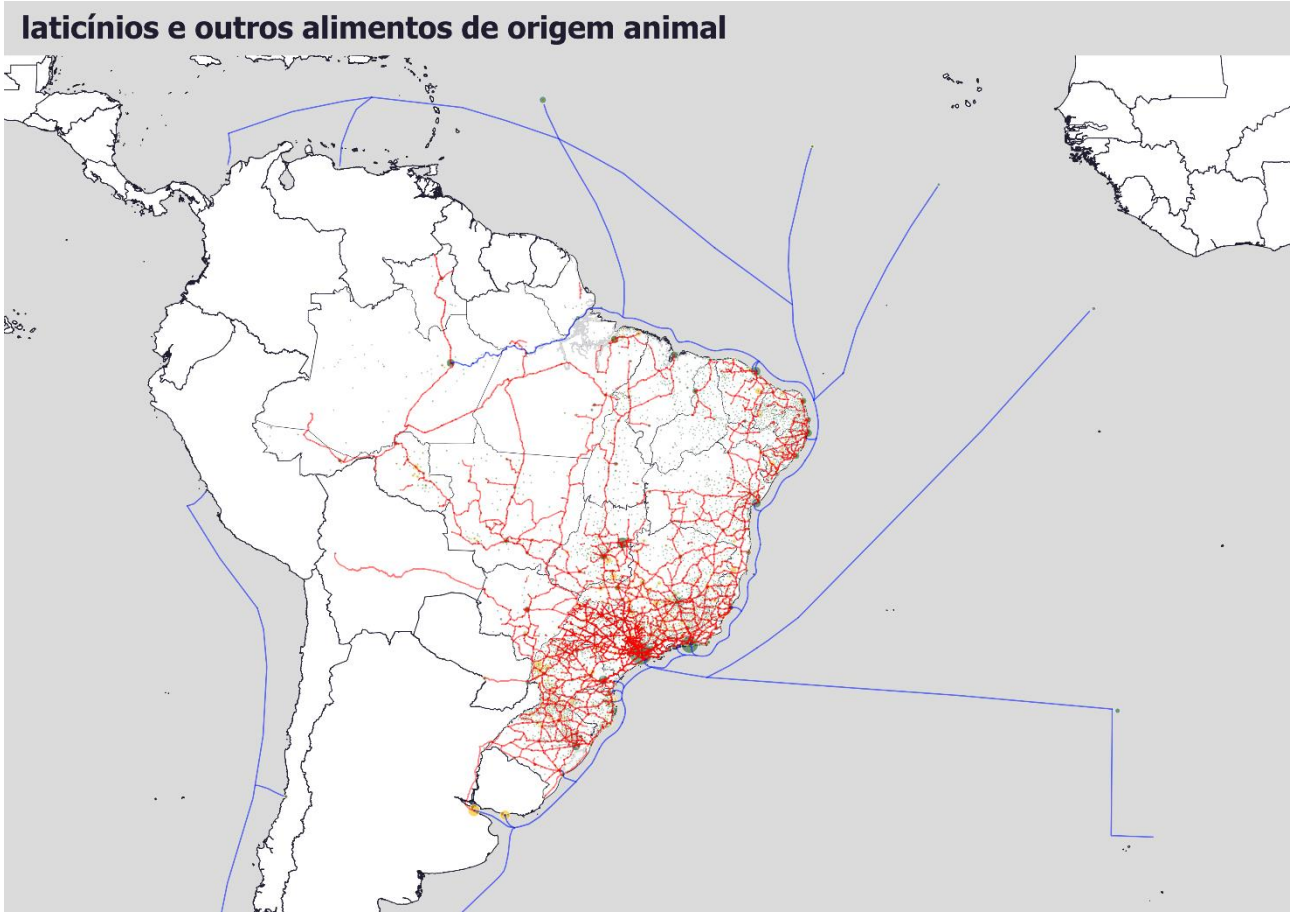


Figura 1-41: Matrizes OD alocadas por modo – defensivos agrícolas.



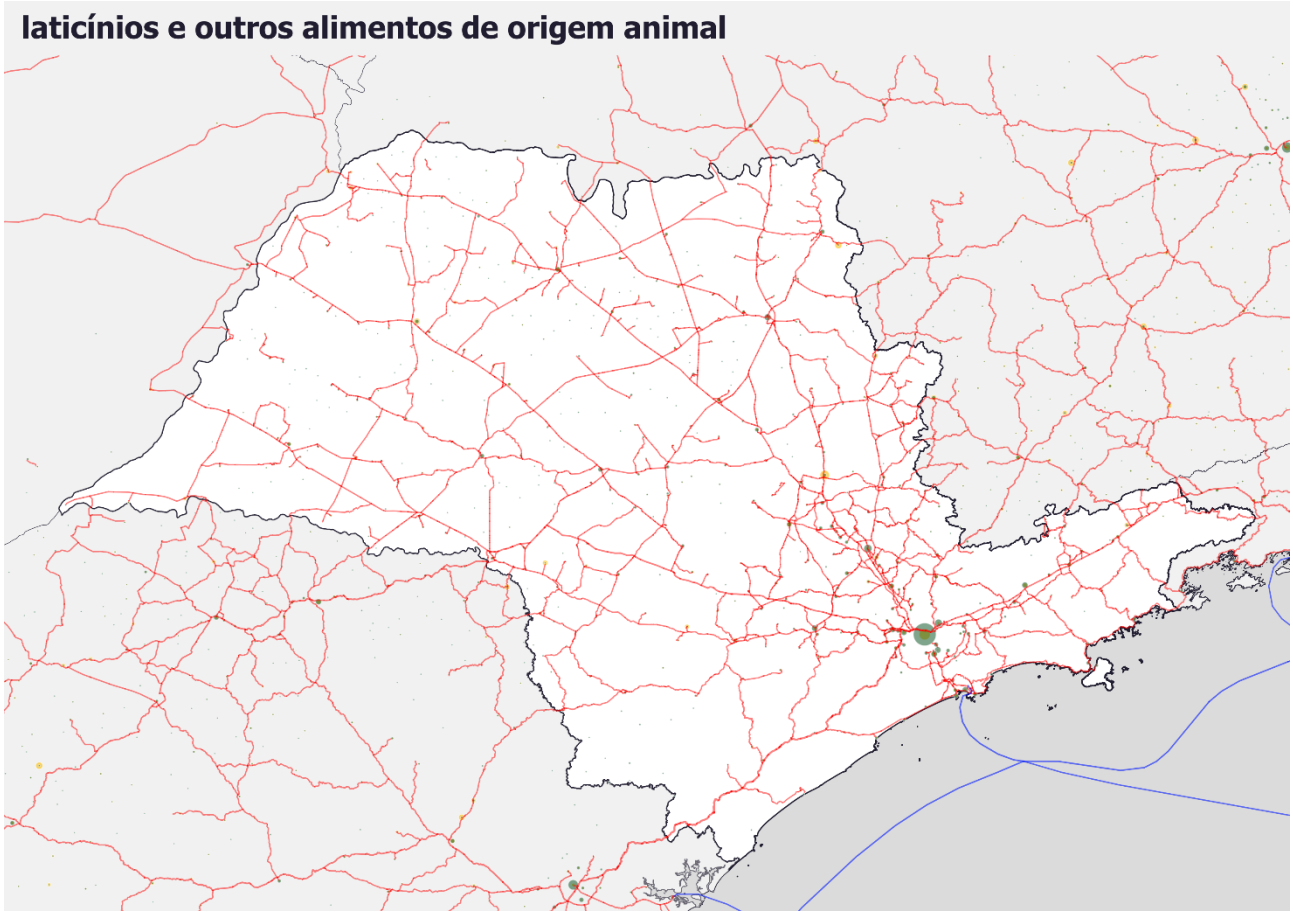
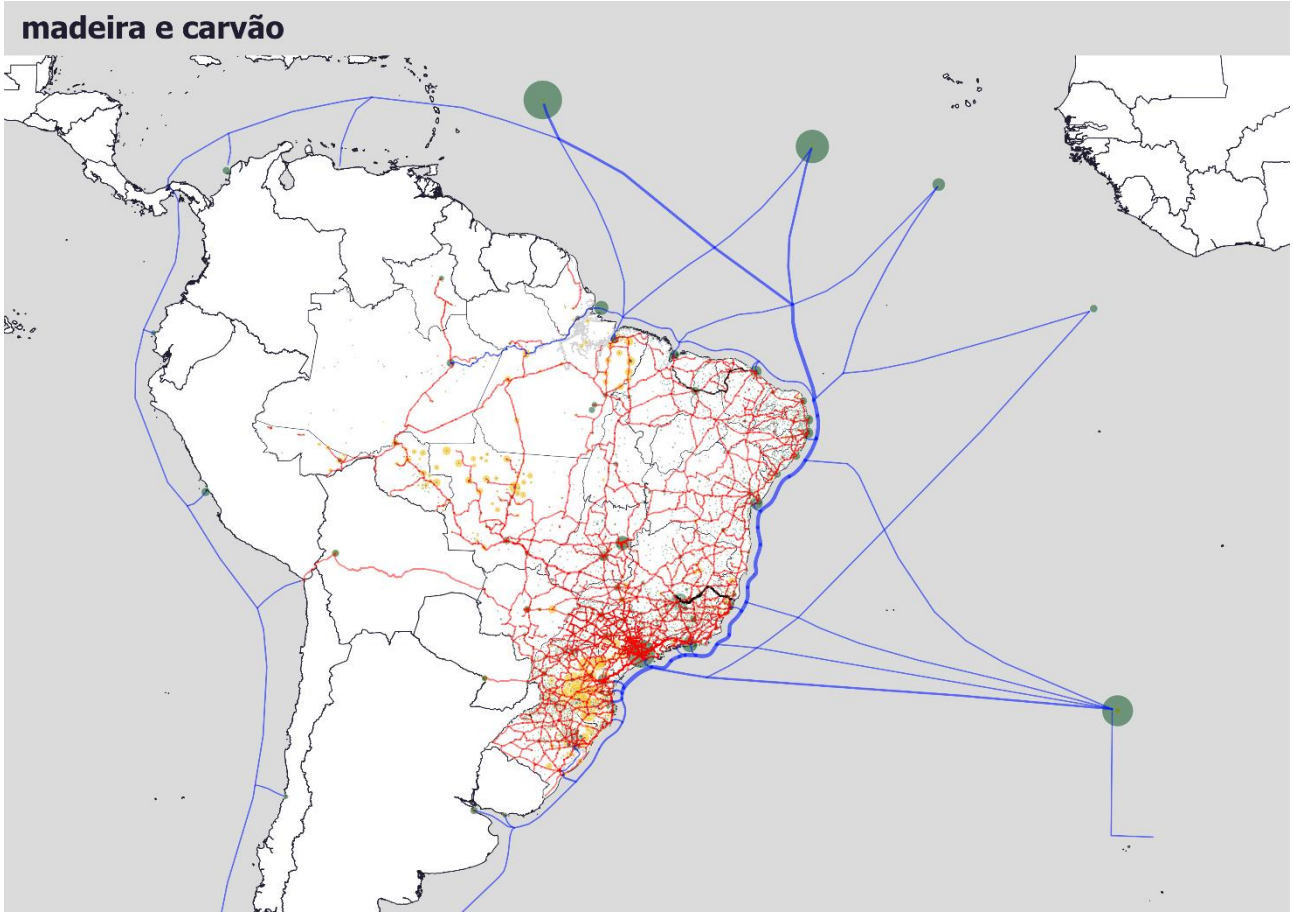


Figura 1-42: Matrizes OD alocadas por modo – laticínios.



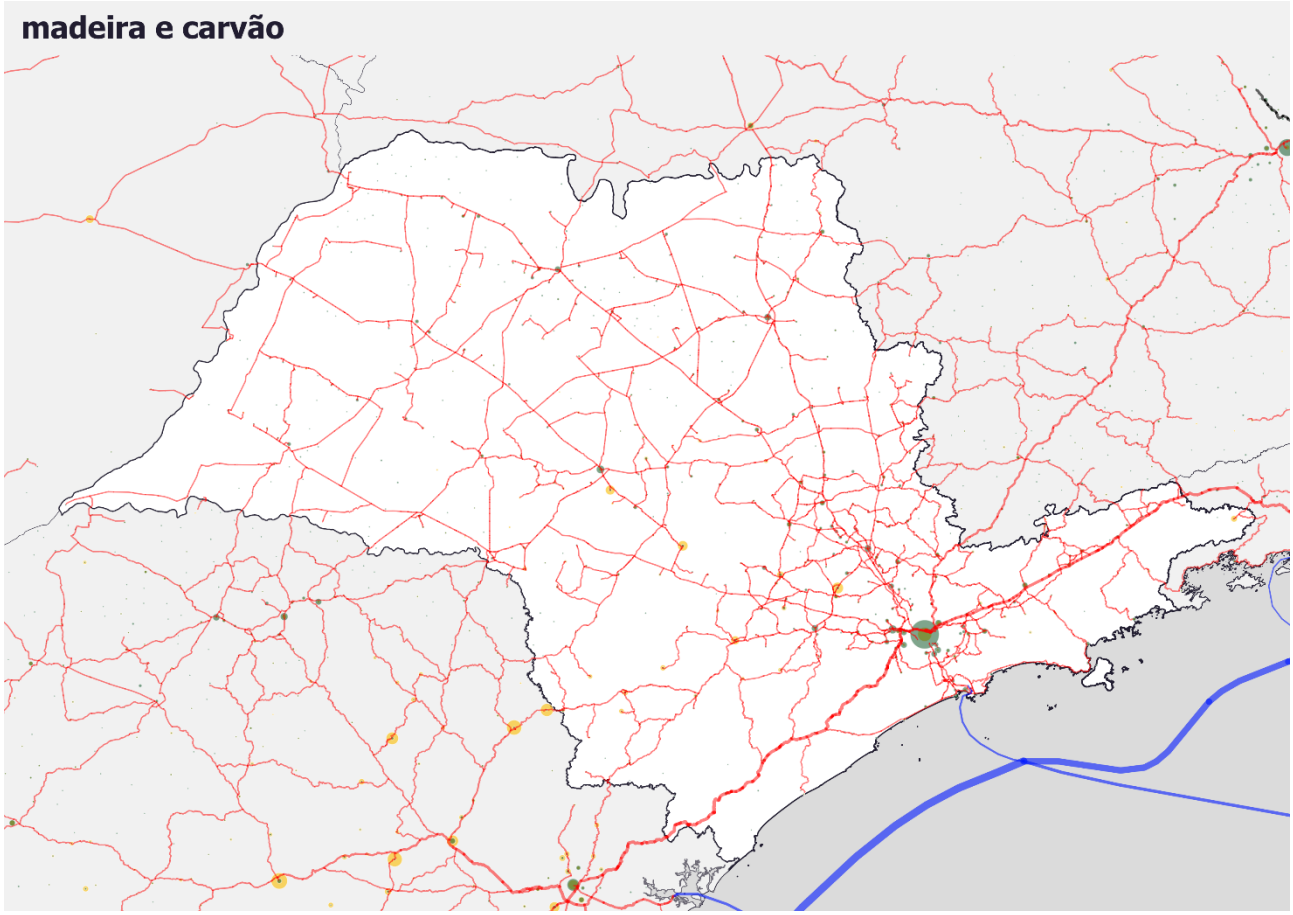
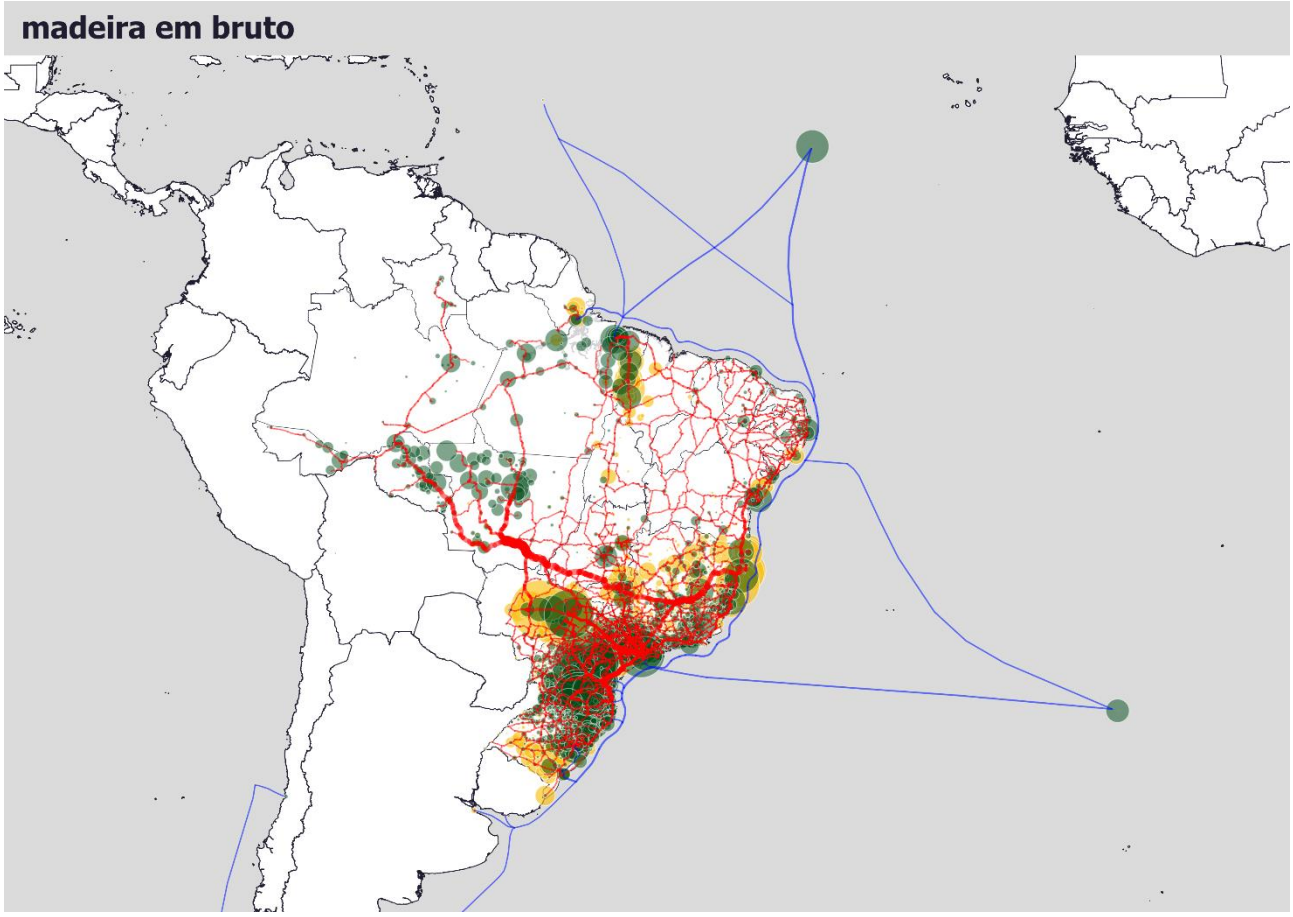


Figura 1-43: Matrizes OD alocadas por modo – madeira e carvão.



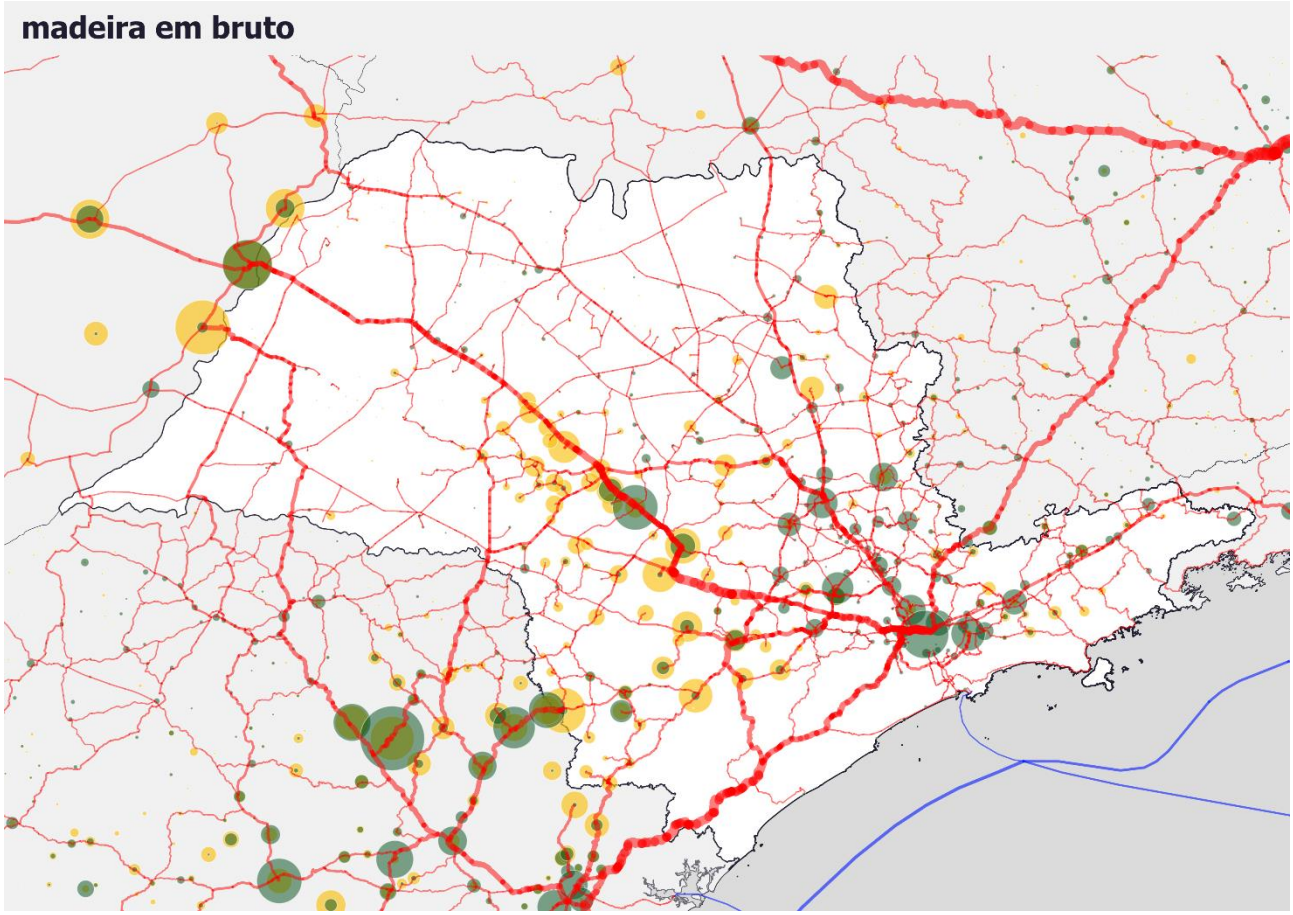
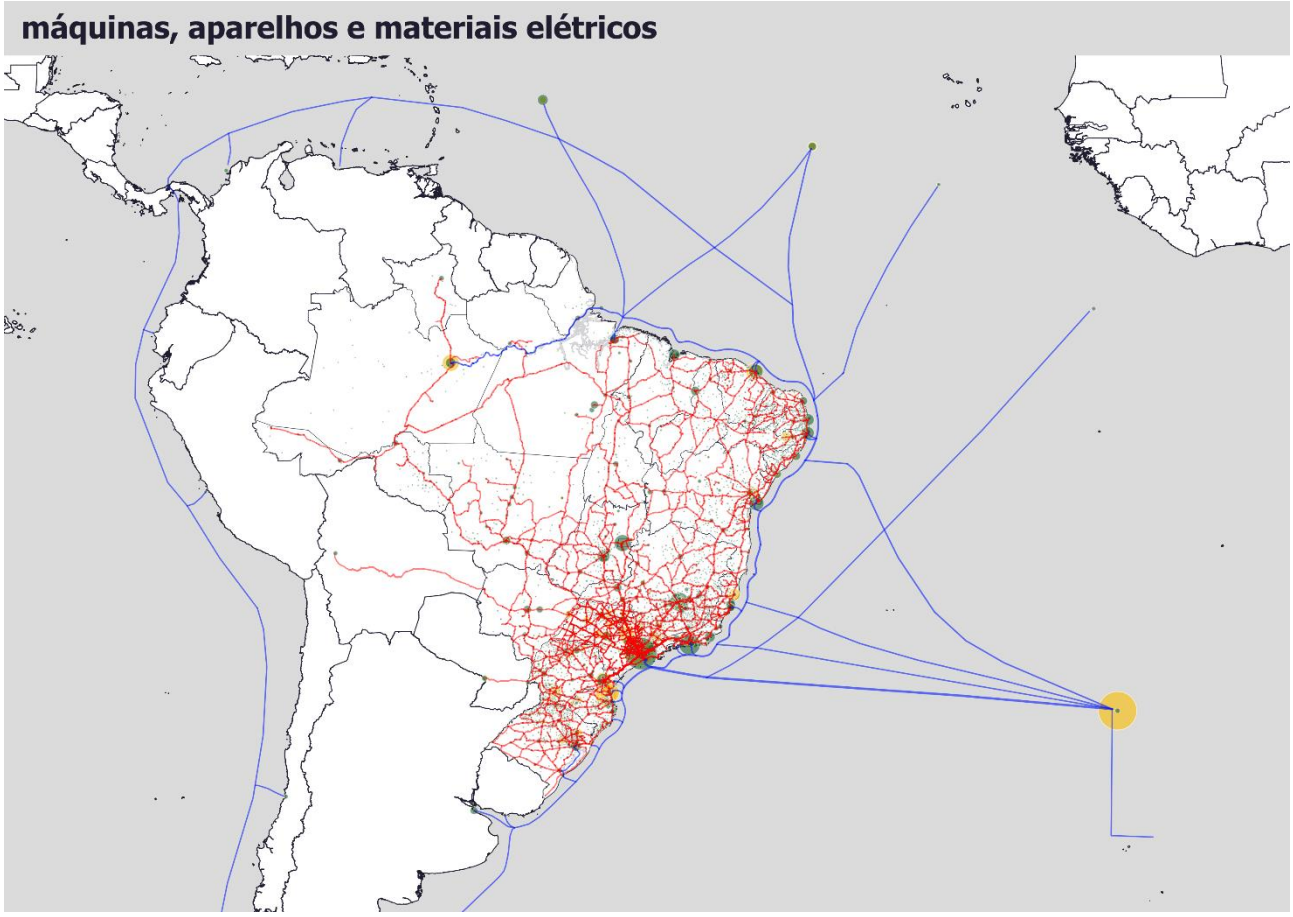


Figura 1-44: Matrizes OD alocadas por modo – madeira em bruto.



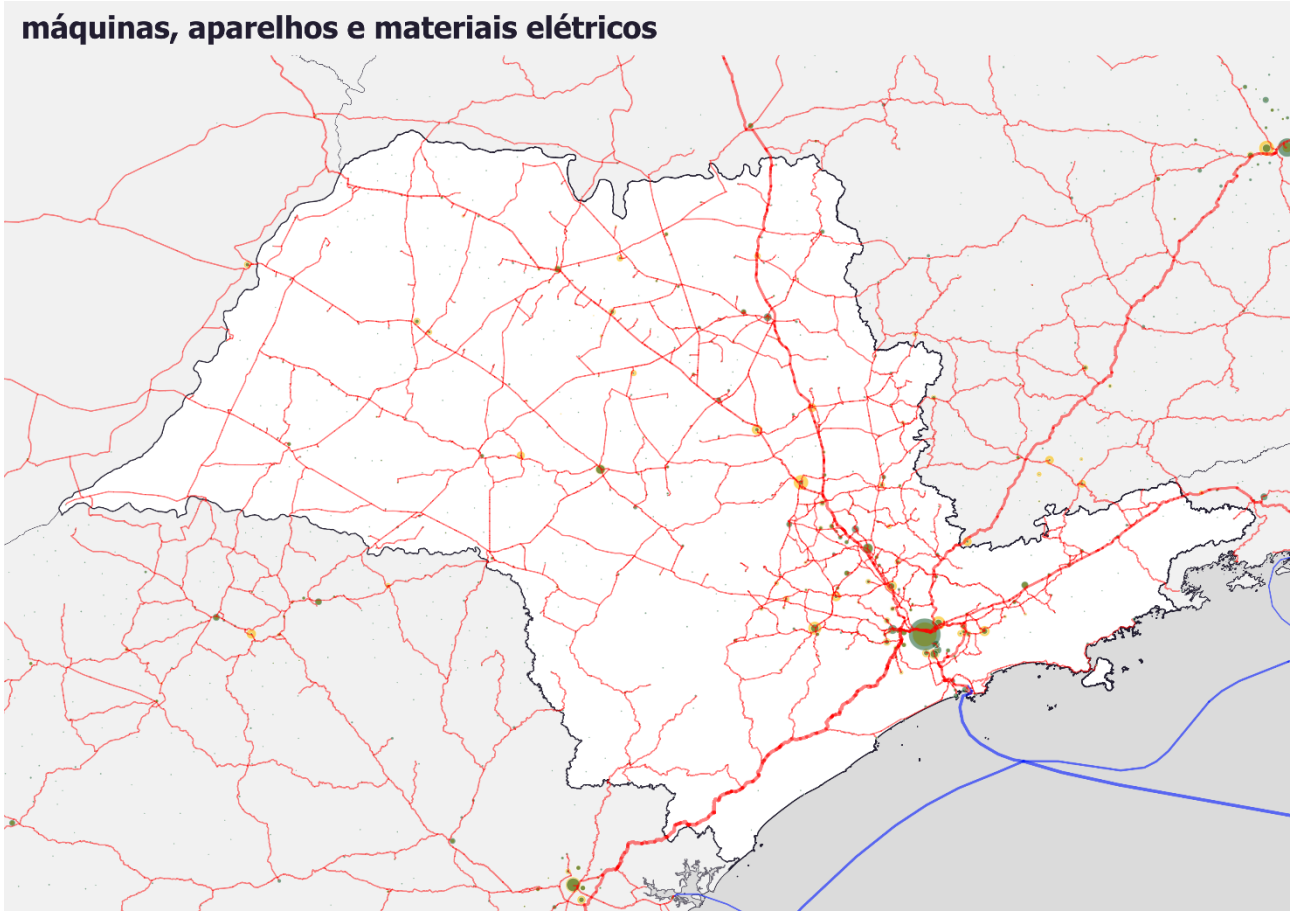


Figura 1-45: Matrizes OD alocadas por modo – máquinas e aparelhos.

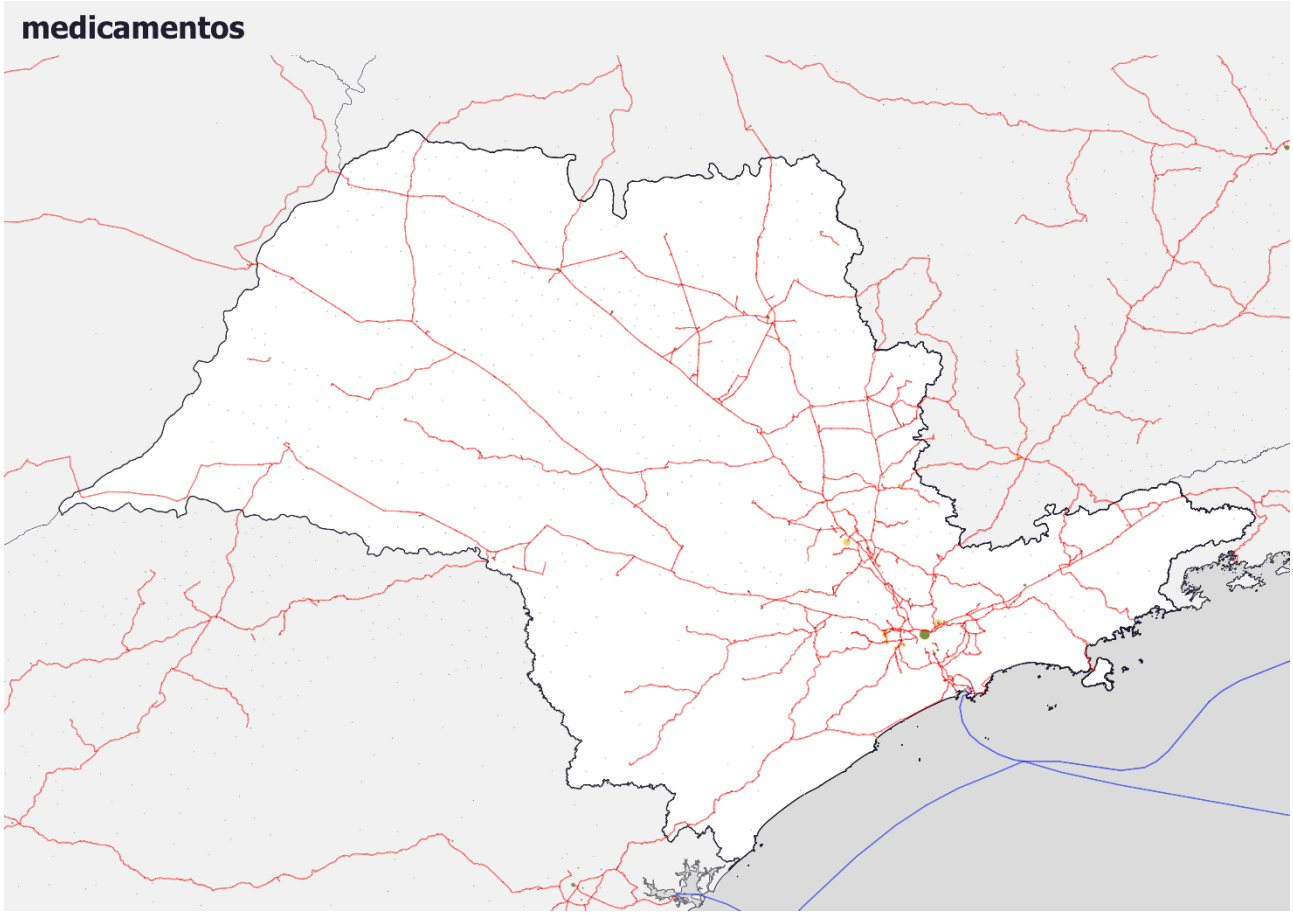
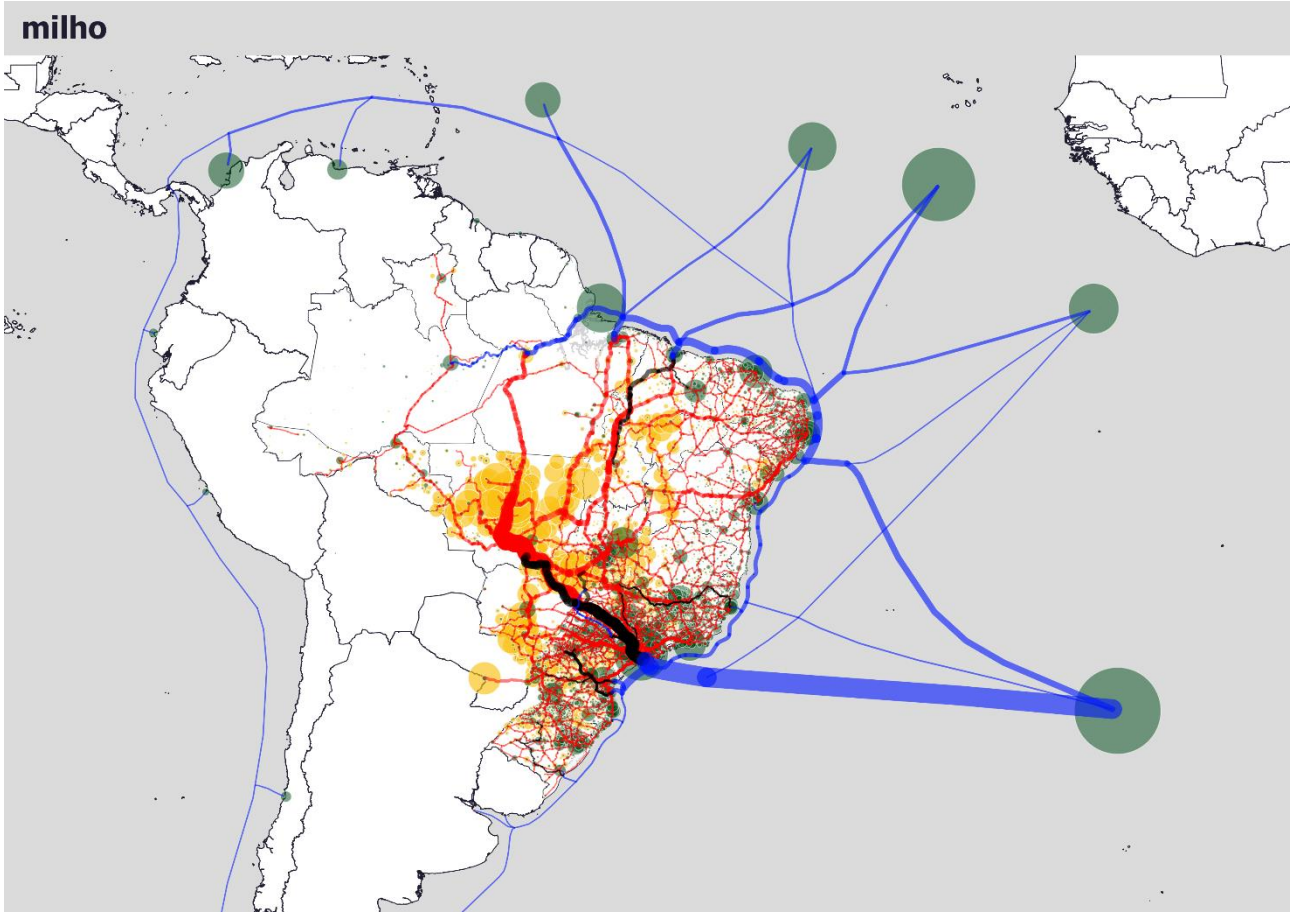


Figura 1-46: Matrizes OD alocadas por modo – medicamentos



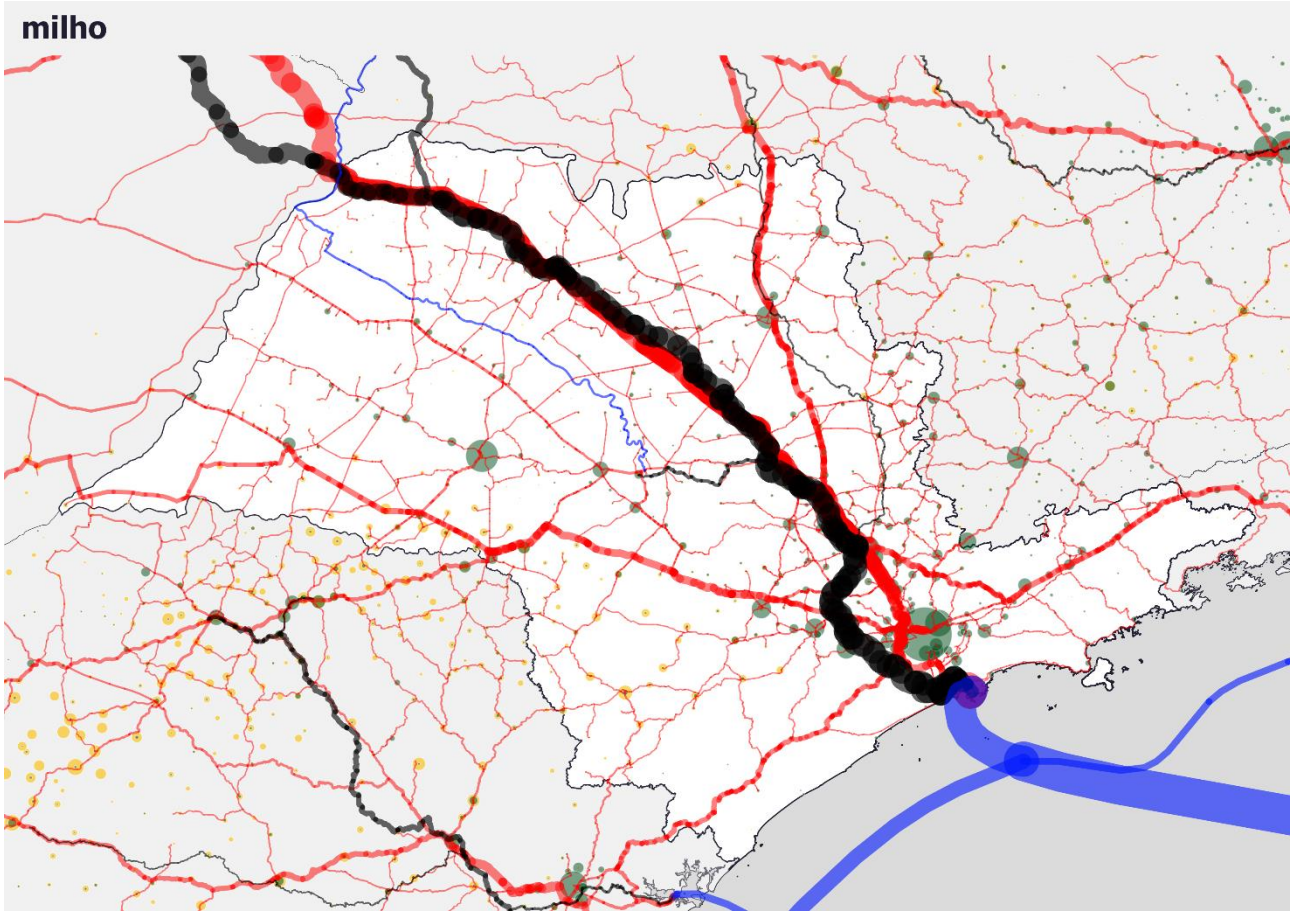
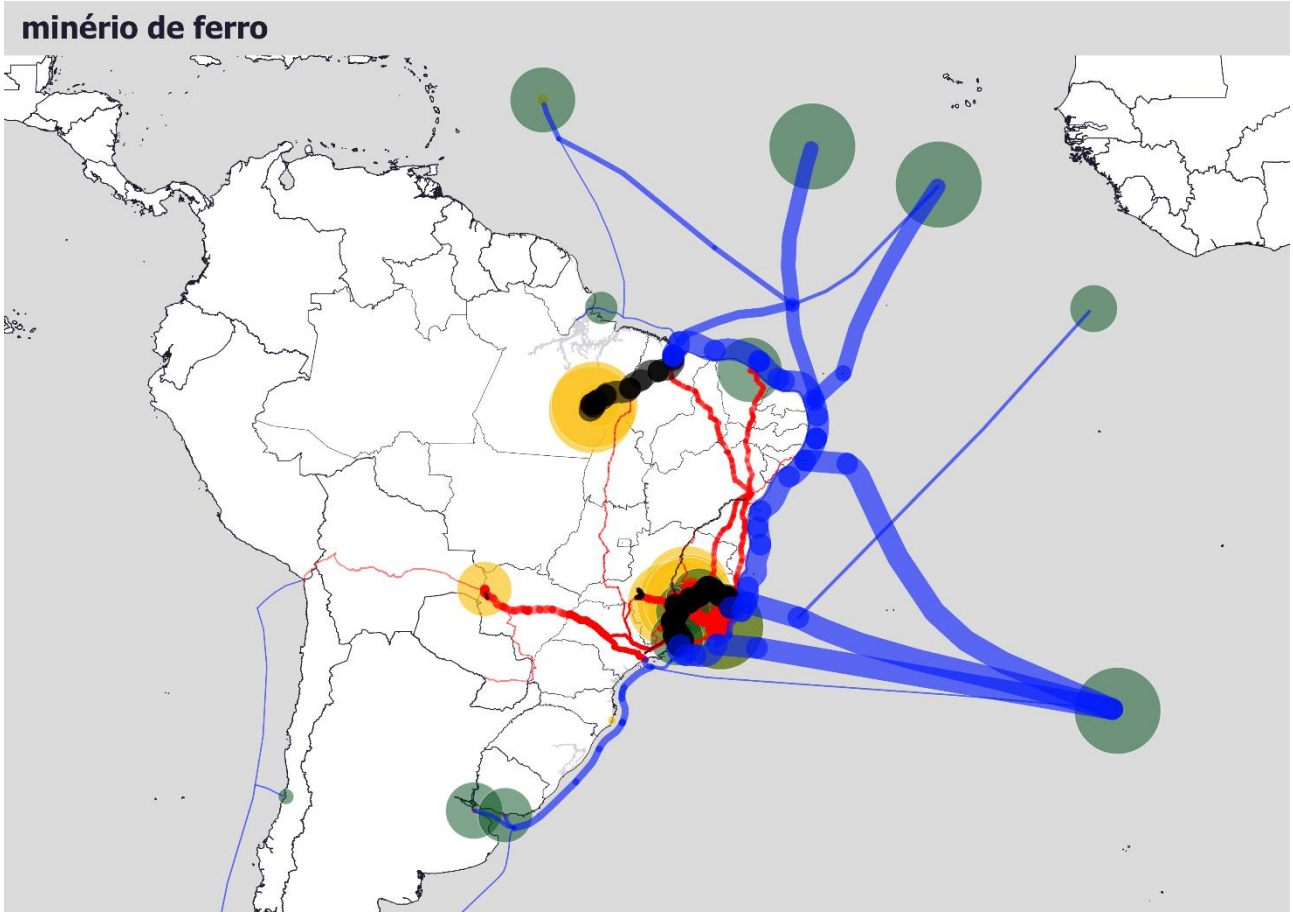


Figura 1-47: Matrizes OD alocadas por modo – milho.



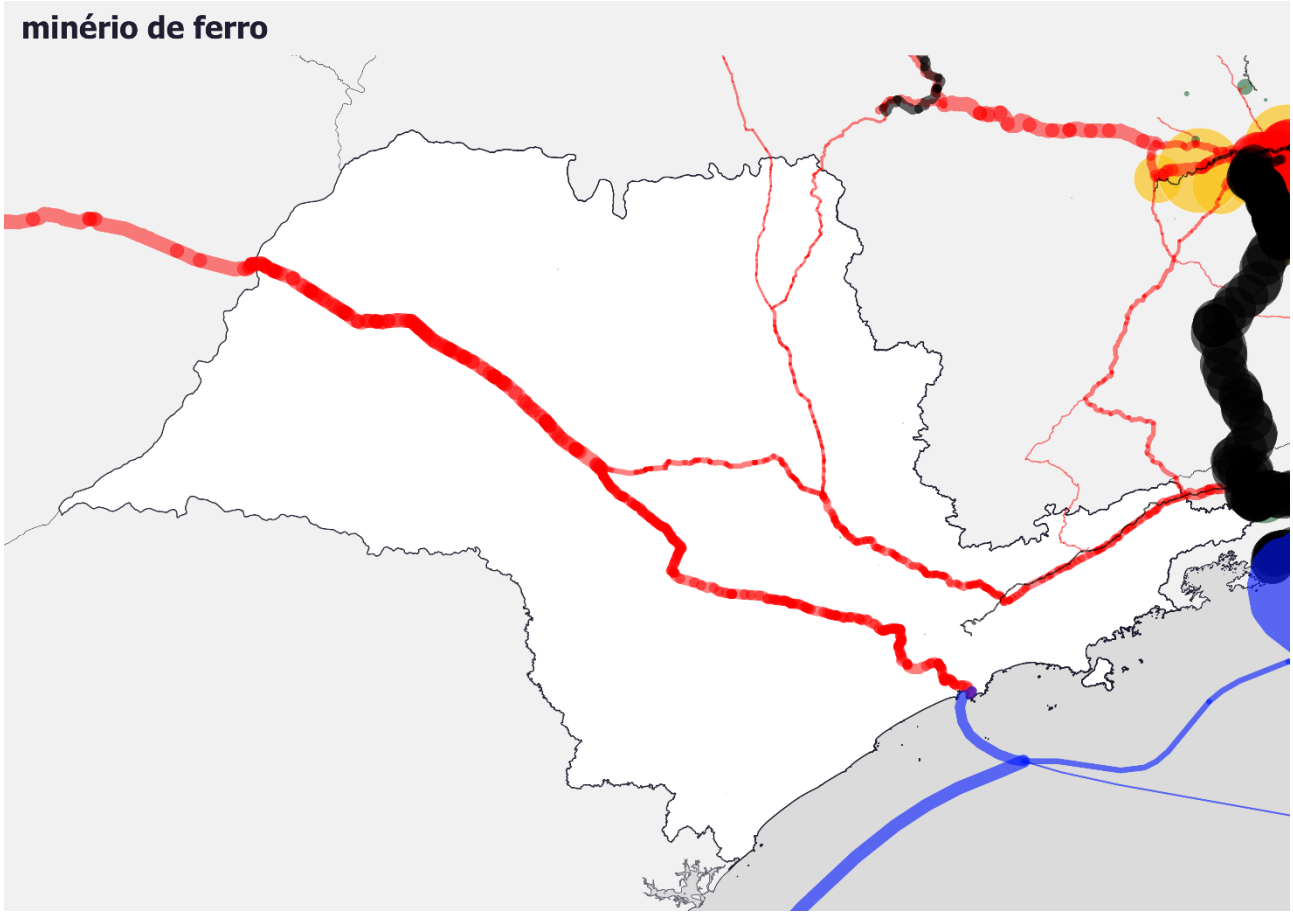
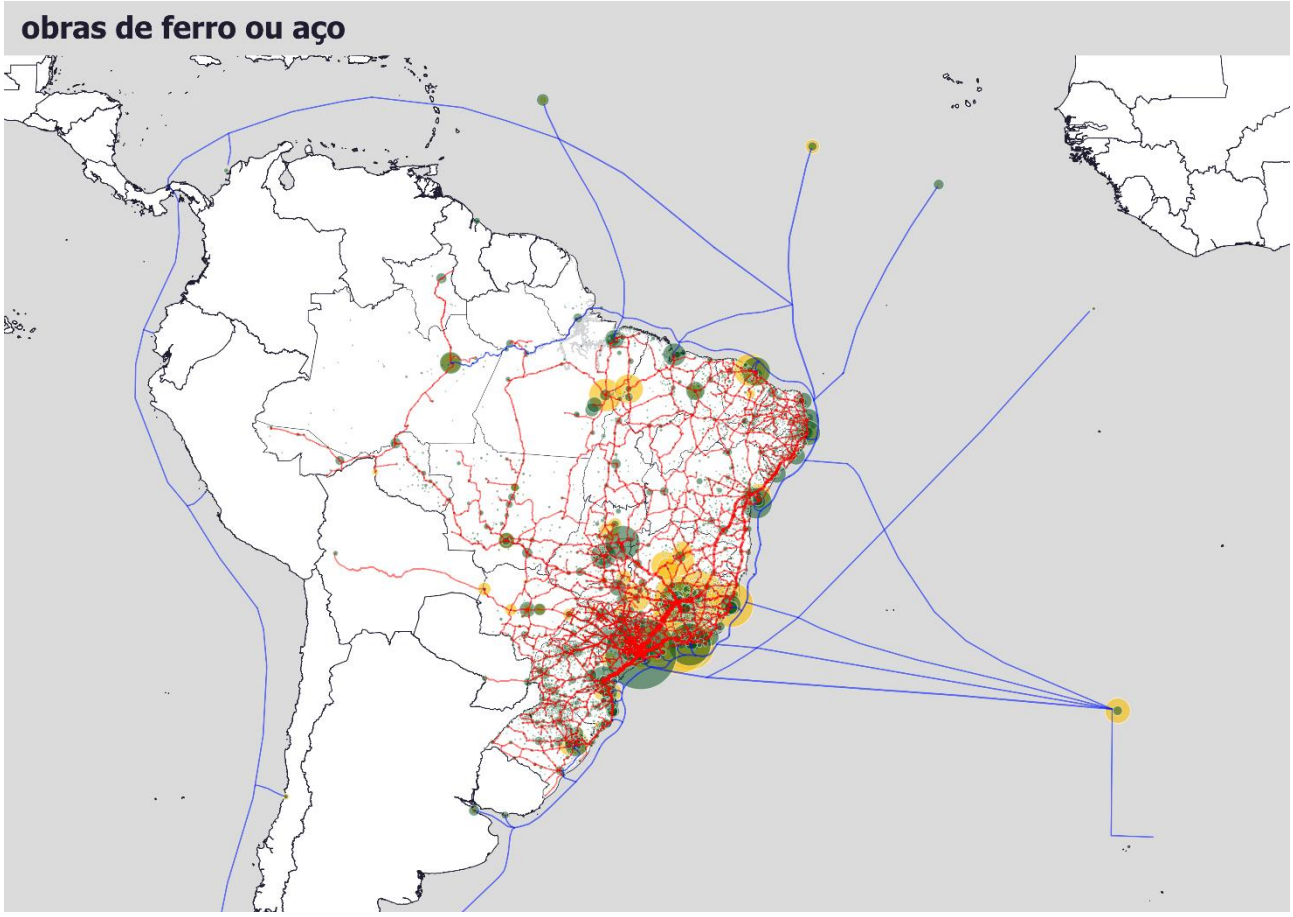


Figura 1-48: Matrizes OD alocadas por modo – minério de ferro.



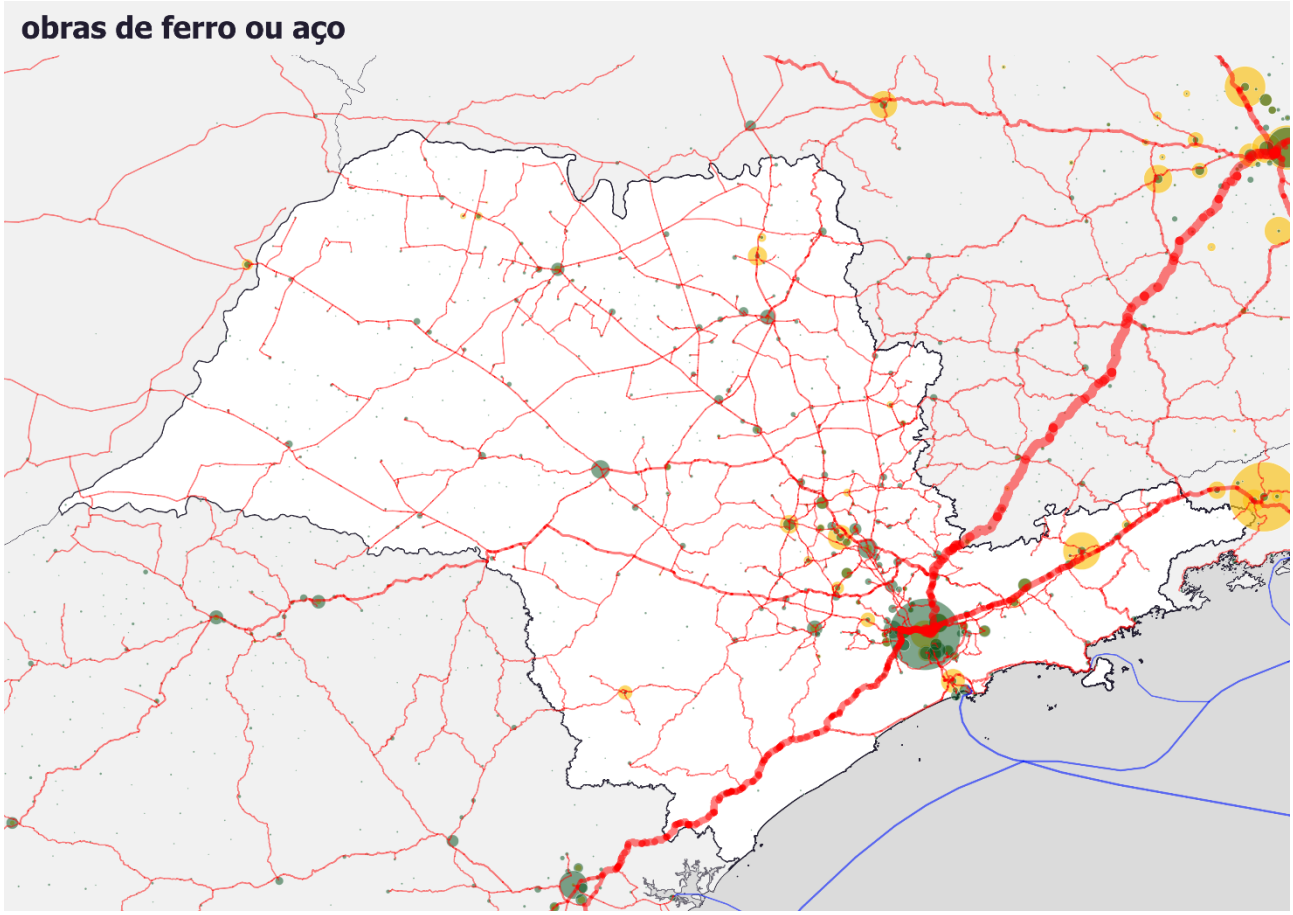


Figura 1-49: Matrizes OD alocadas por modo – obras de ferro ou aço.

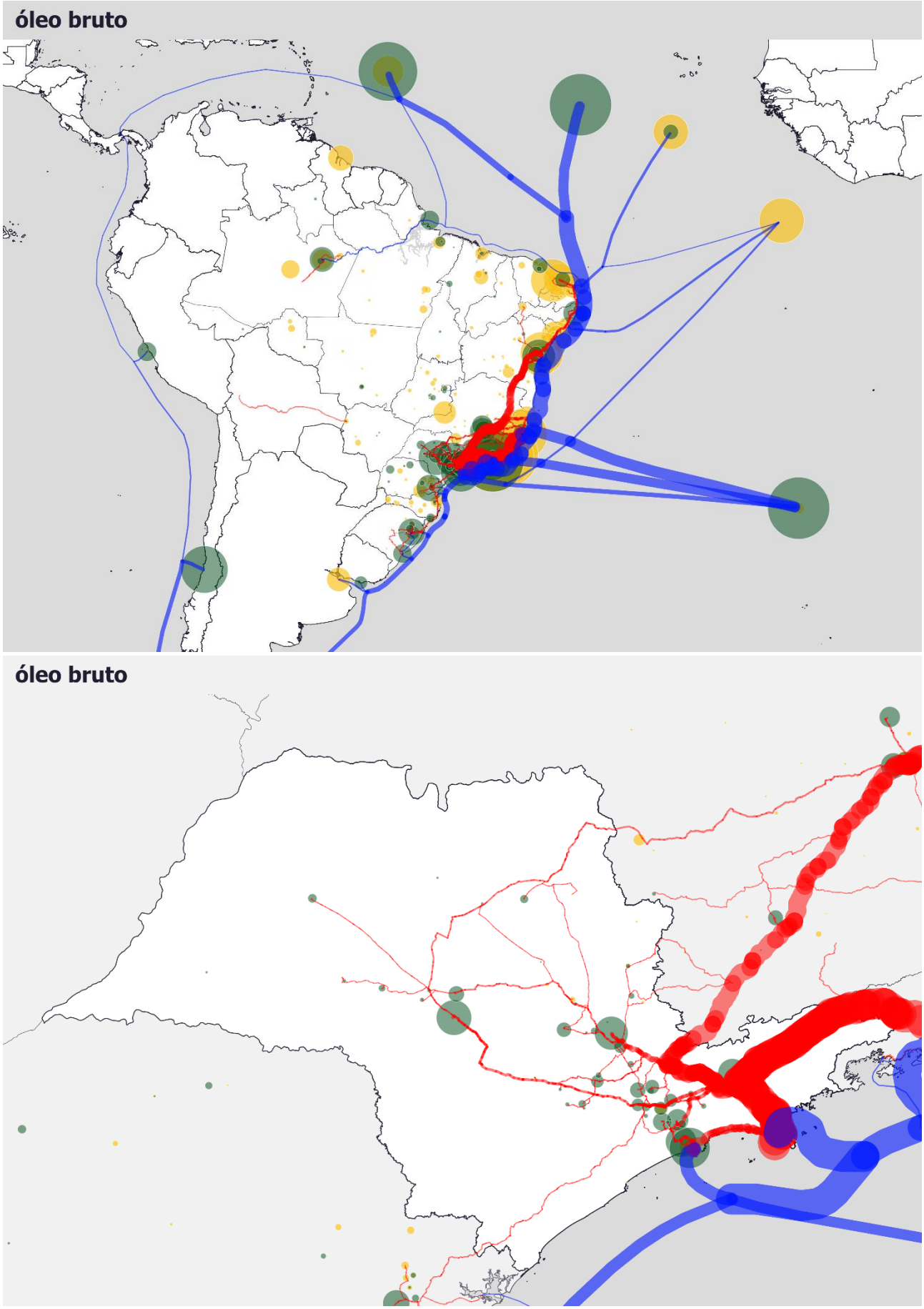
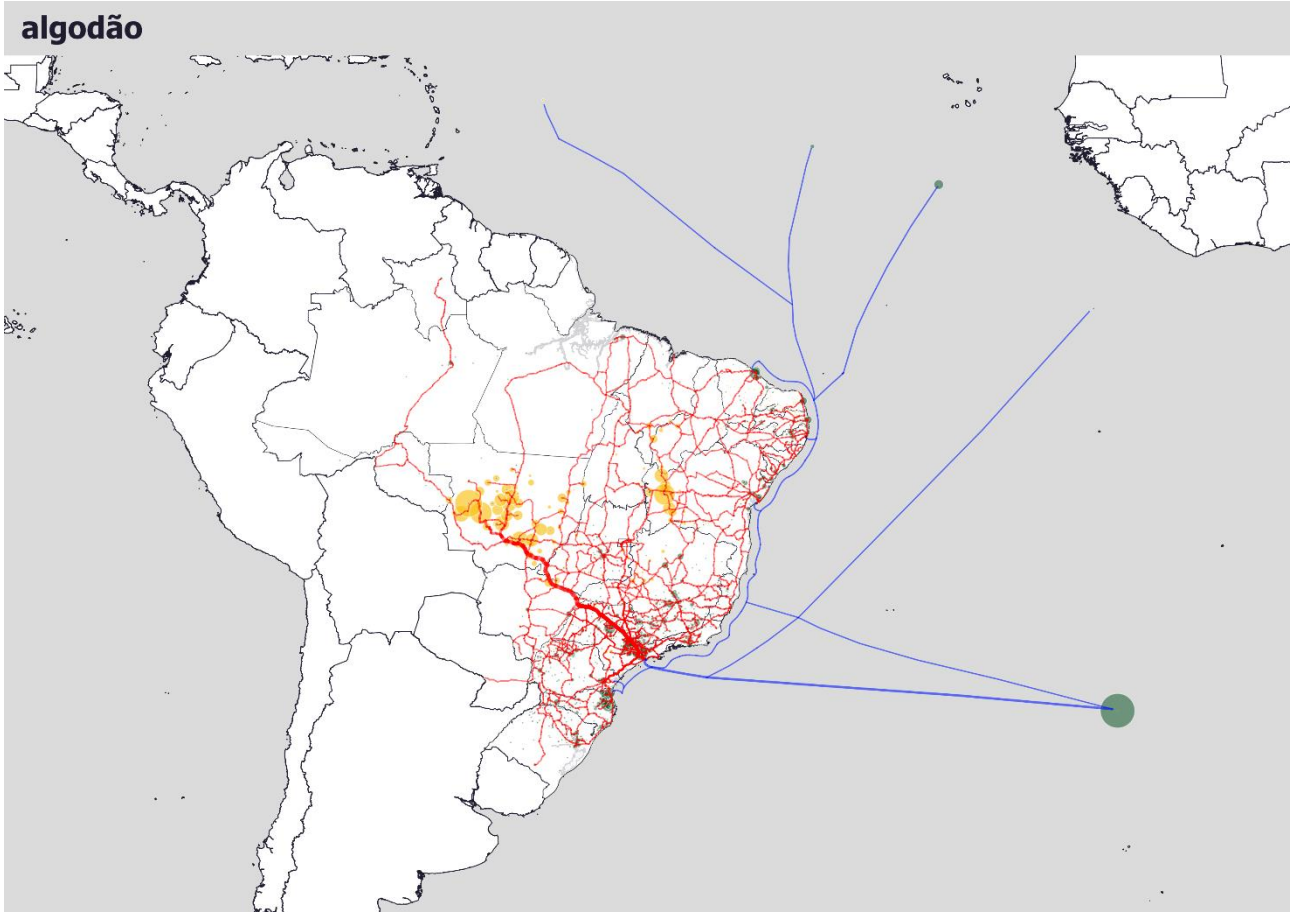


Figura 1-50: Matrizes OD alocadas por modo – óleo bruto.



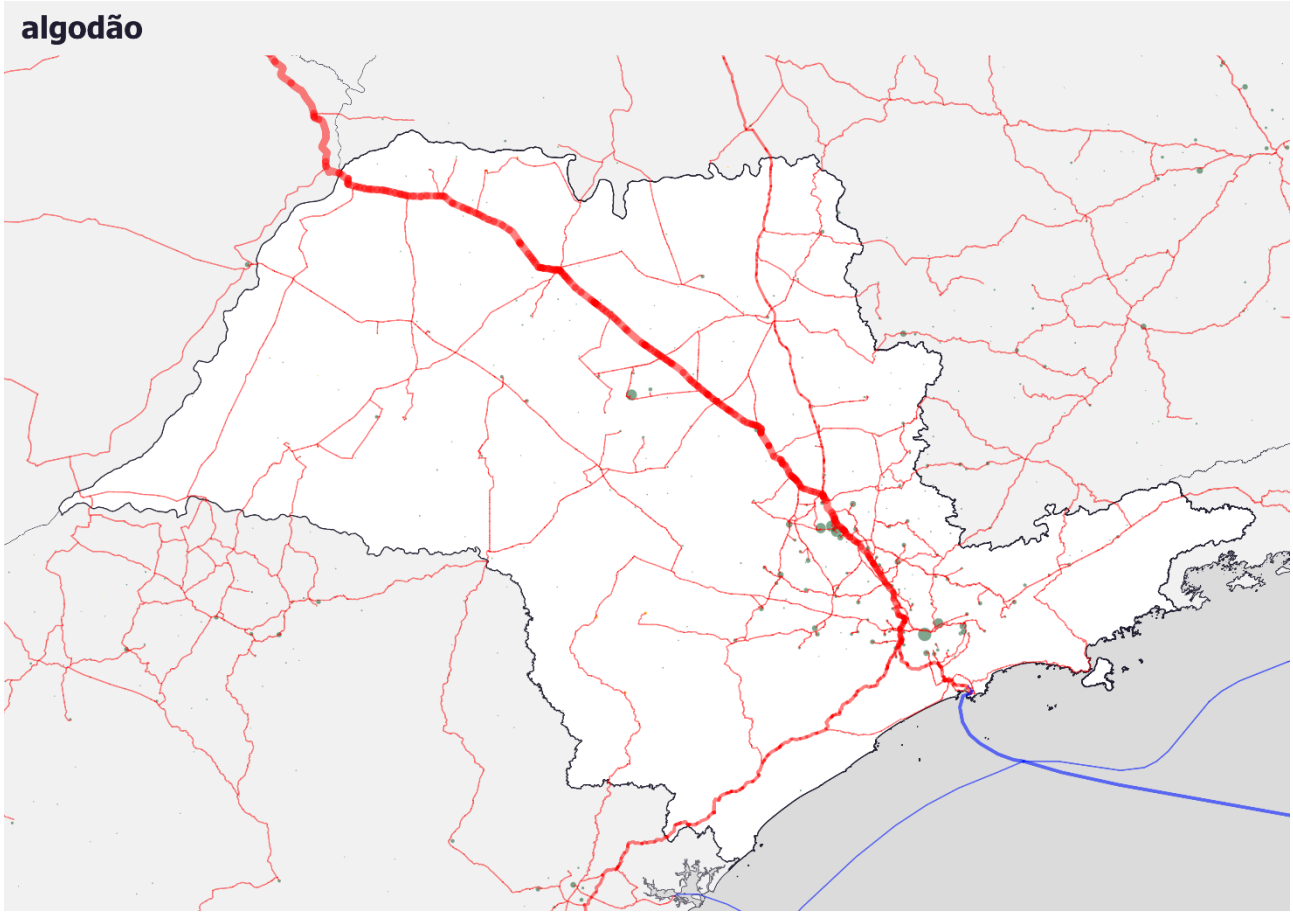
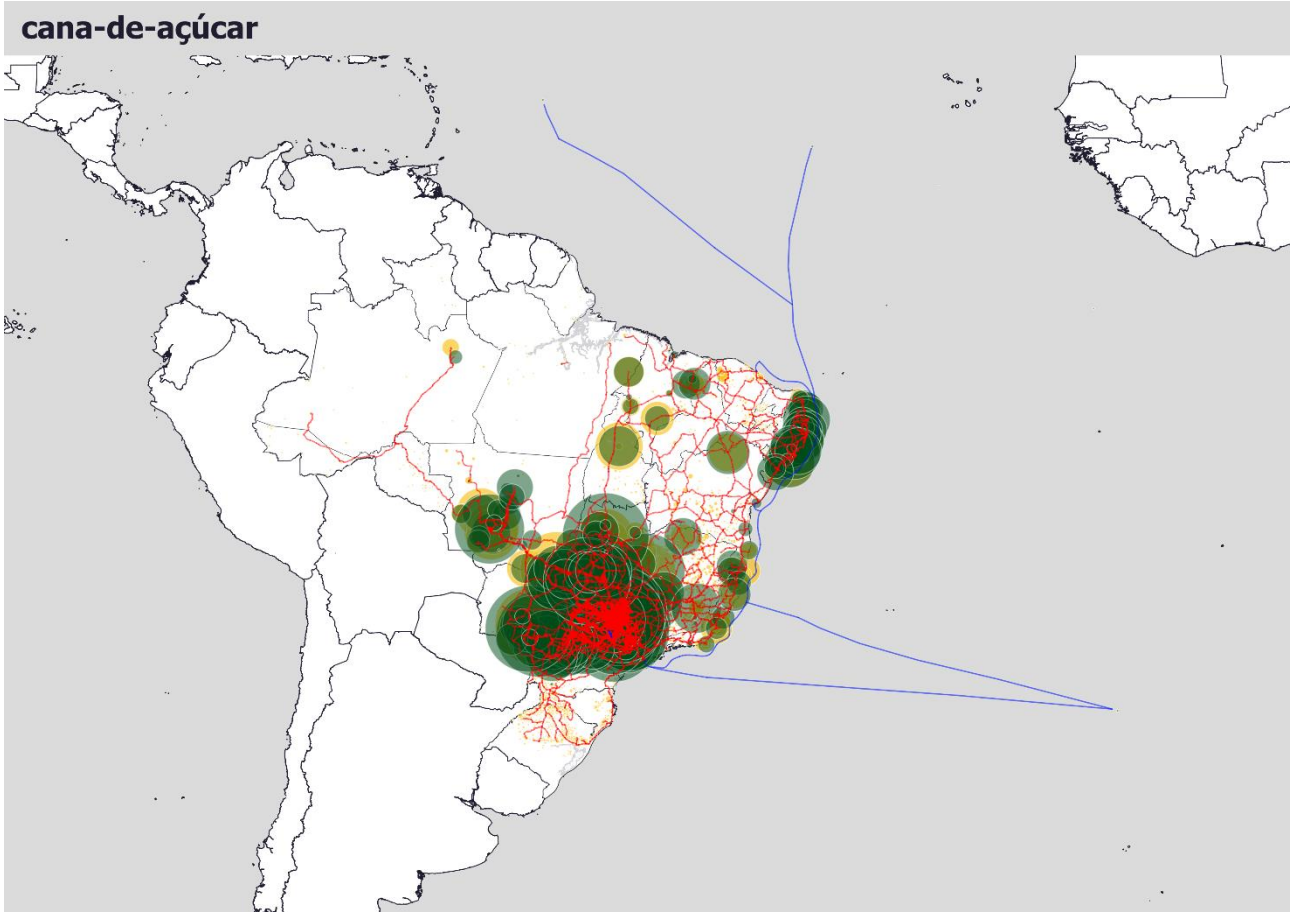


Figura 1-51: Matrizes OD alocadas por modo – algodão.



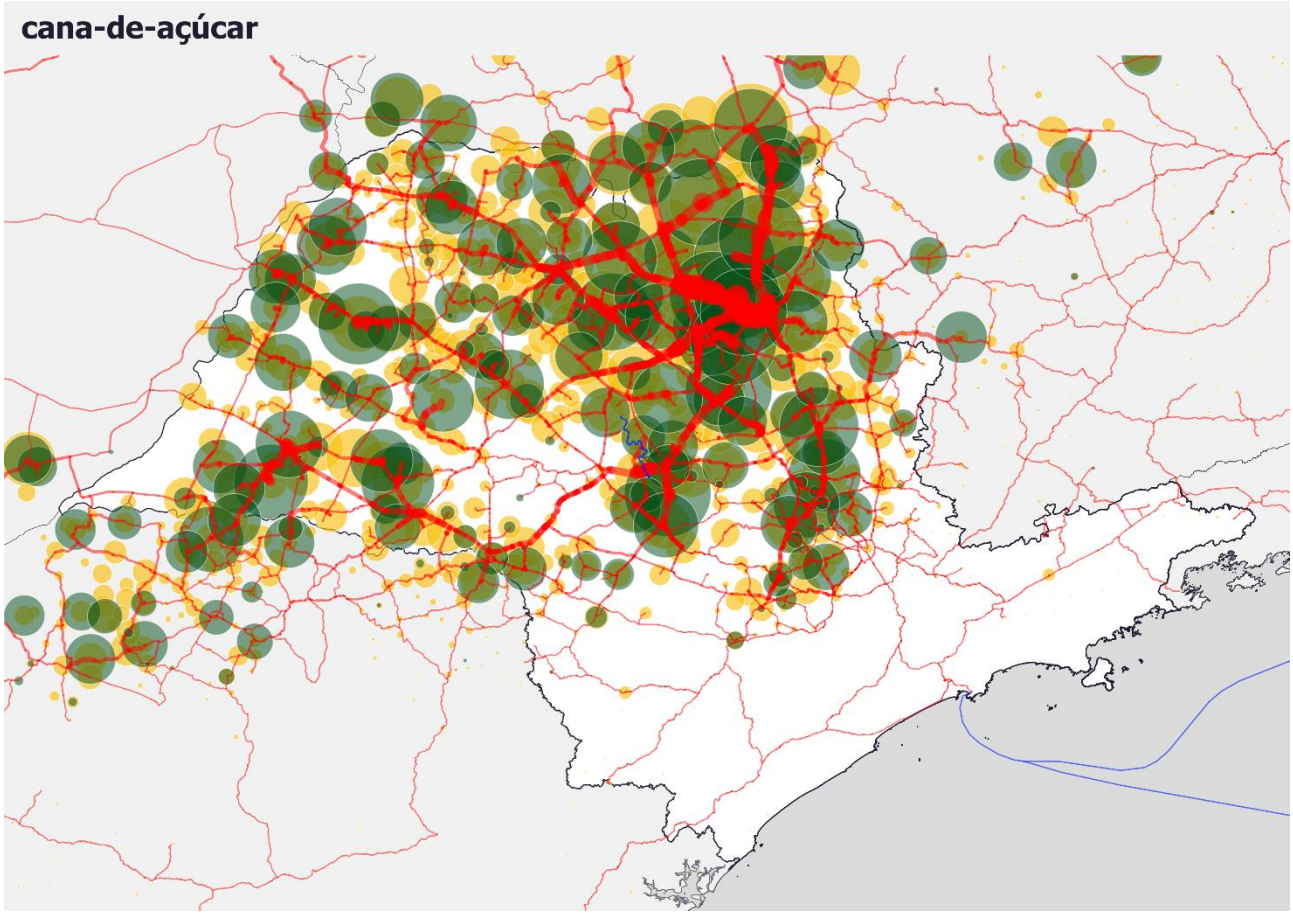


Figura 1-52: Matrizes OD alocadas por modo – cana de açúcar.

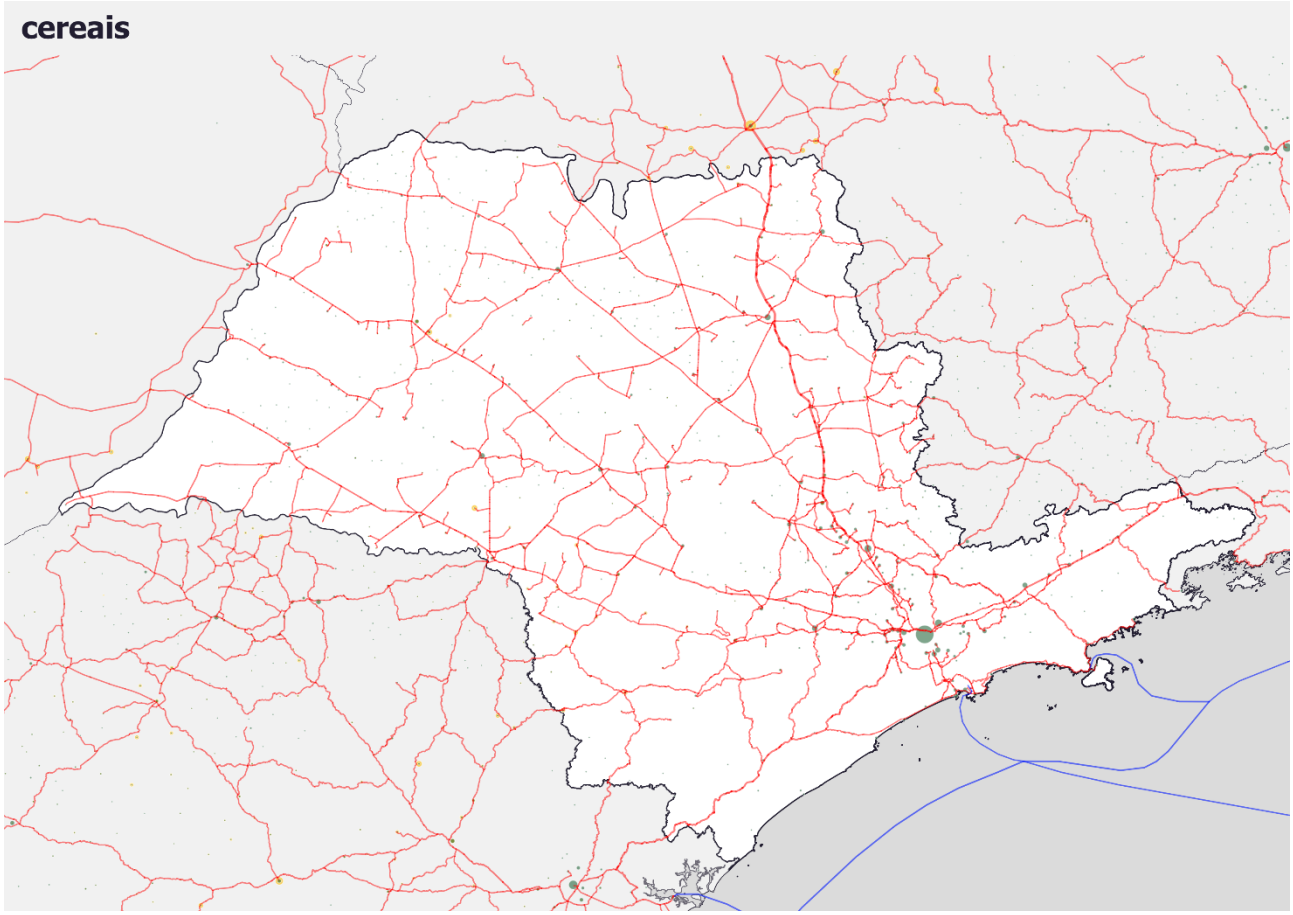
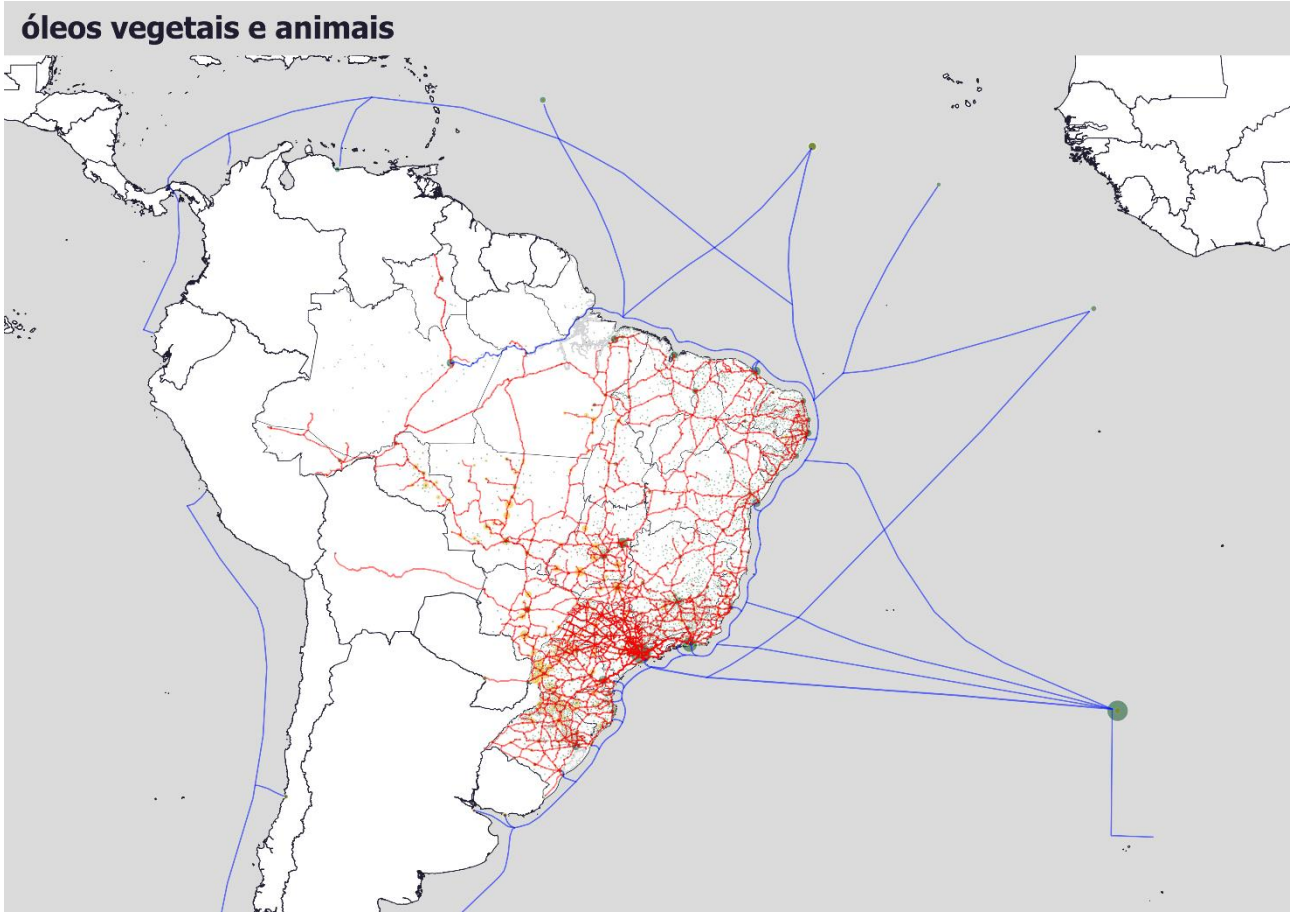


Figura 1-53: Matrizes OD alocadas por modo – cereais.



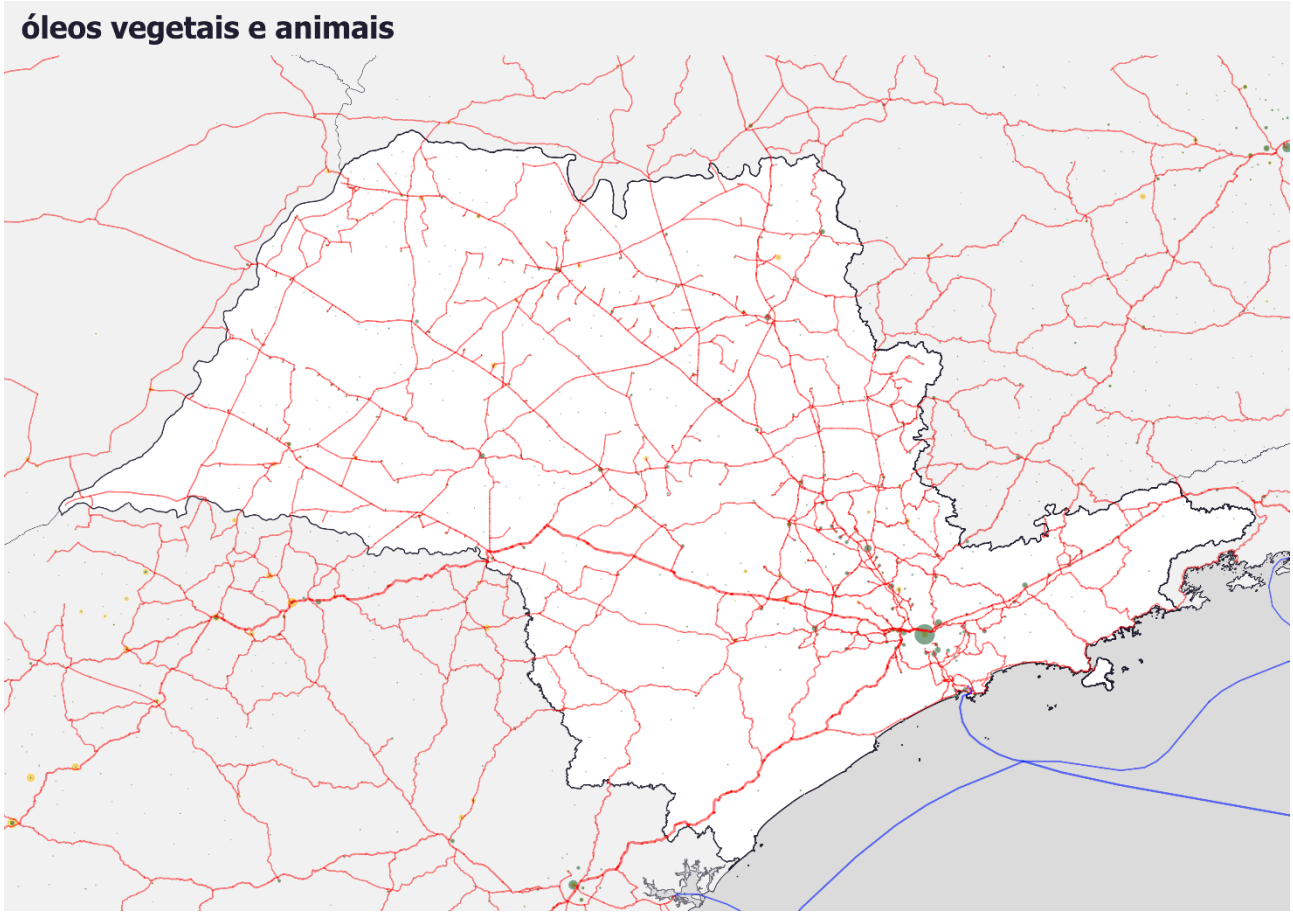
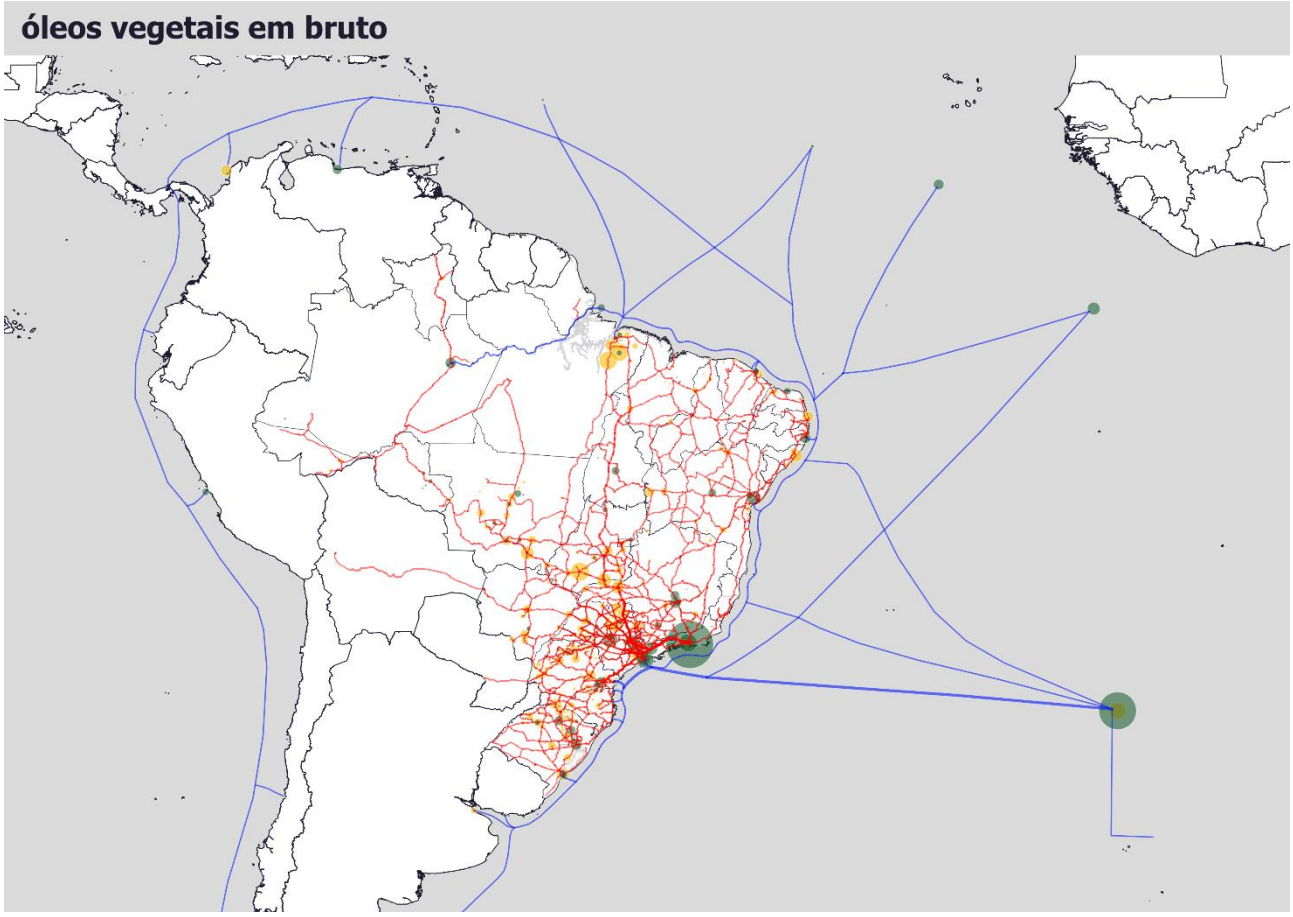


Figura 1-54: Matrizes OD alocadas por modo – óleos animais e vegetais.



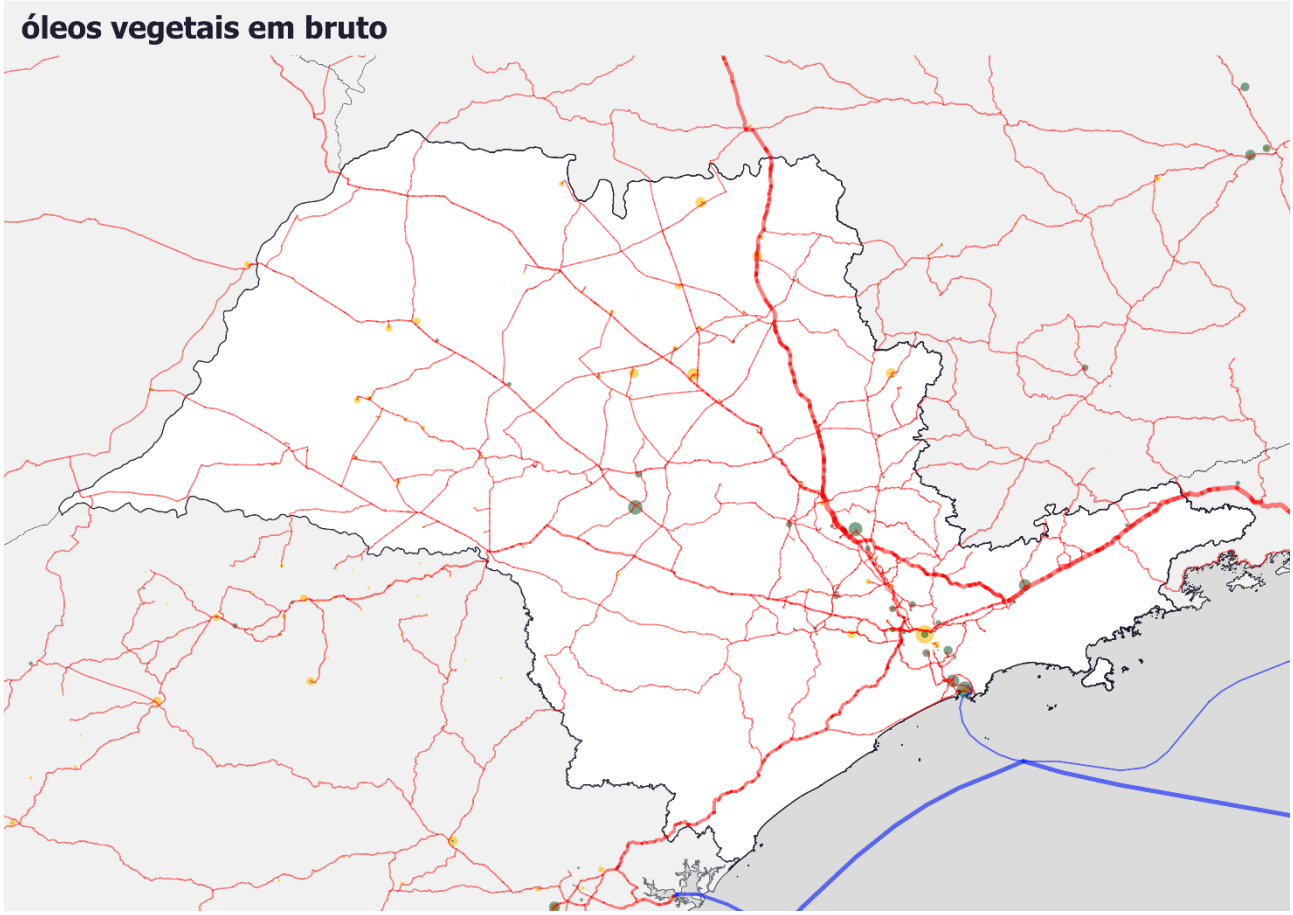
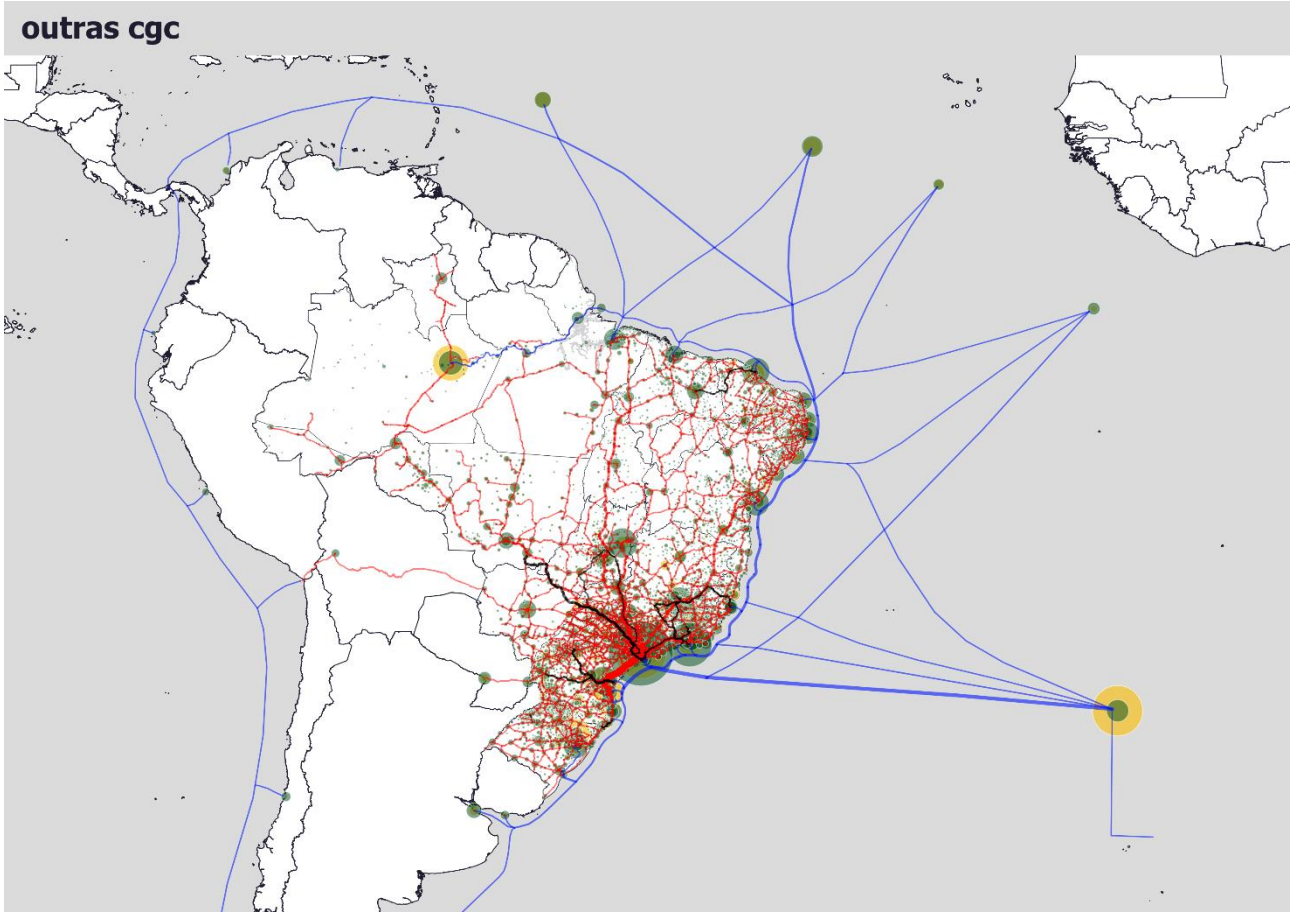


Figura 1-55: Matrizes OD alocadas por modo – óleos vegetais em bruto.



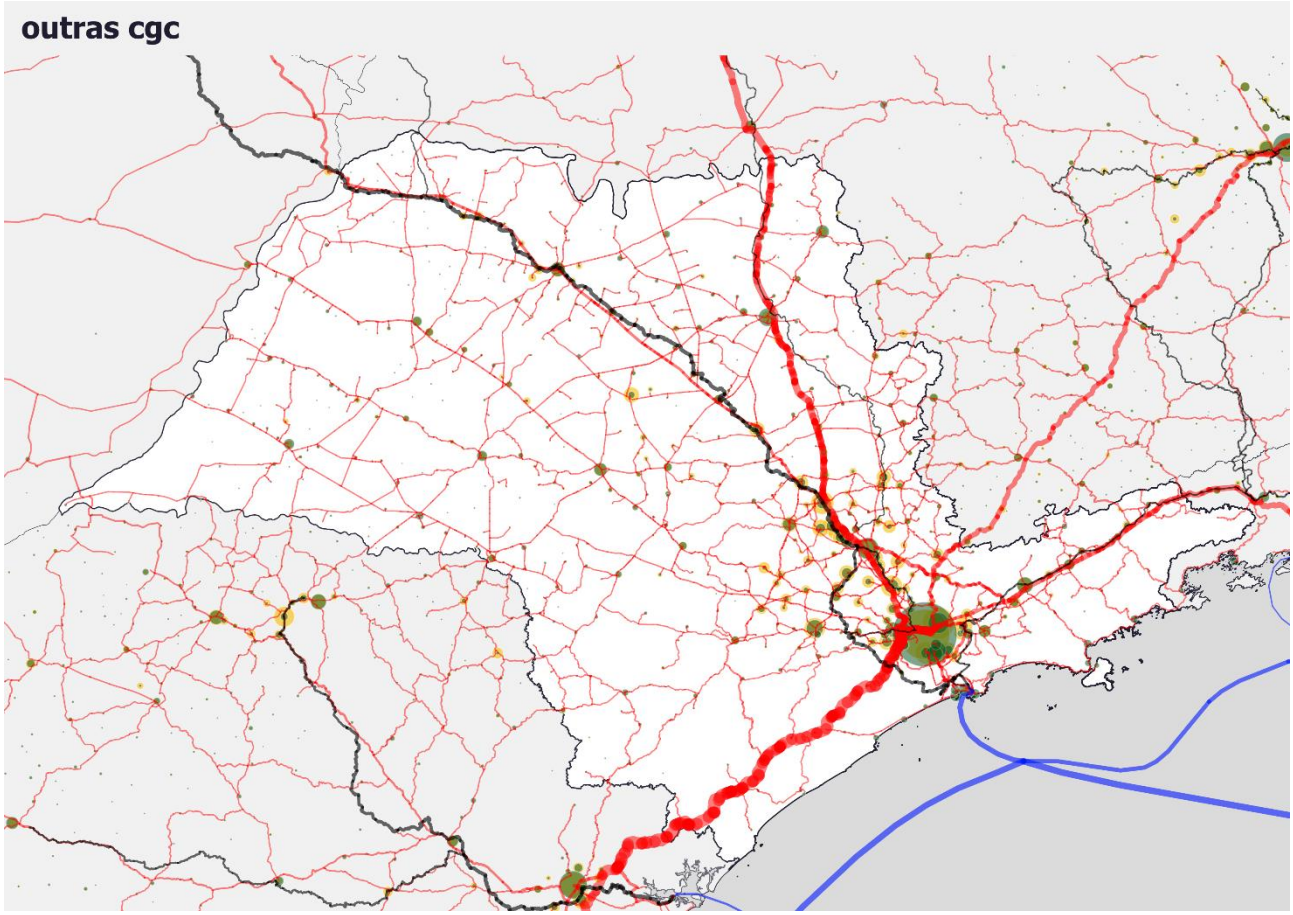
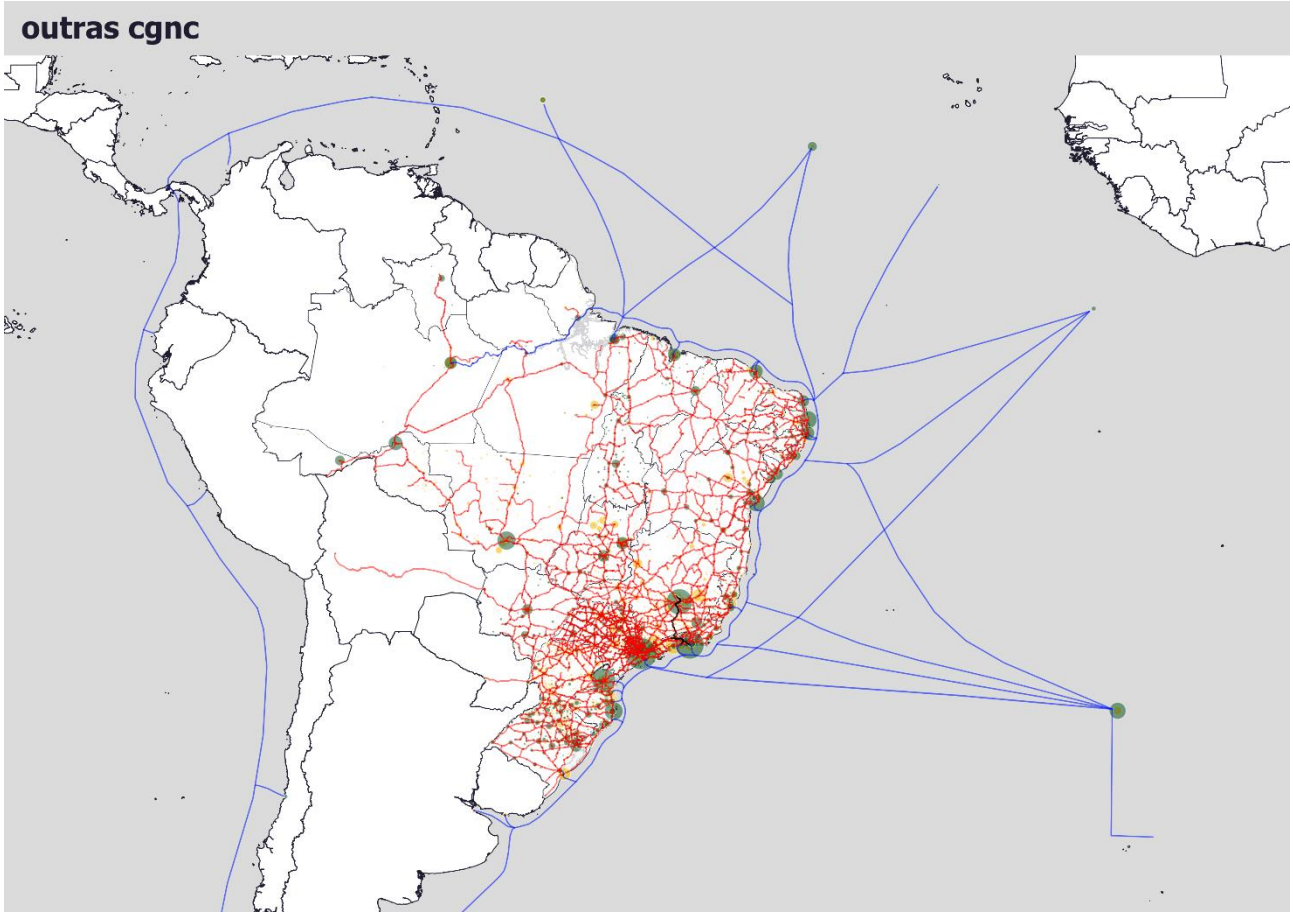


Figura 1-56: Matrizes OD alocadas por modo – outras cargas gerais conteinerizáveis.



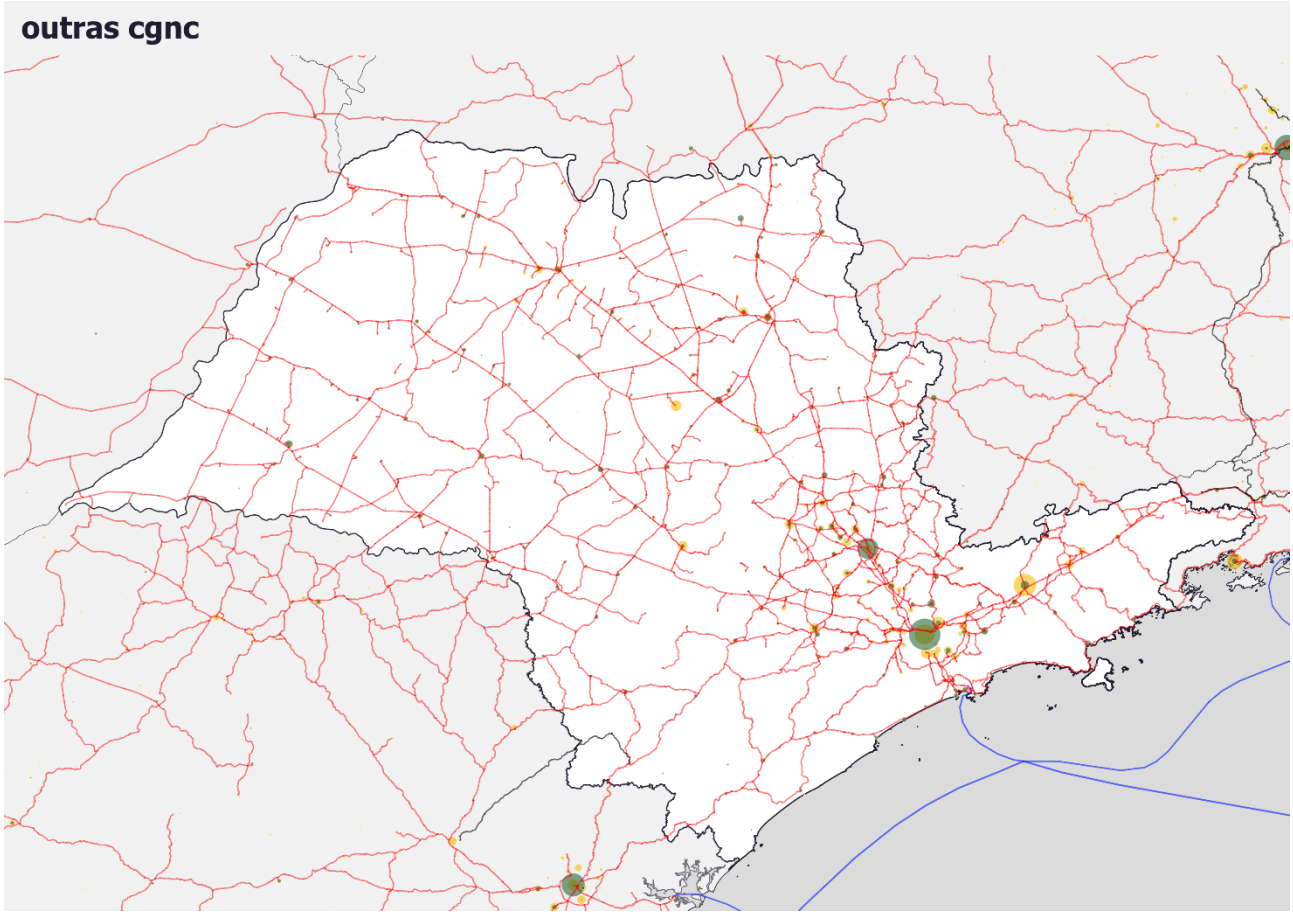


Figura 1-57: Matrizes OD alocadas por modo – outras cargas gerais não conteinerizáveis.

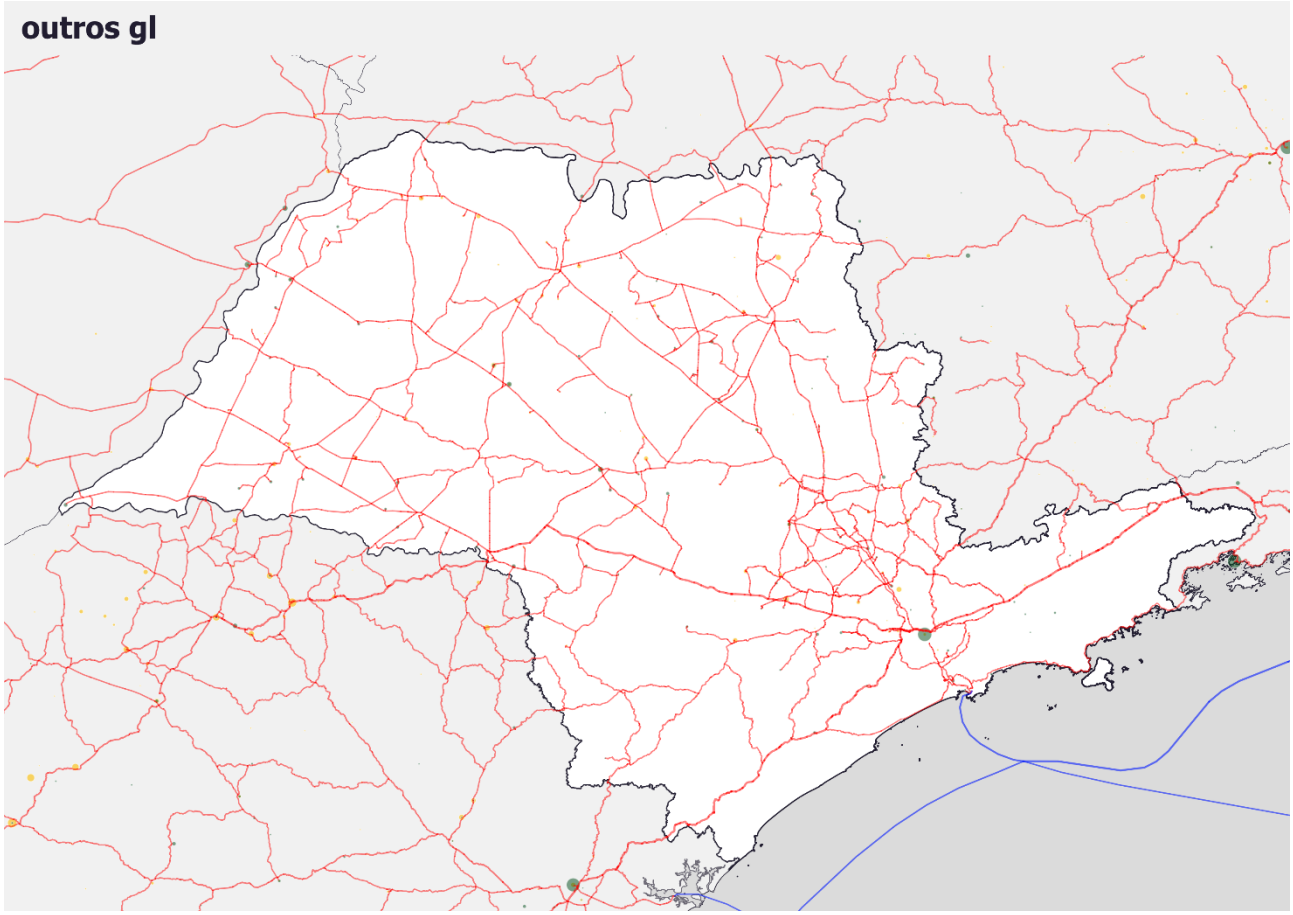


Figura 1-58: Matrizes OD alocadas por modo – outros granéis líquidos.

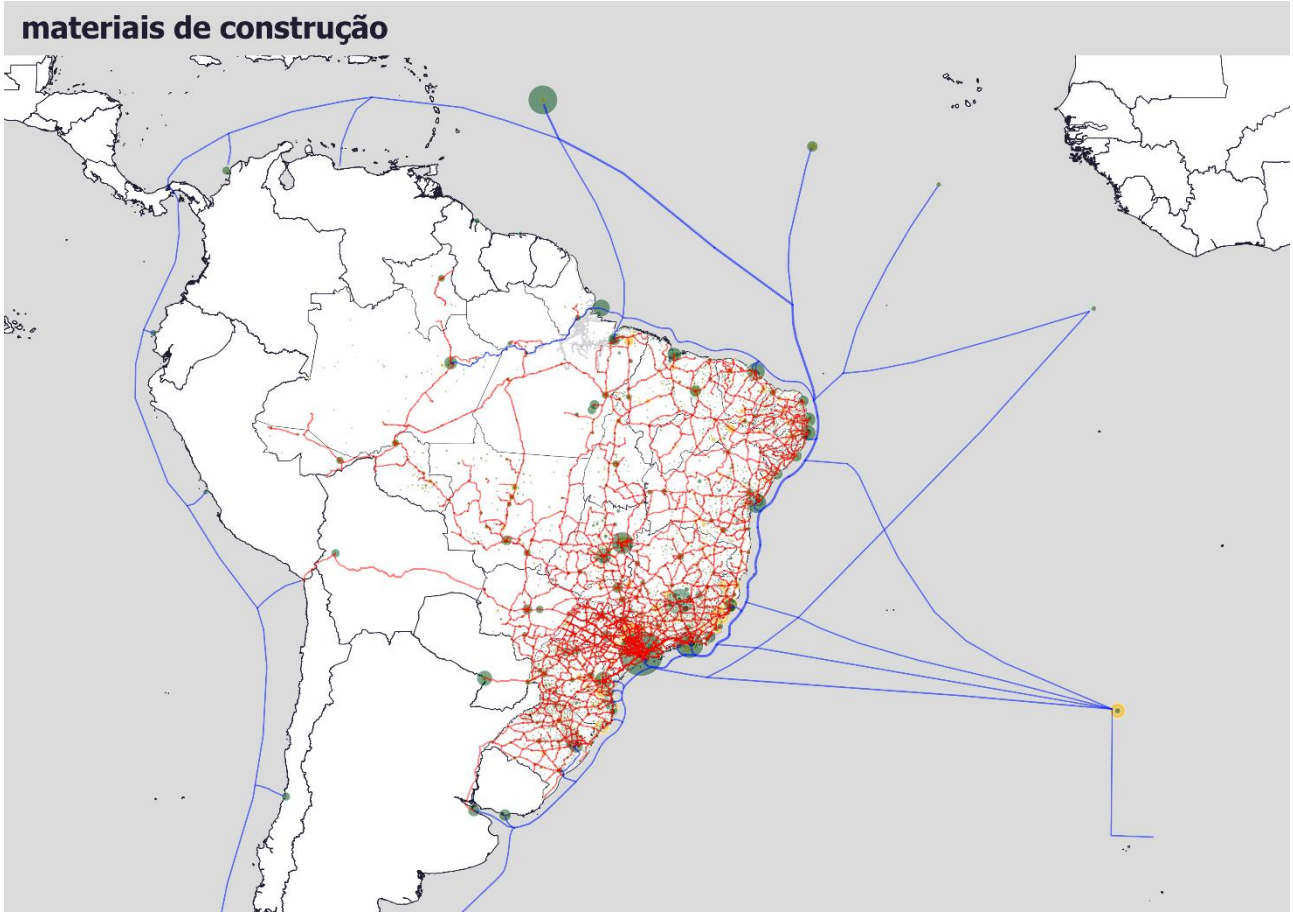
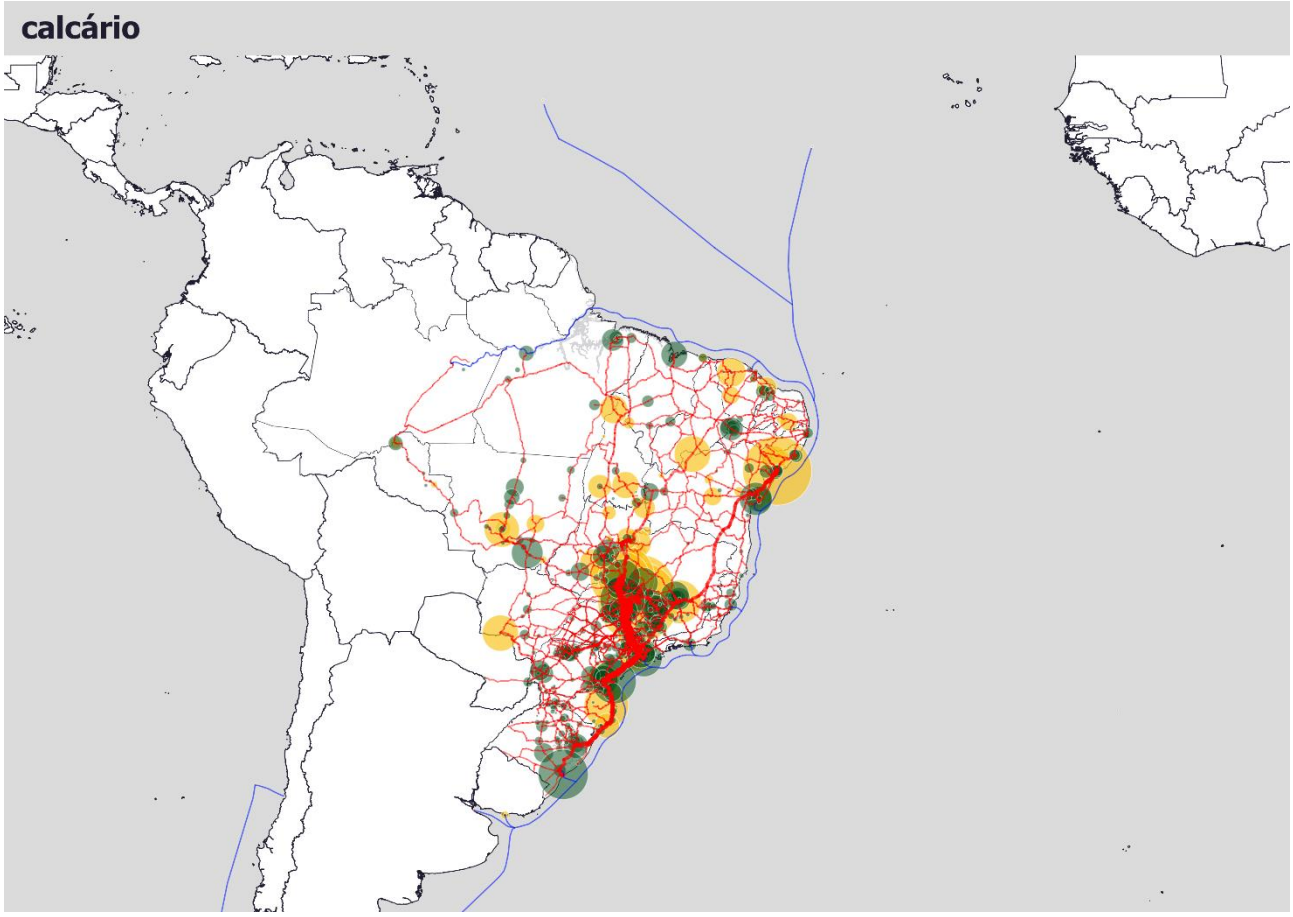


Figura 1-59: Matrizes OD alocadas por modo – materiais de construção.



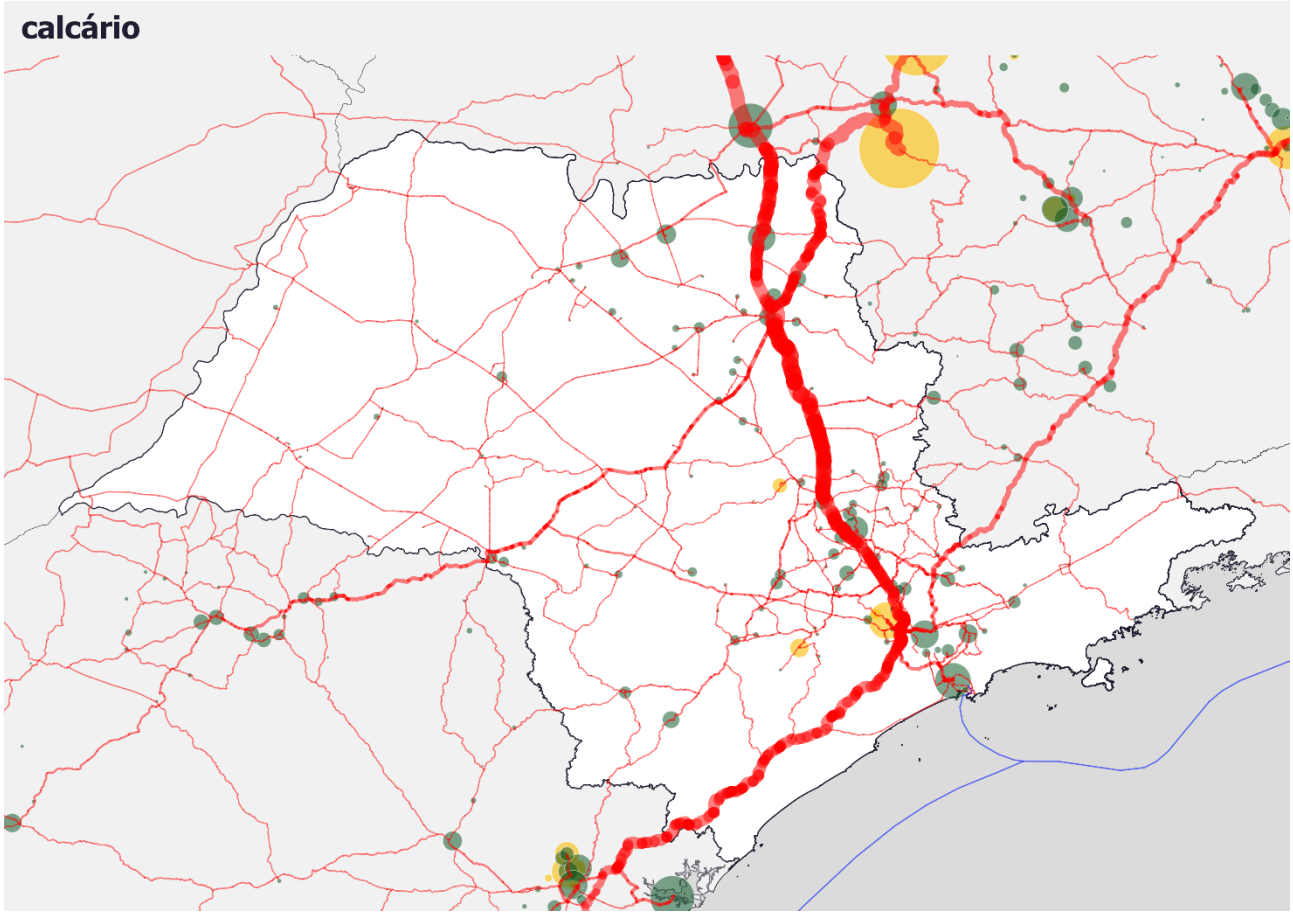


Figura 1-60: Matrizes OD alocadas por modo – calcário.

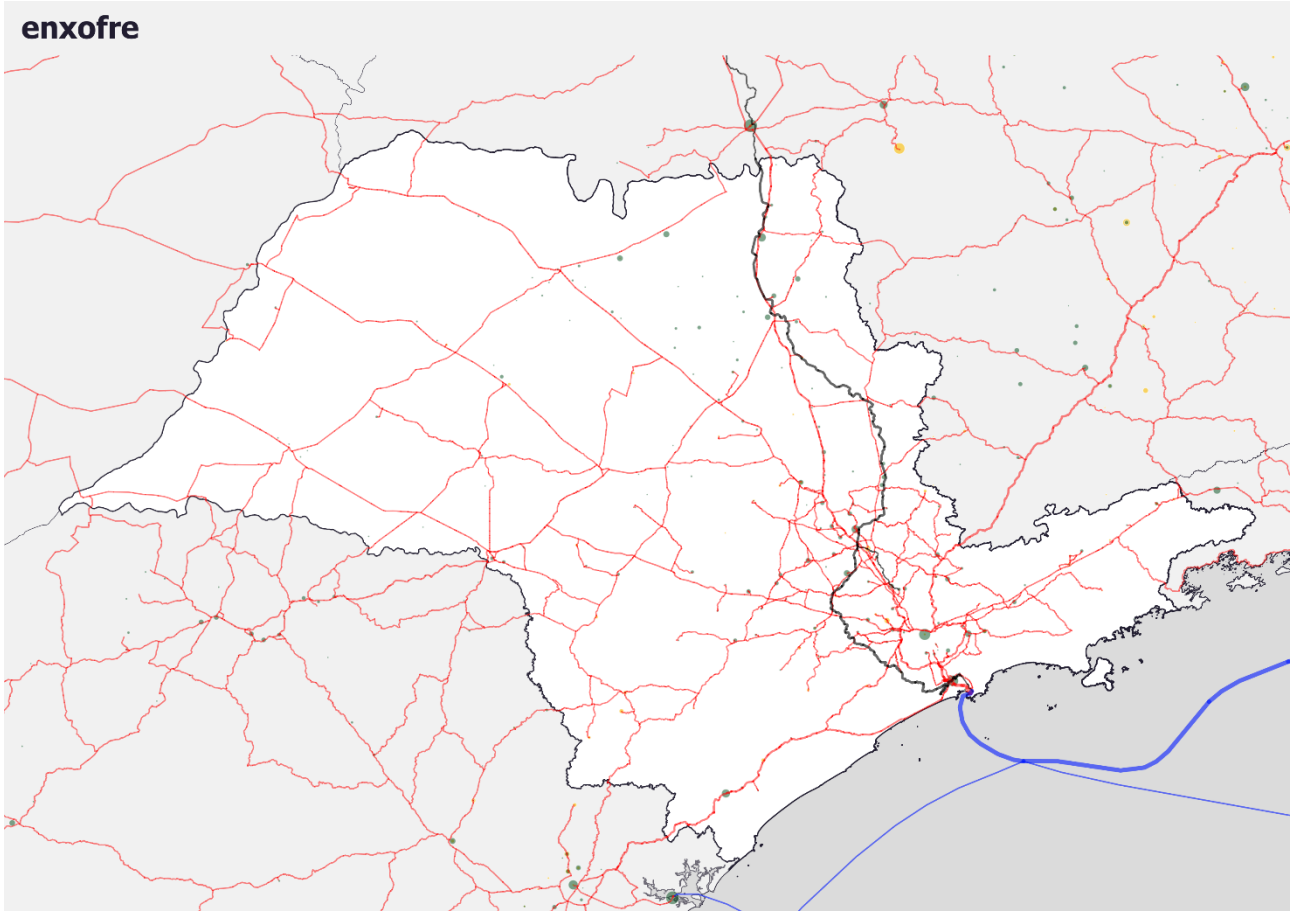
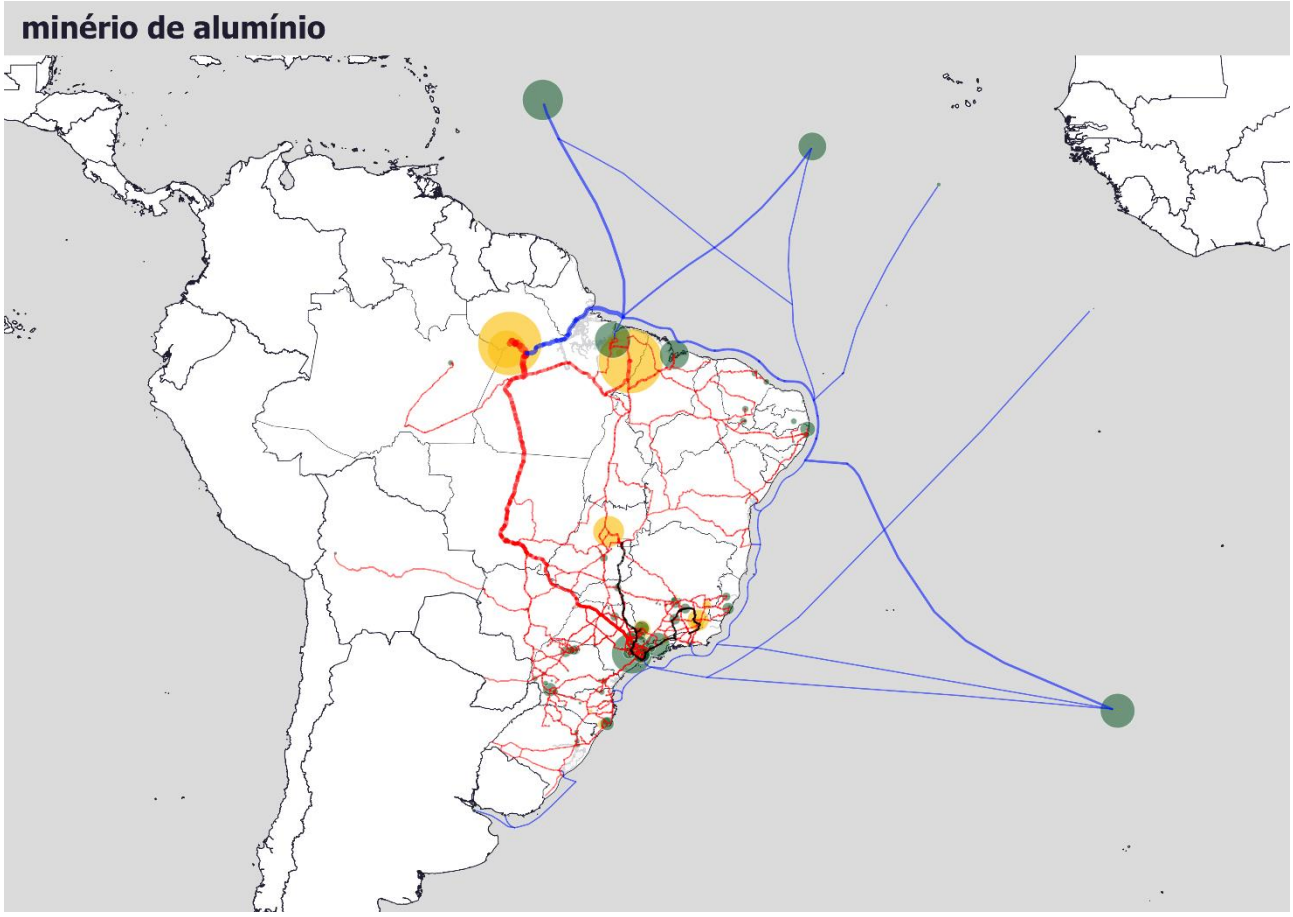


Figura 1-61: Matrizes OD alocadas por modo – enxofre.



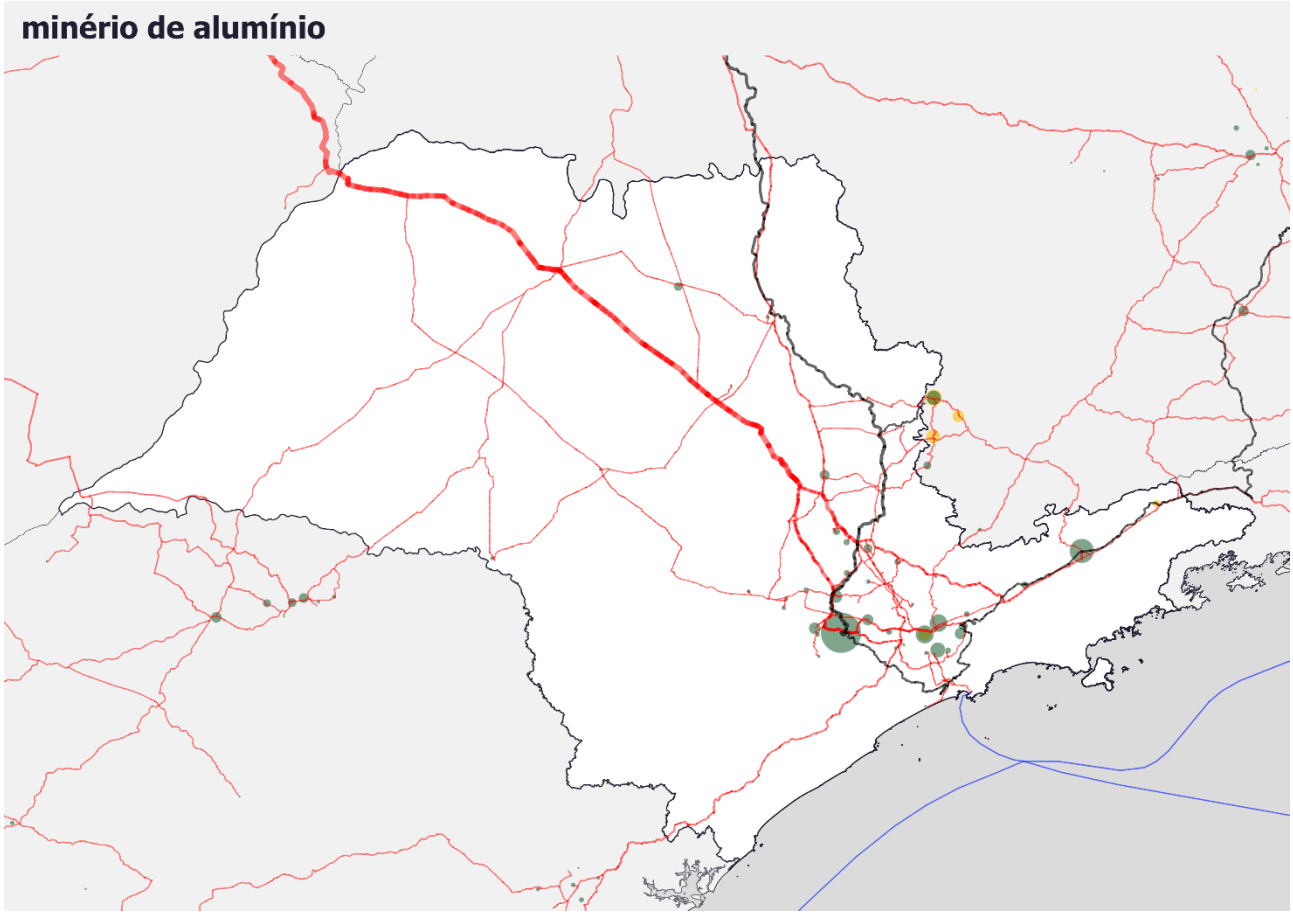
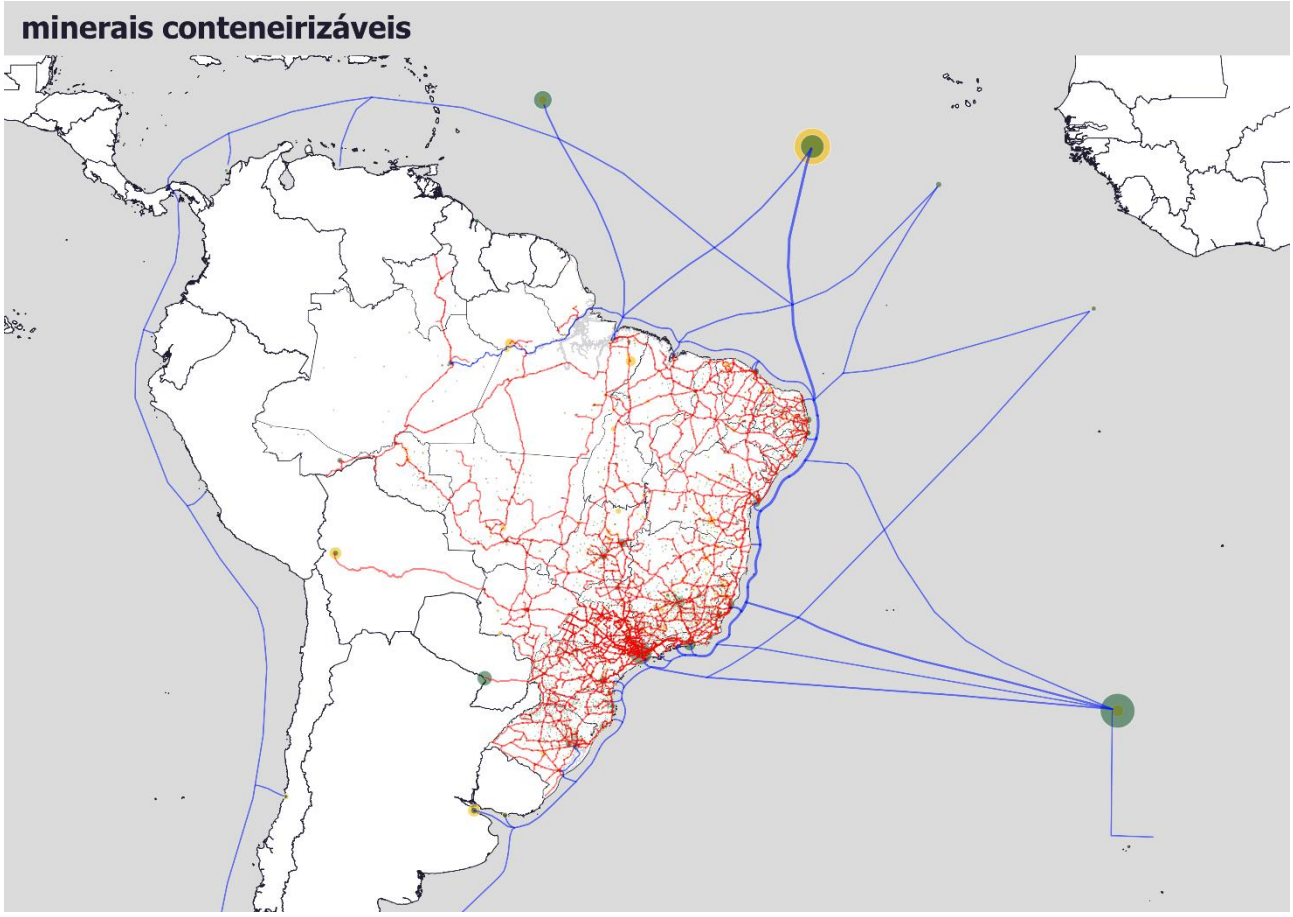


Figura 1-62: Matrizes OD alocadas por modo – minério de alumínio.



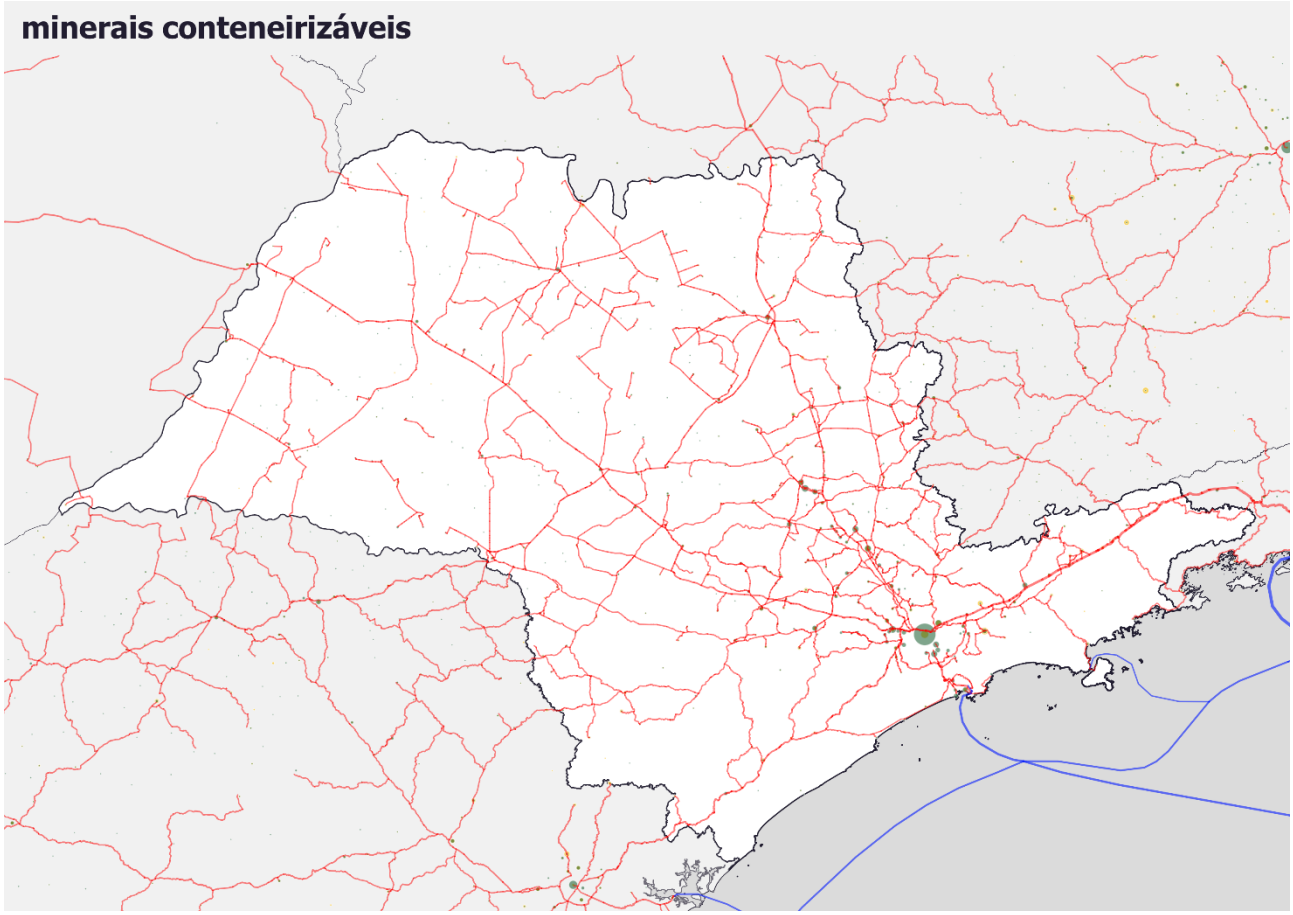


Figura 1-63: Matrizes OD alocadas por modo – minerais conteinerizáveis.

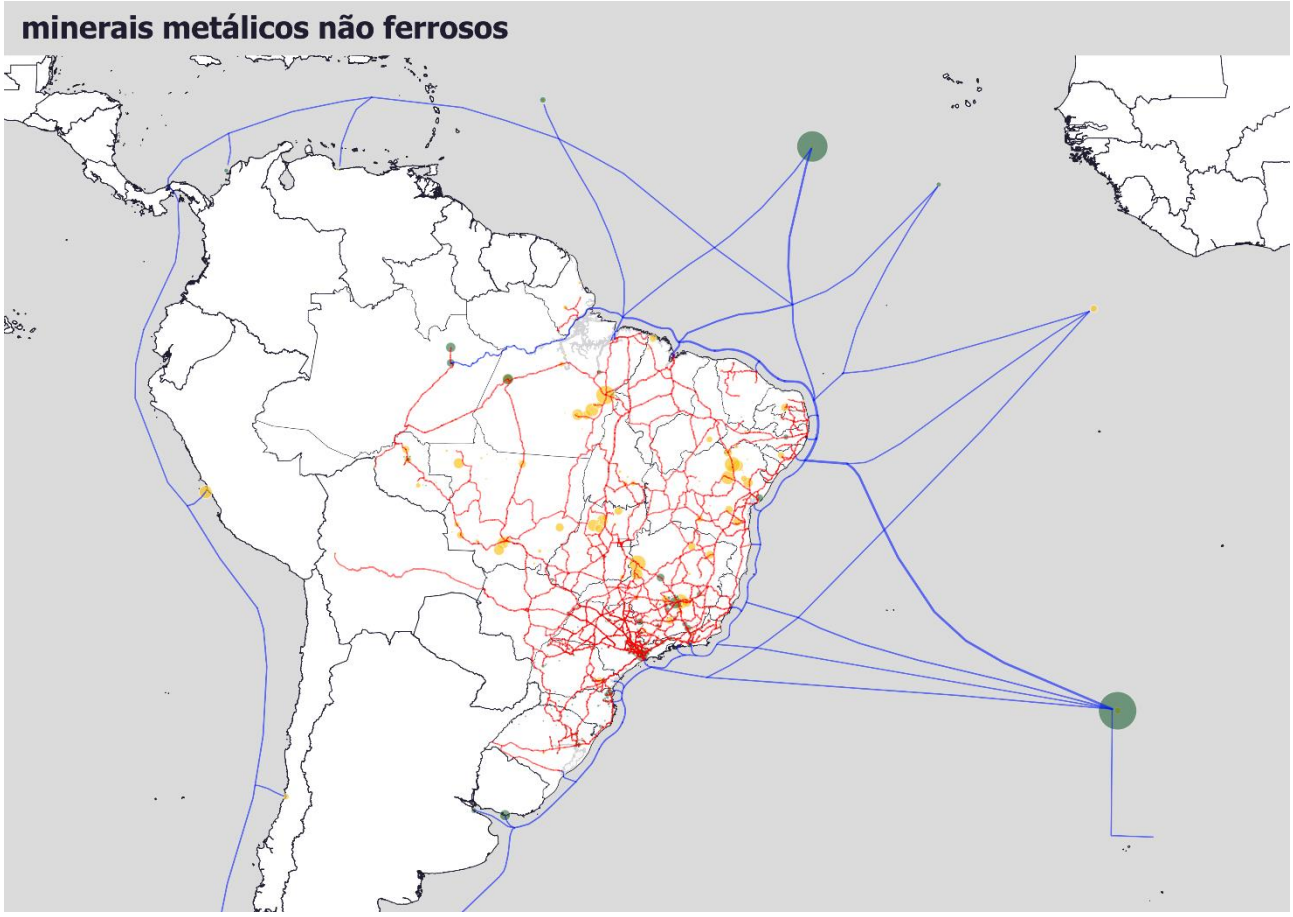


Figura 1-64: Matrizes OD alocadas por modo – minerais metálicos não ferrosos.

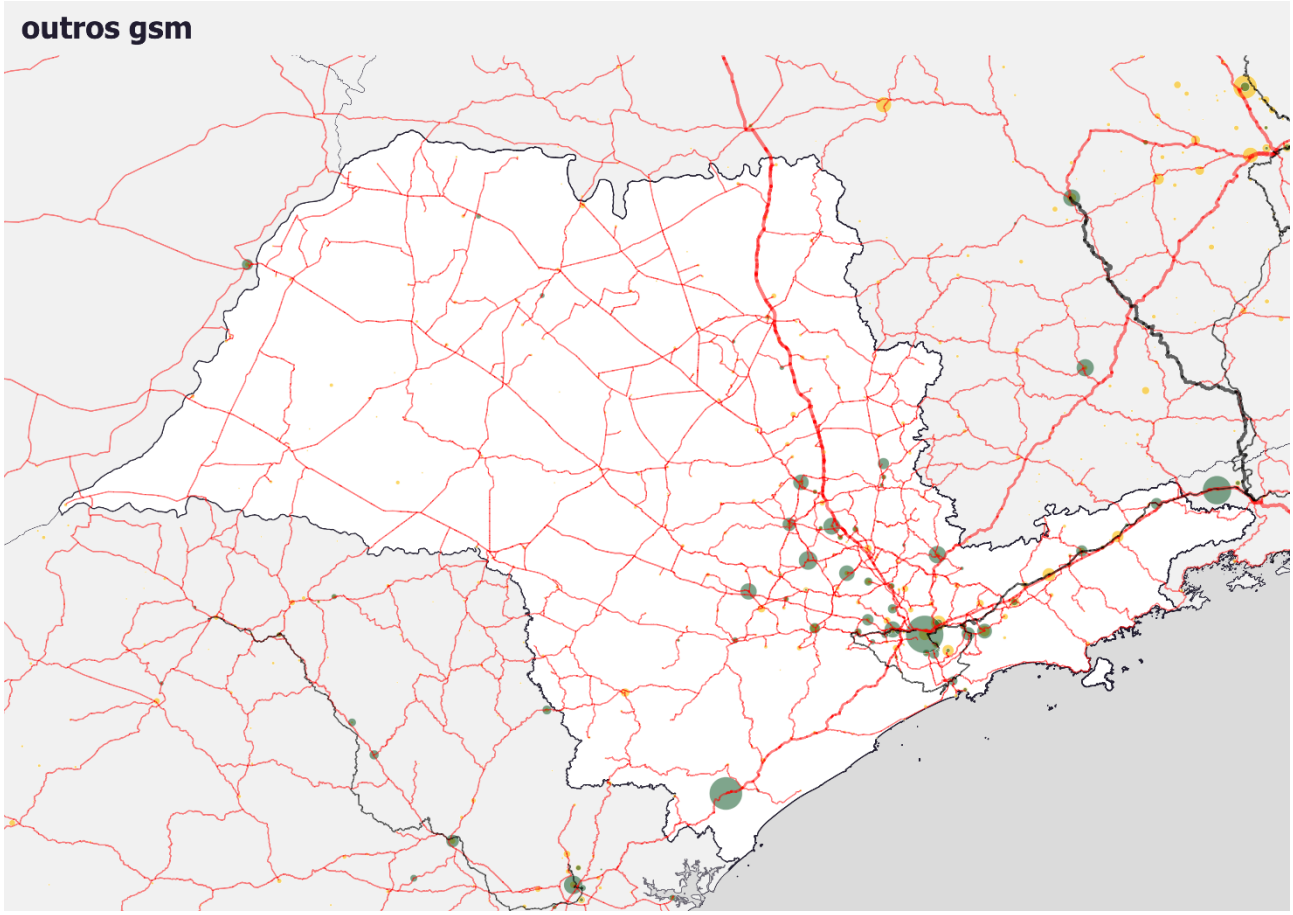
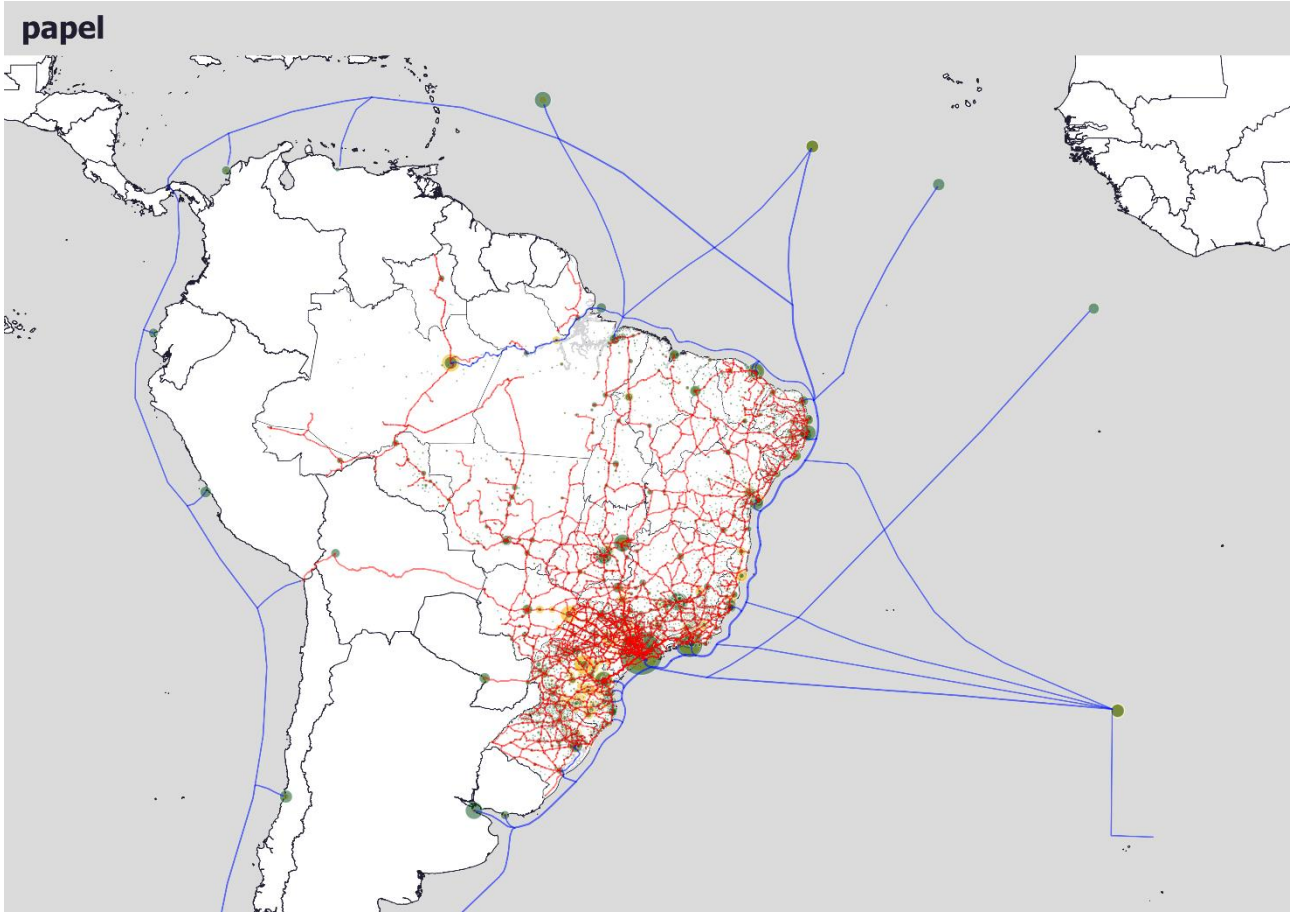


Figura 1-65: Matrizes OD alocadas por modo – outros granéis sólidos minerais.



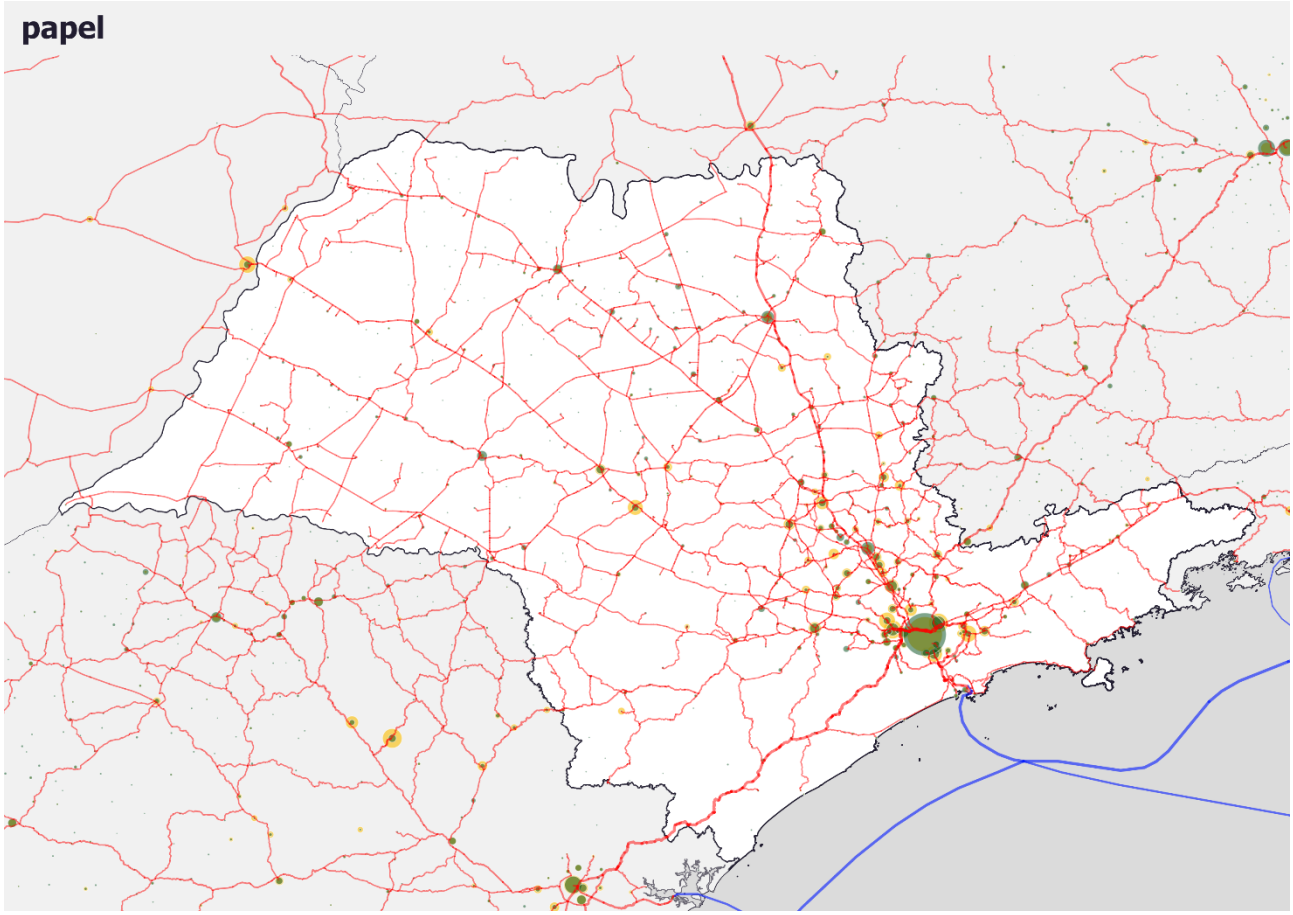
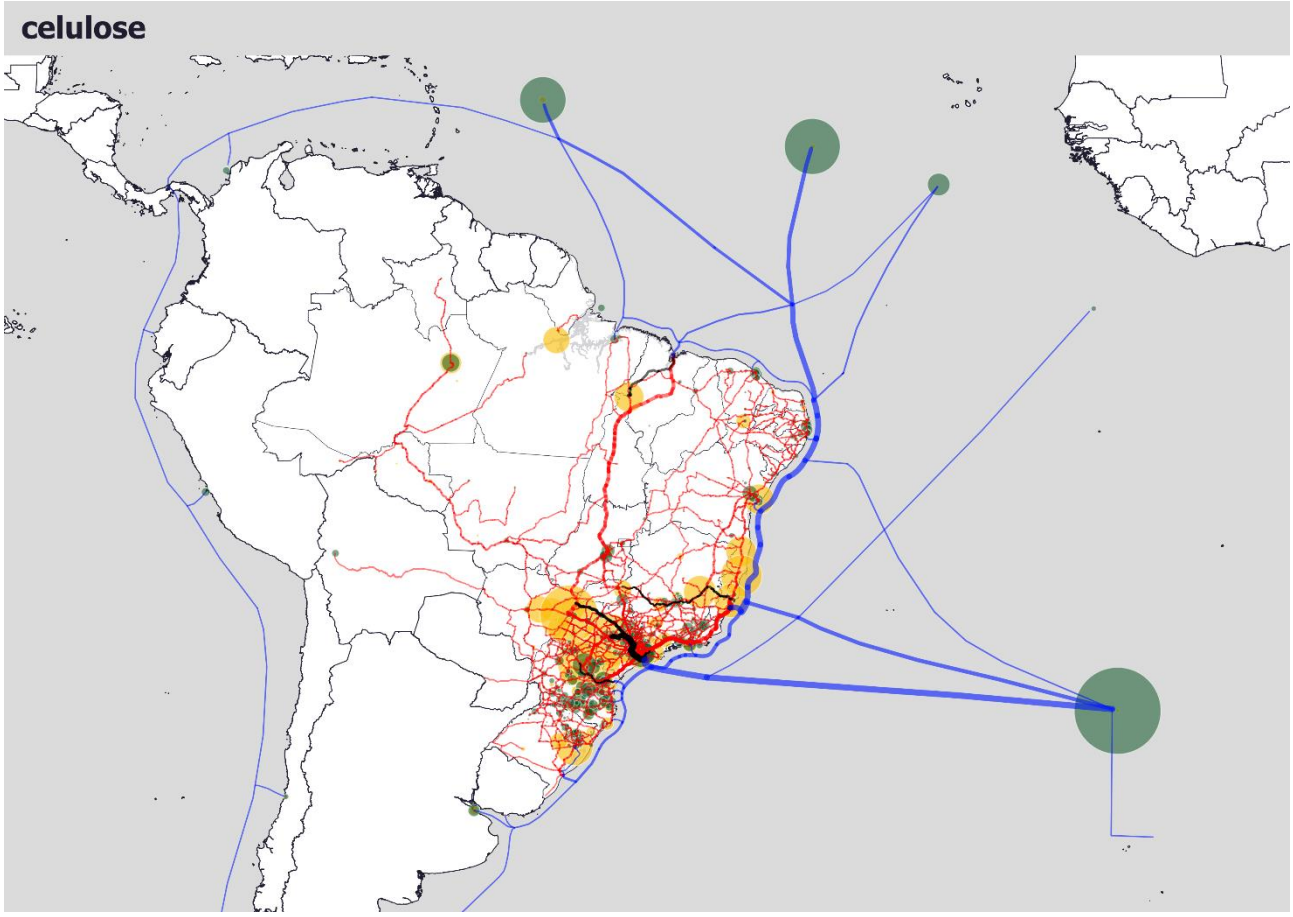


Figura 1-66: Matrizes OD alocadas por modo – papel.



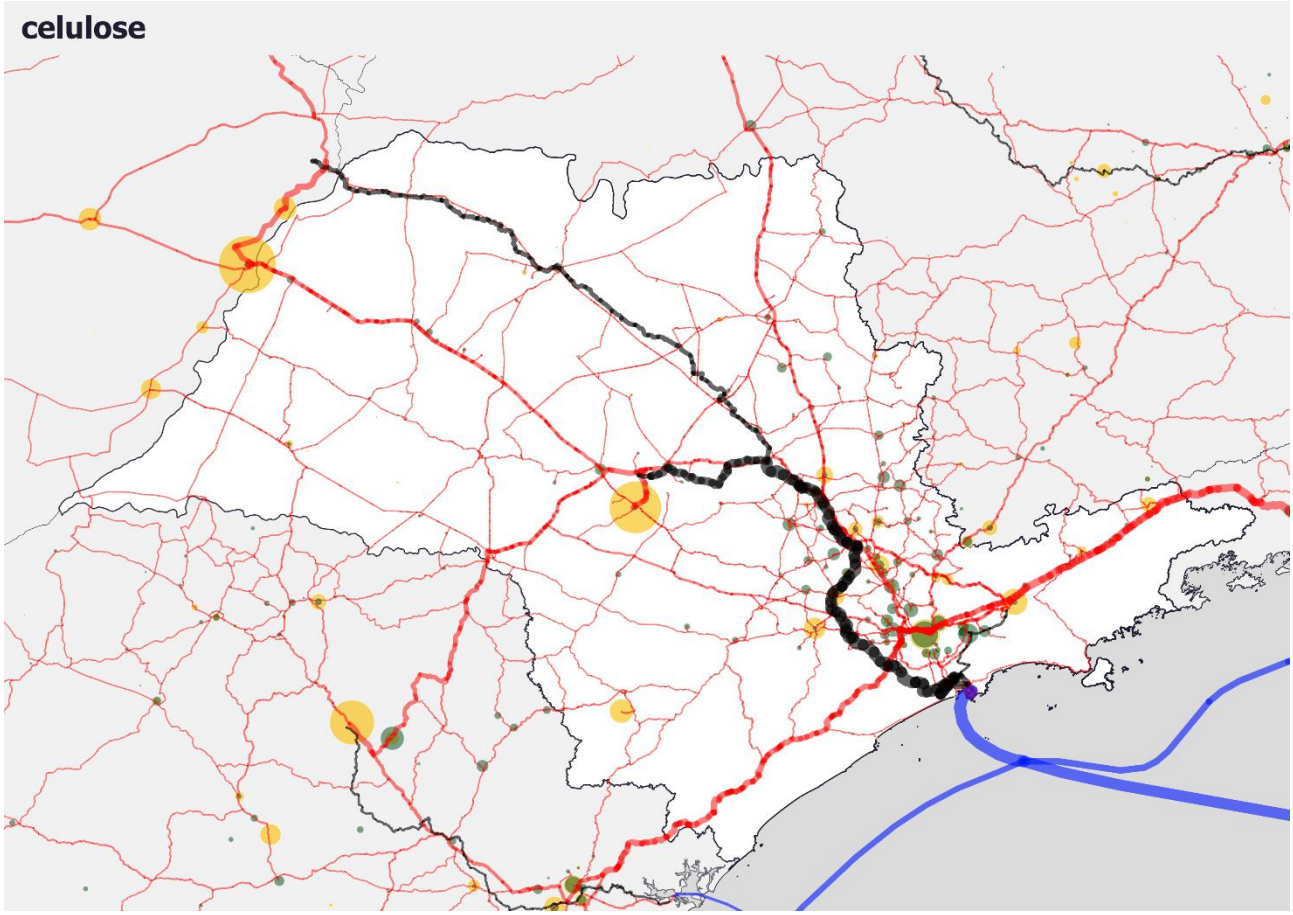


Figura 1-67: Matrizes OD alocadas por modo – celulose.

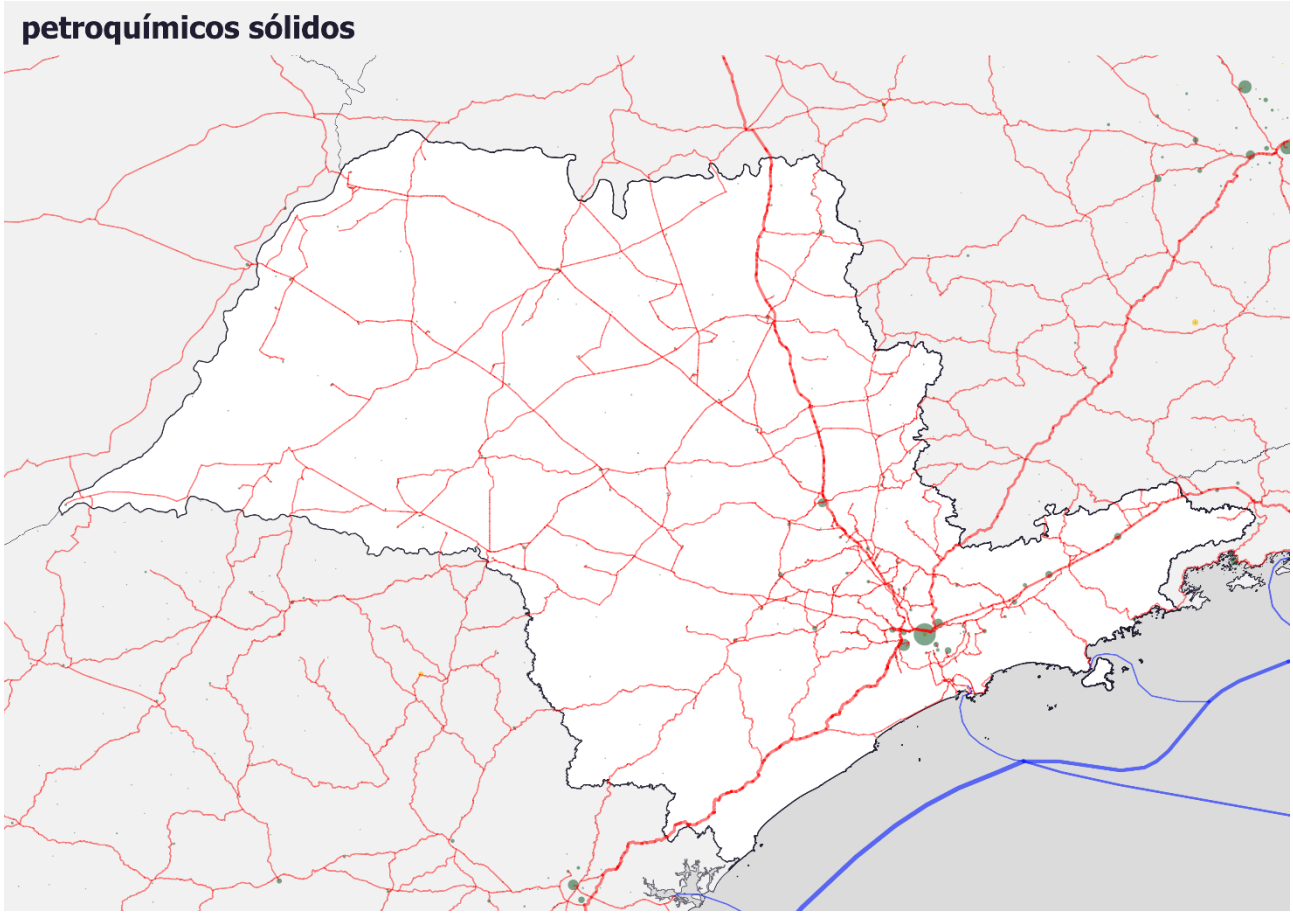
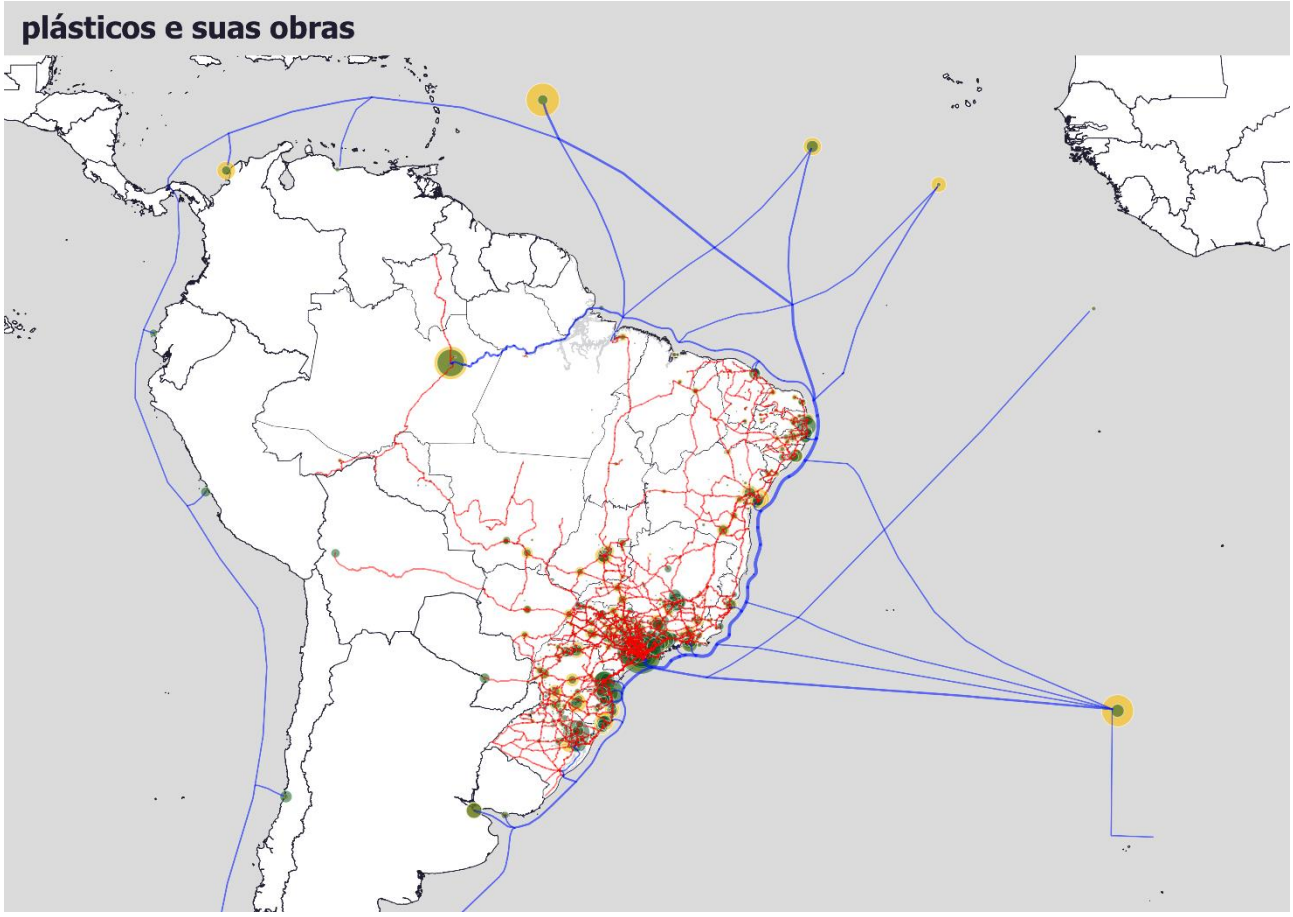


Figura 1-68: Matrizes OD alocadas por modo – petroquímicos sólidos.



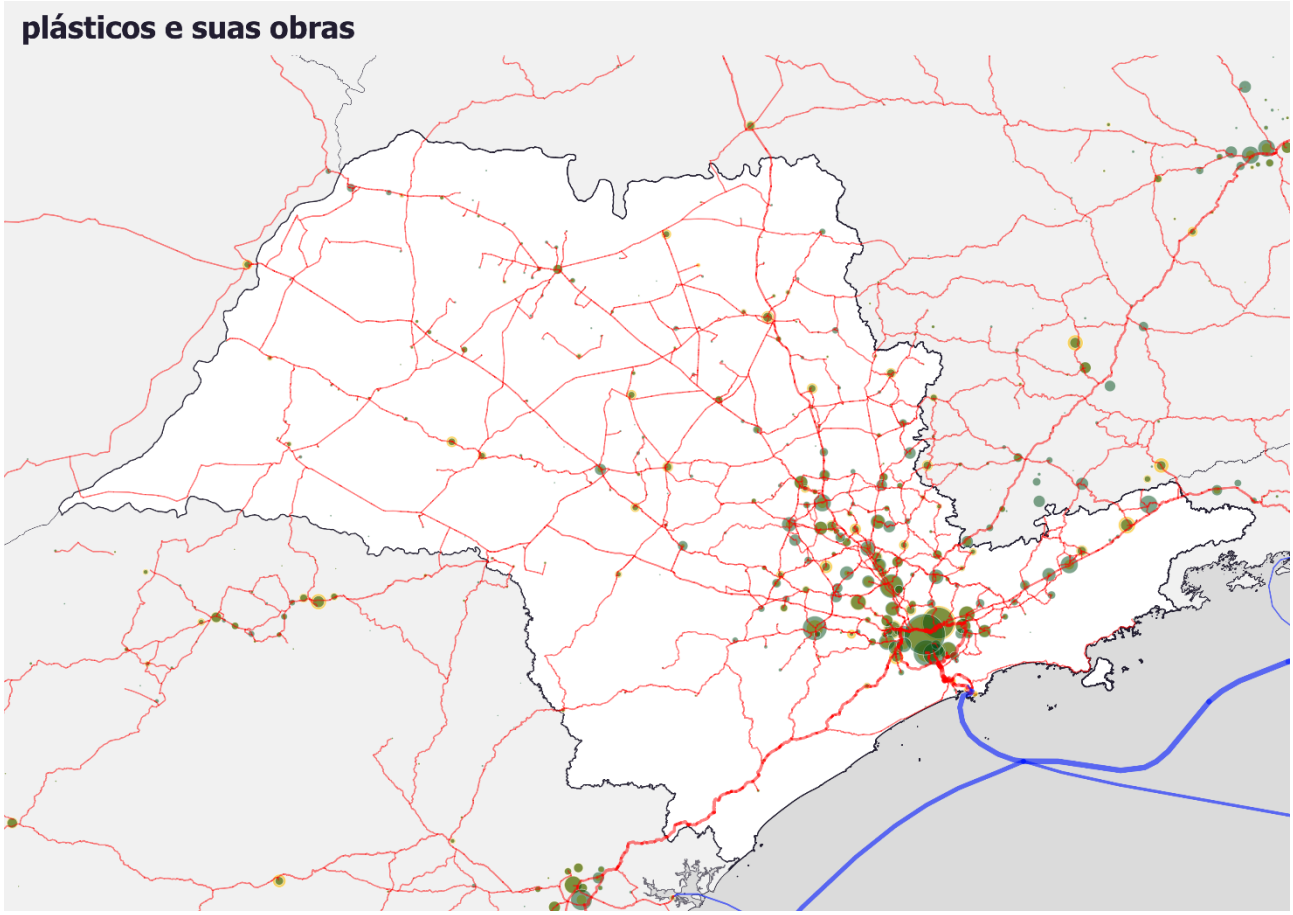
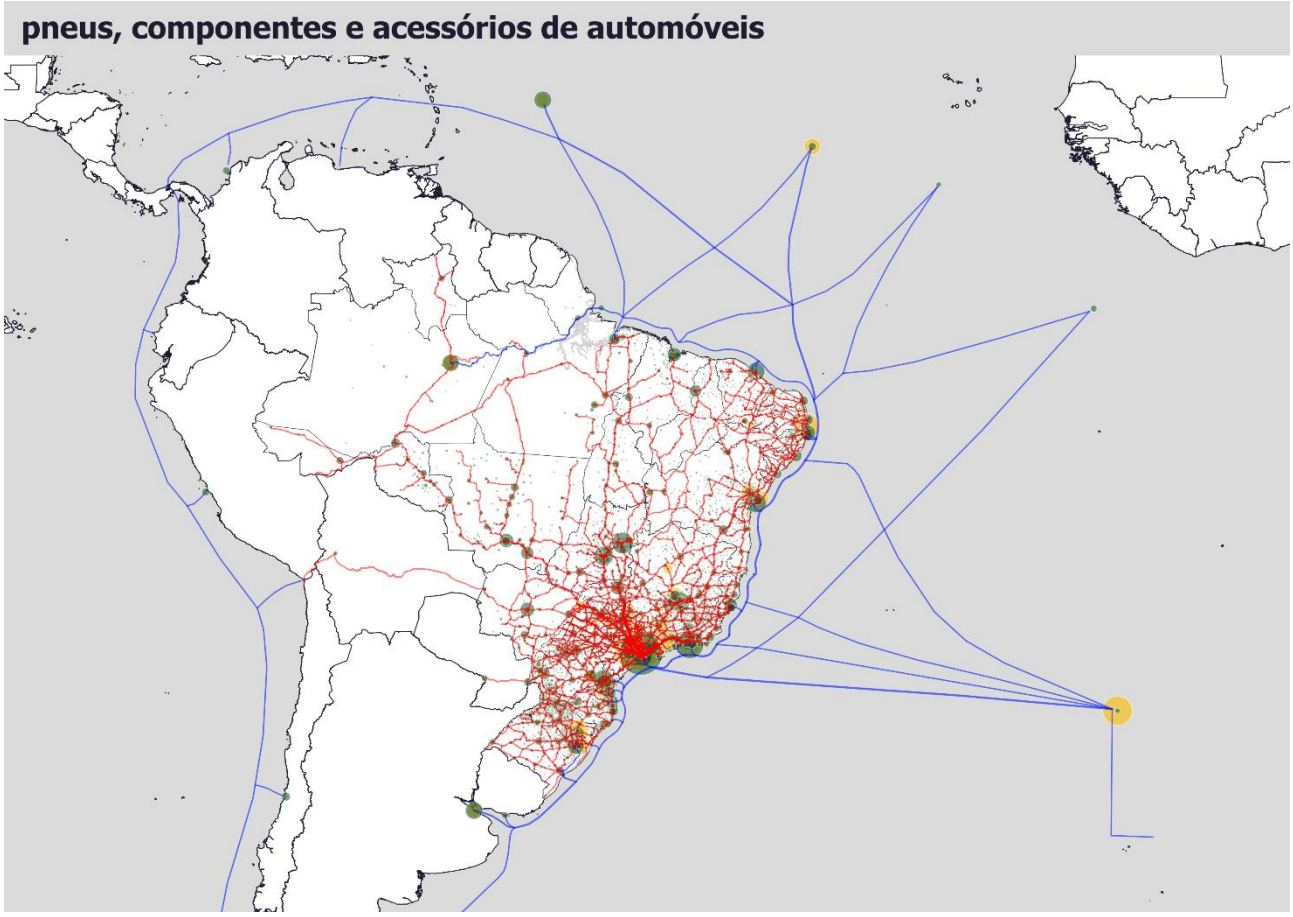


Figura 1-69: Matrizes OD alocadas por modo – plástico e suas obras.



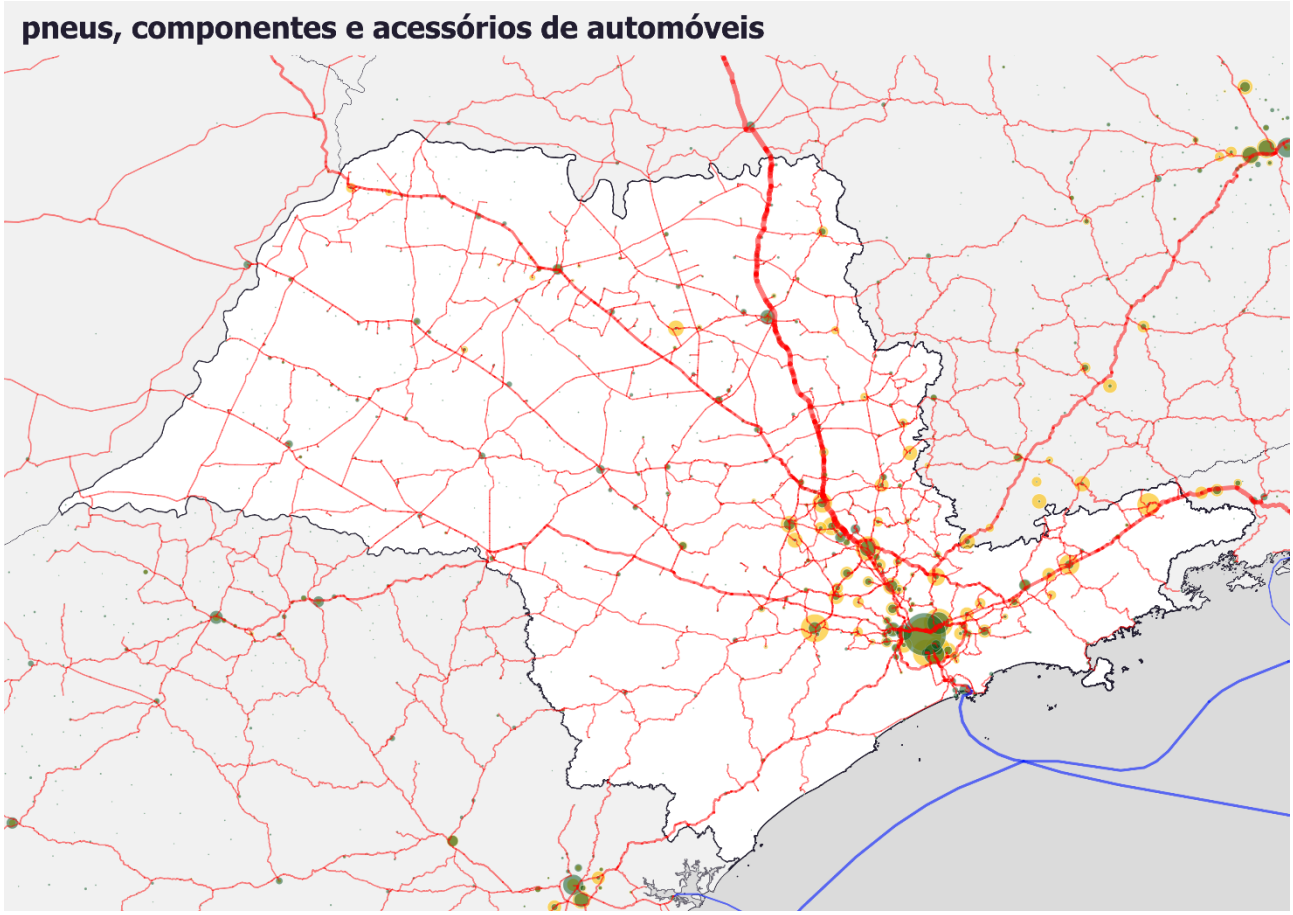
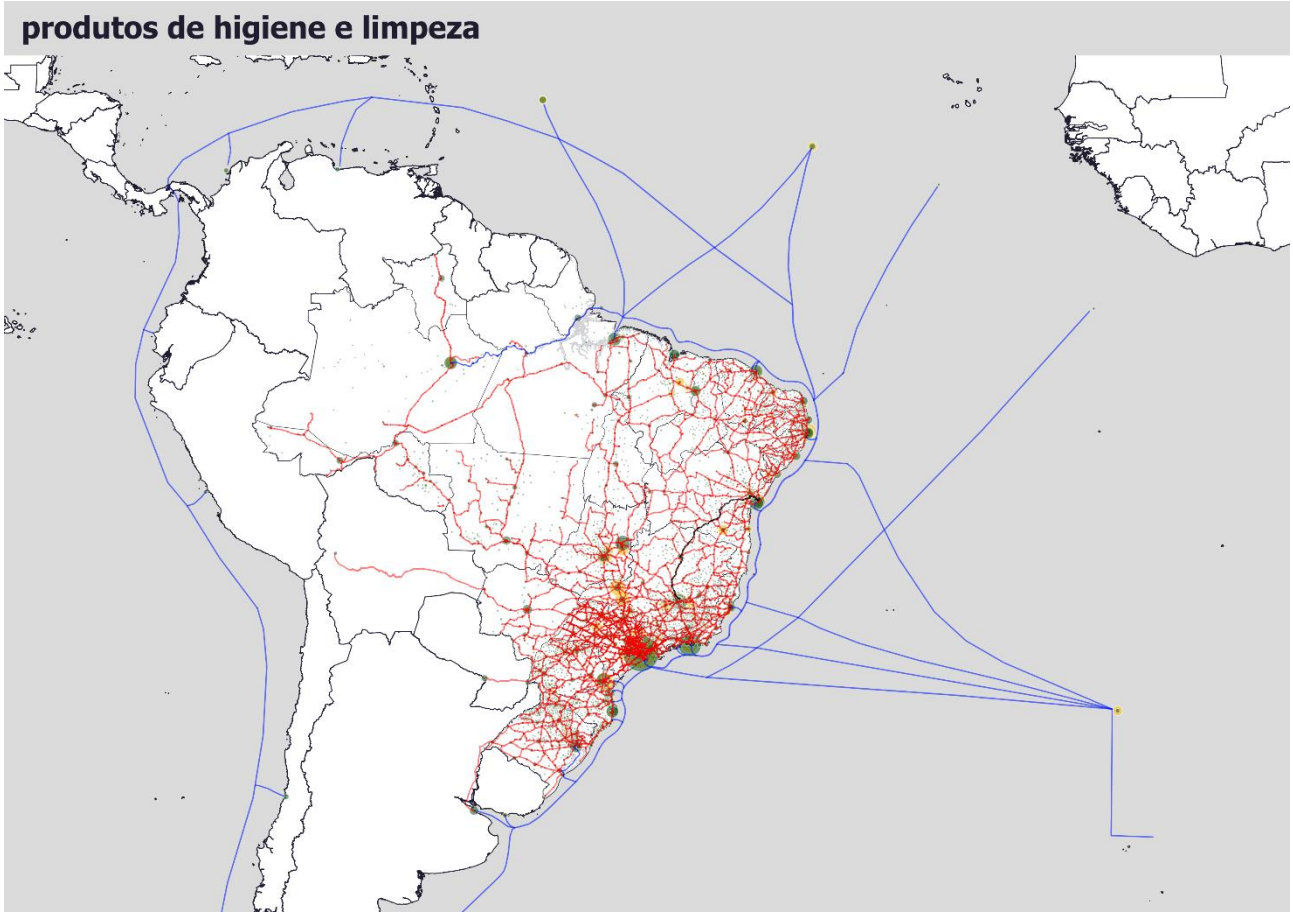


Figura 1-70: Matrizes OD alocadas por modo – pneus, componentes e acessórios de automóveis.



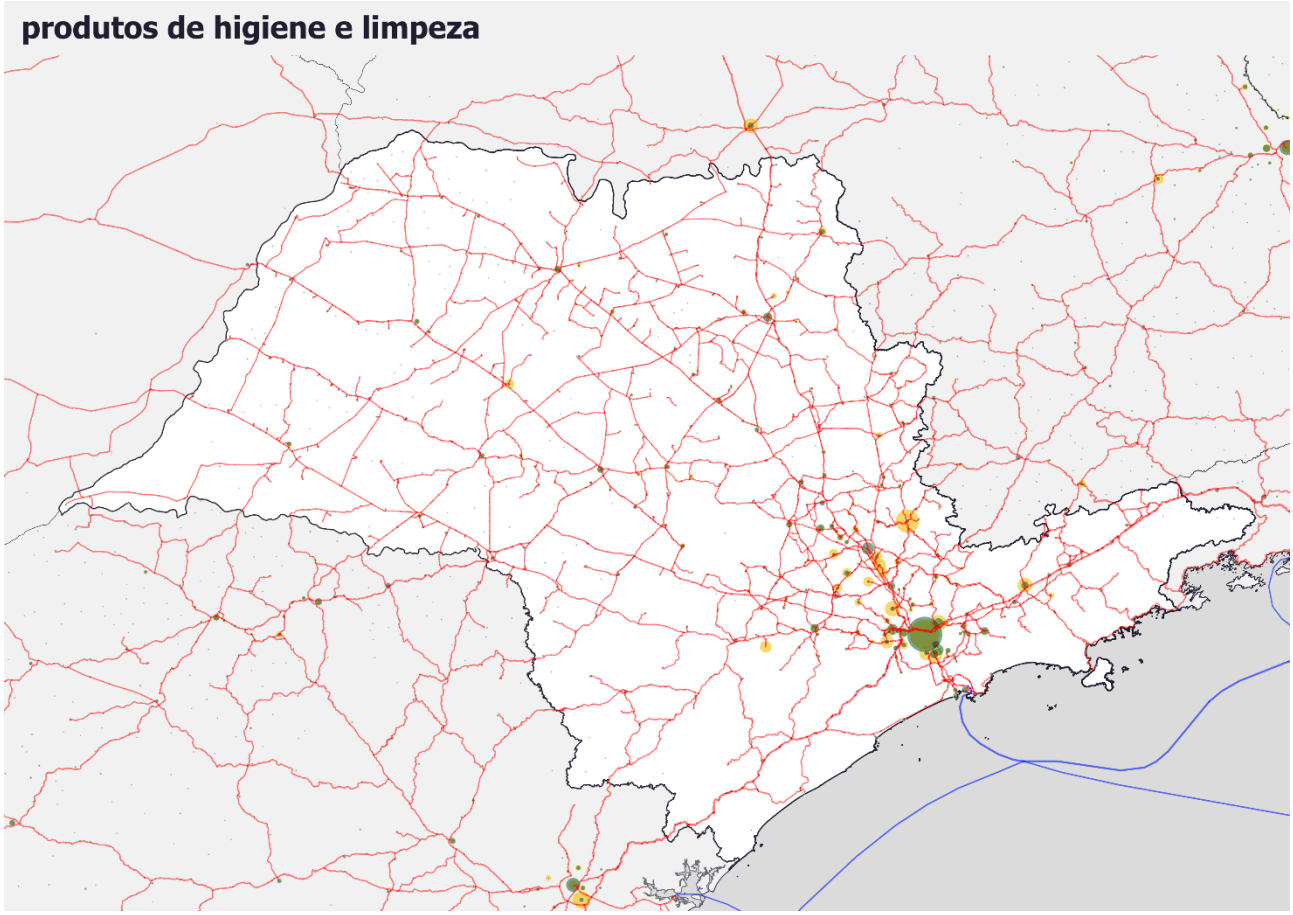
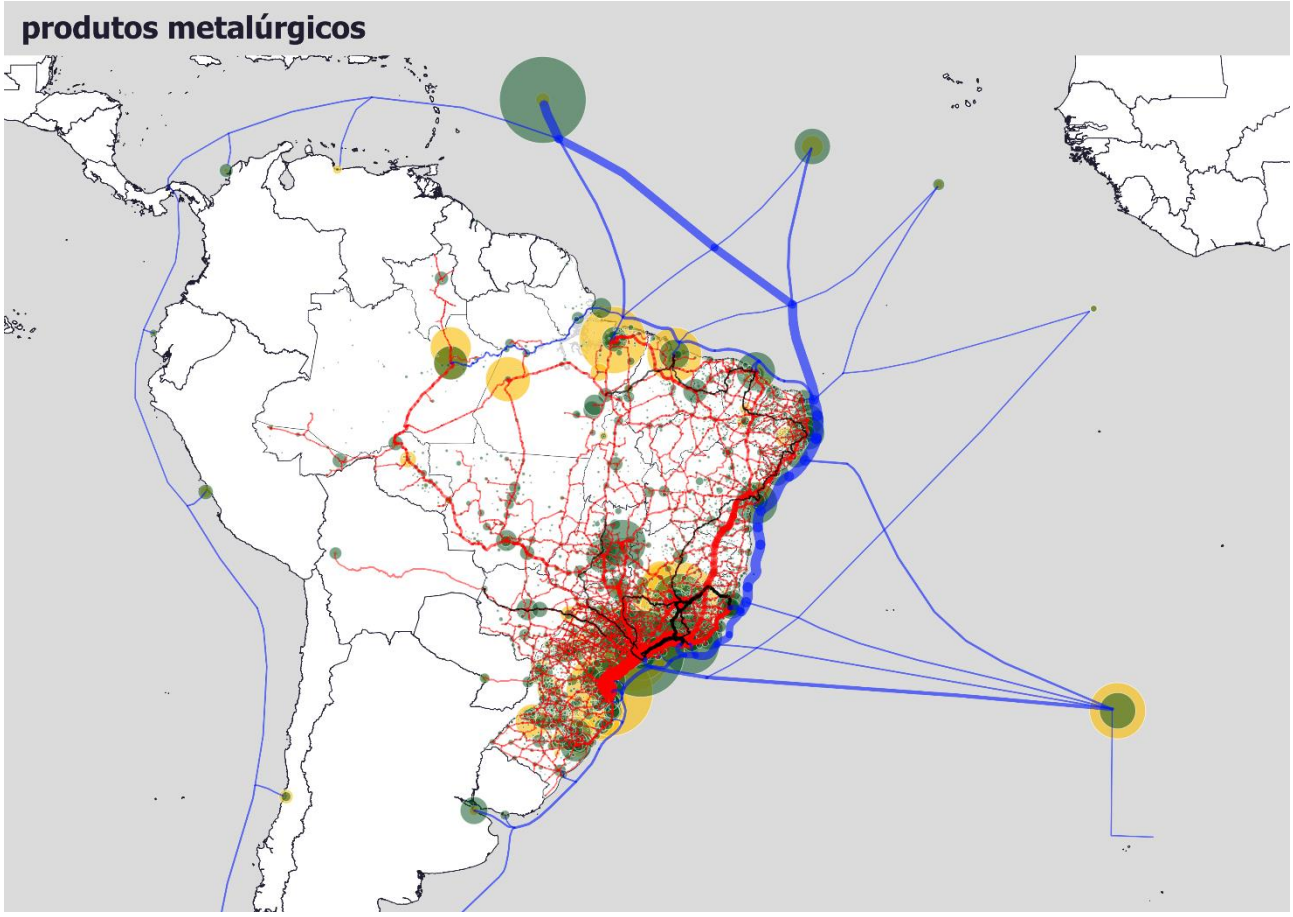


Figura 1-71: Matrizes OD alocadas por modo – produtos de higiene e limpeza.



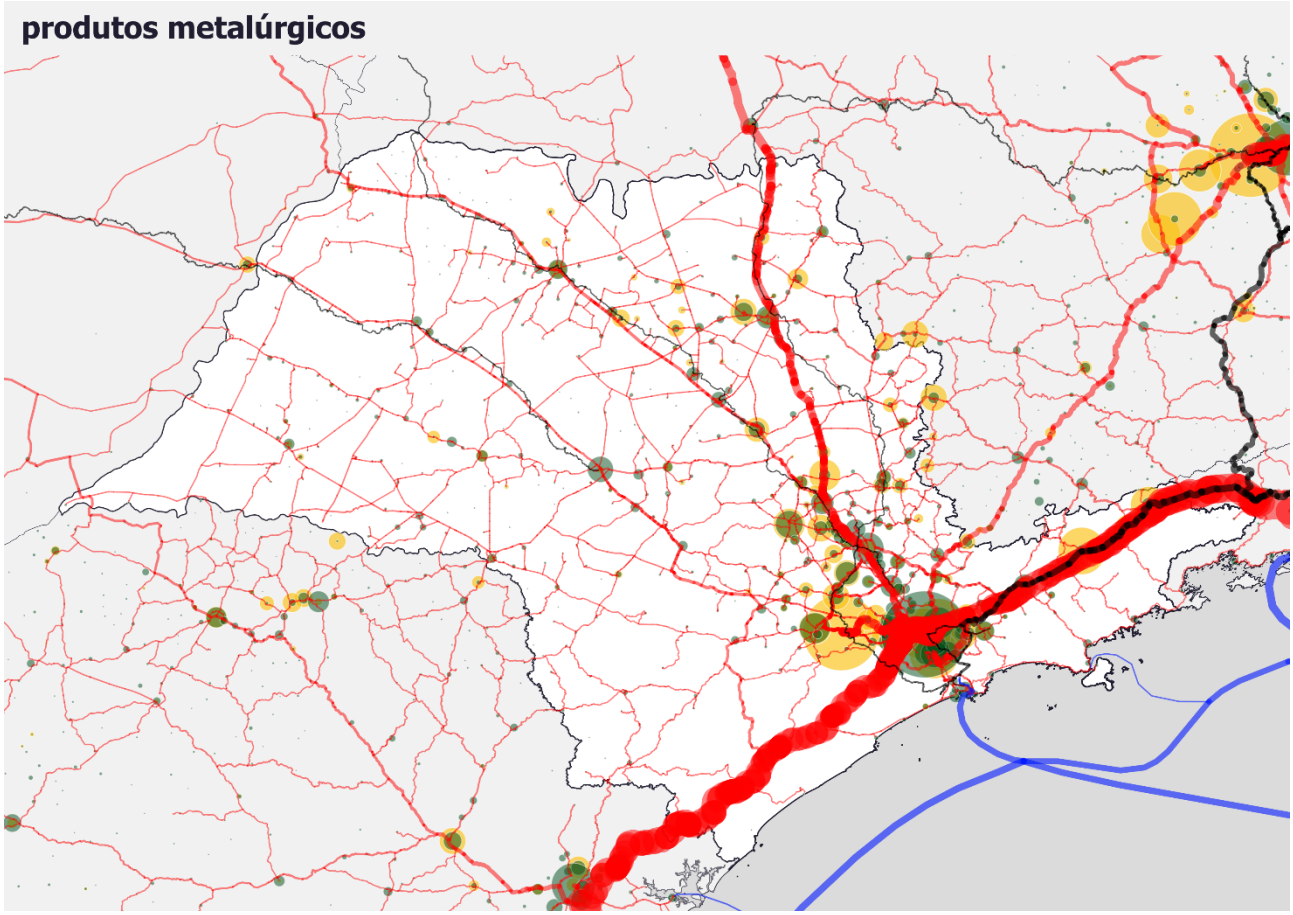
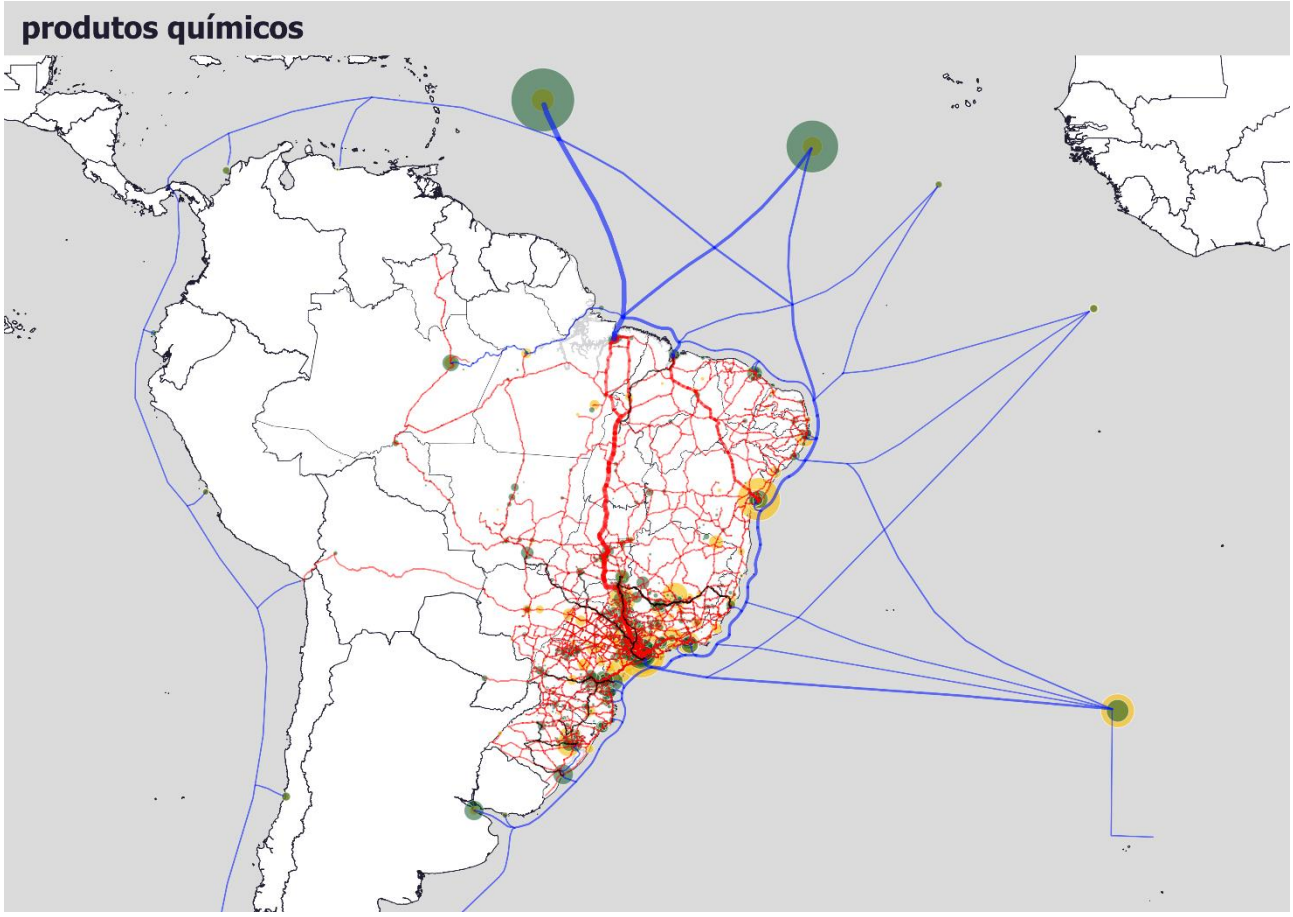


Figura 1-72: Matrizes OD alocadas por modo – produtos metalúrgicos.



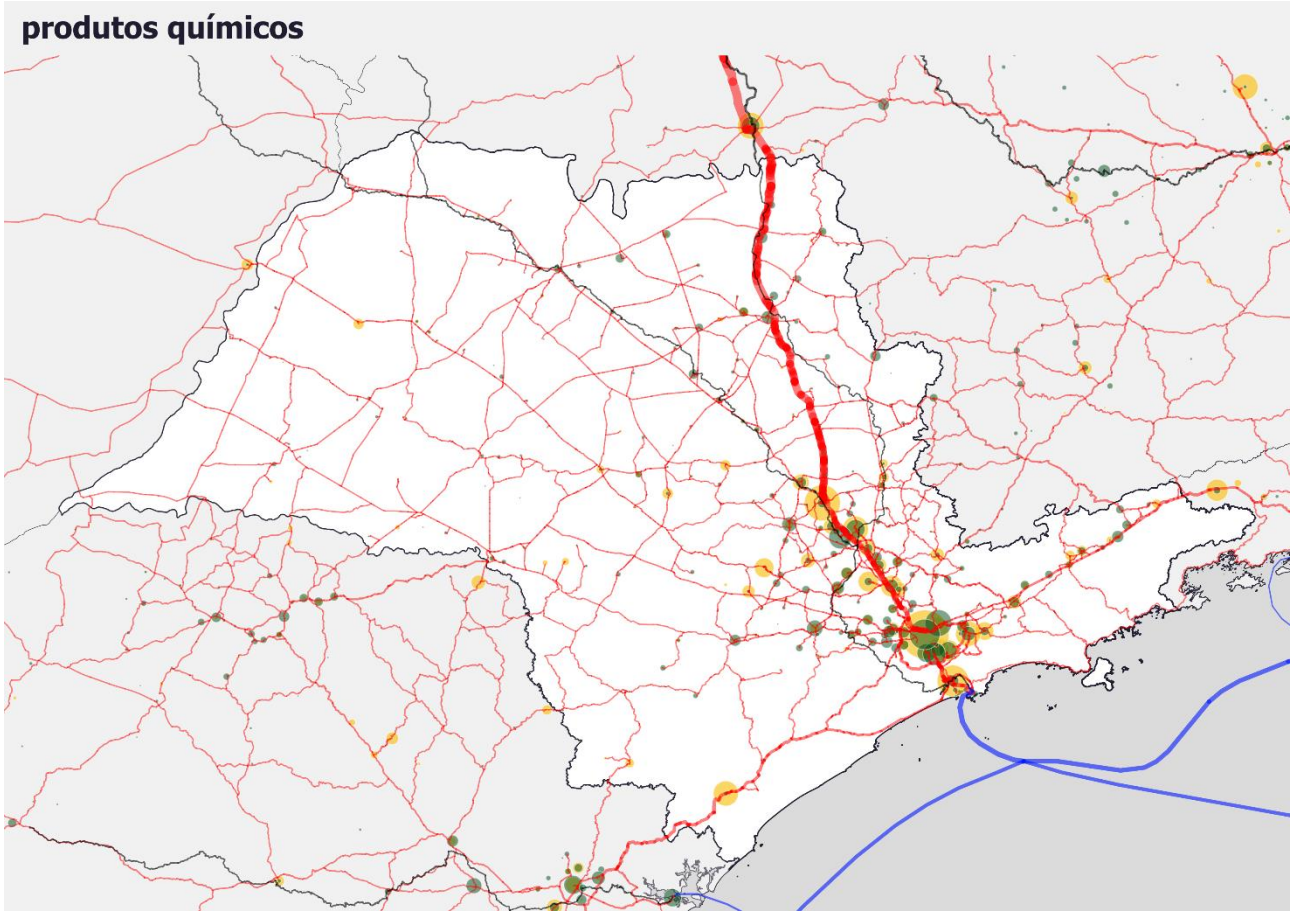
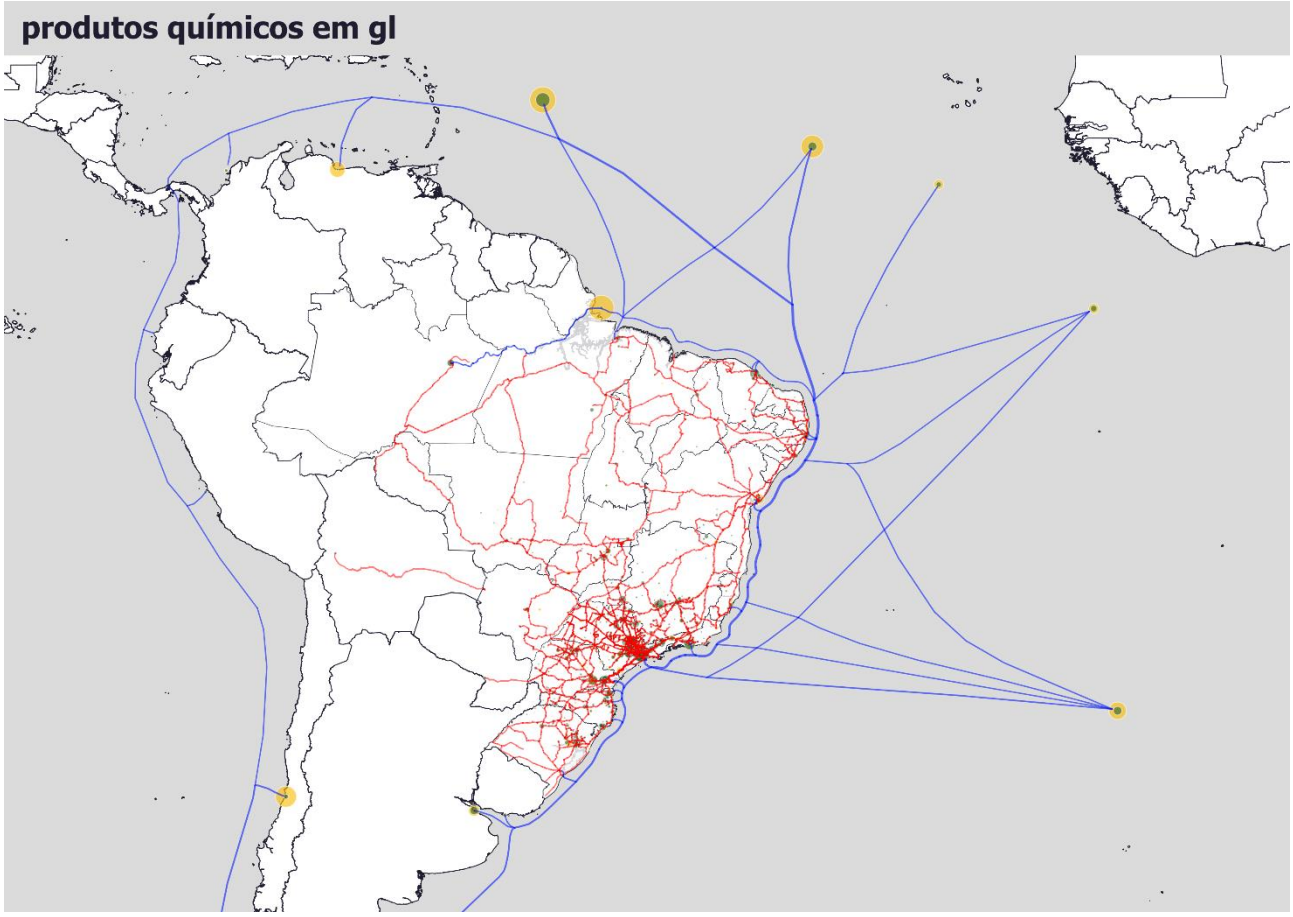


Figura 1-73: Matrizes OD alocadas por modo – produtos químicos.



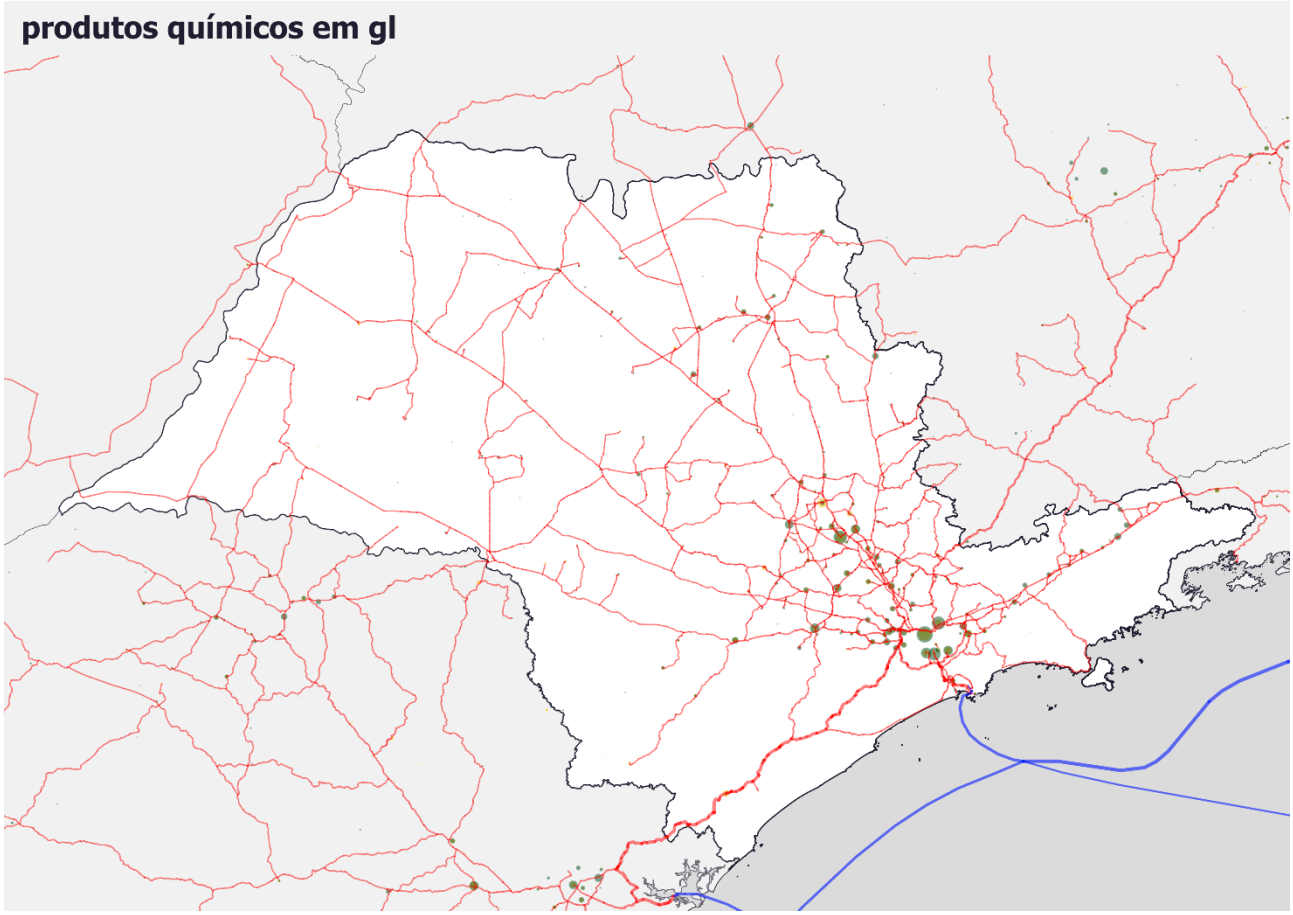
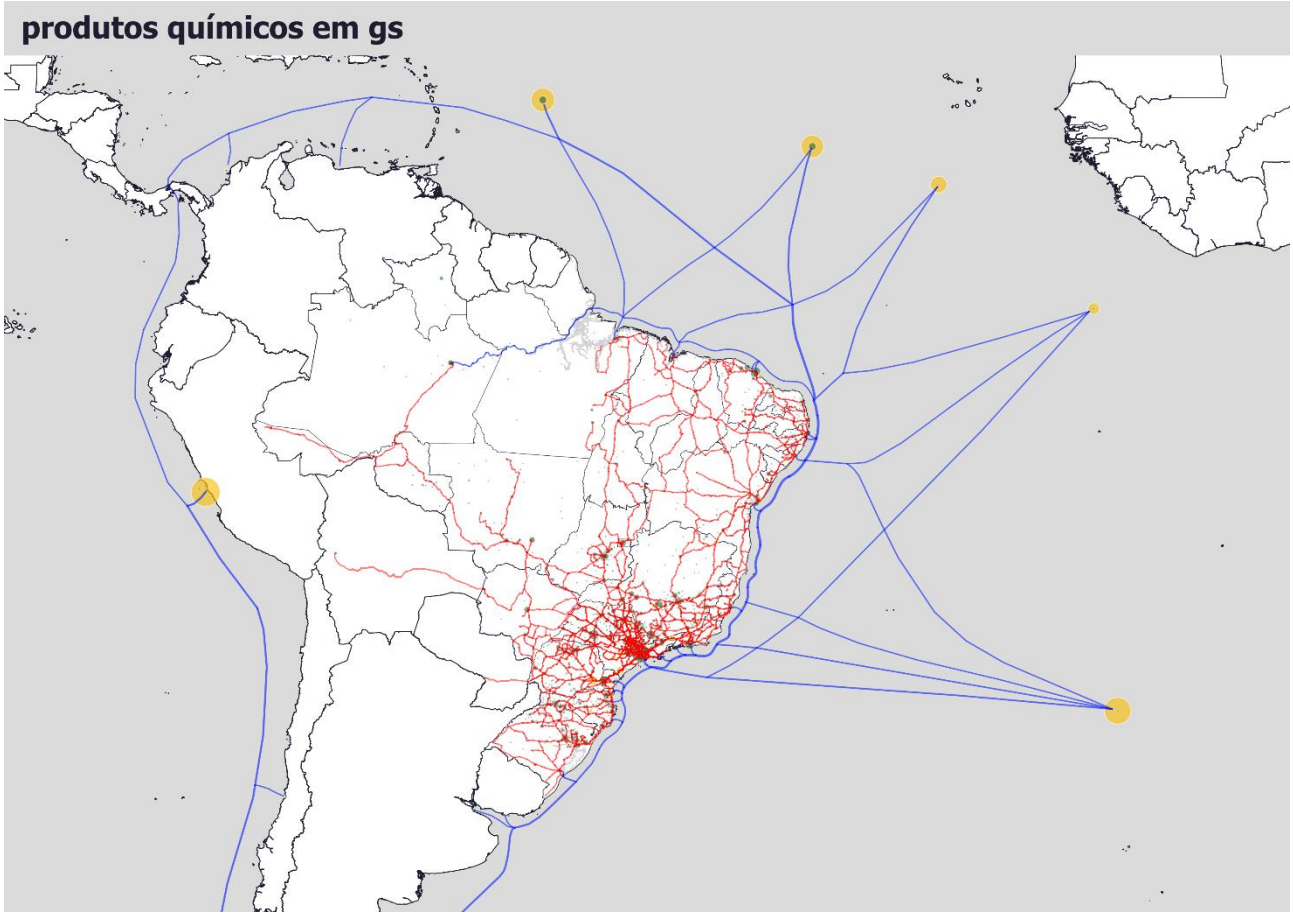


Figura 1-74: Matrizes OD alocadas por modo – produtos químicos em granéis líquidos.



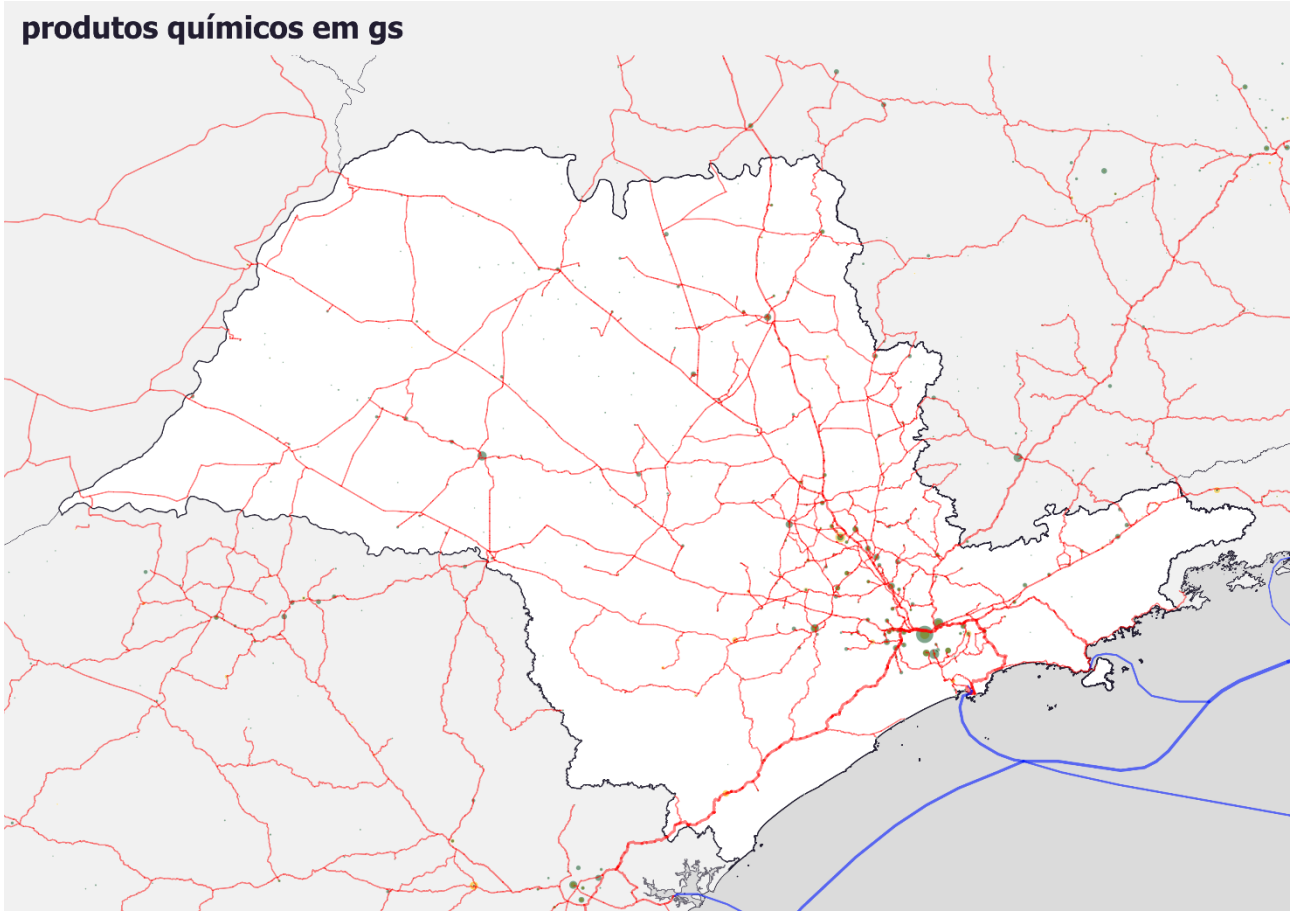
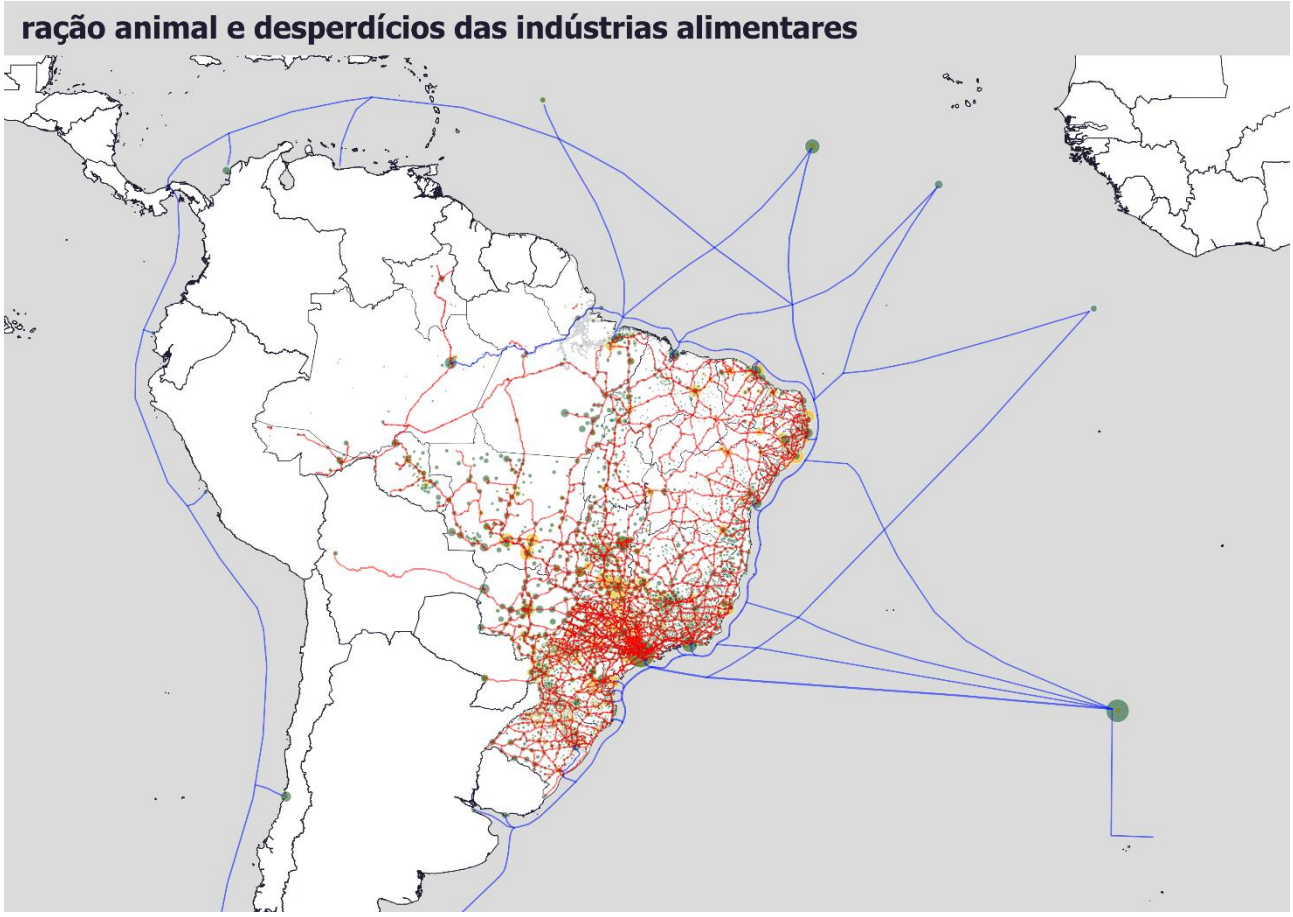


Figura 1-75: Matrizes OD alocadas por modo – produtos químicos em granéis sólidos.



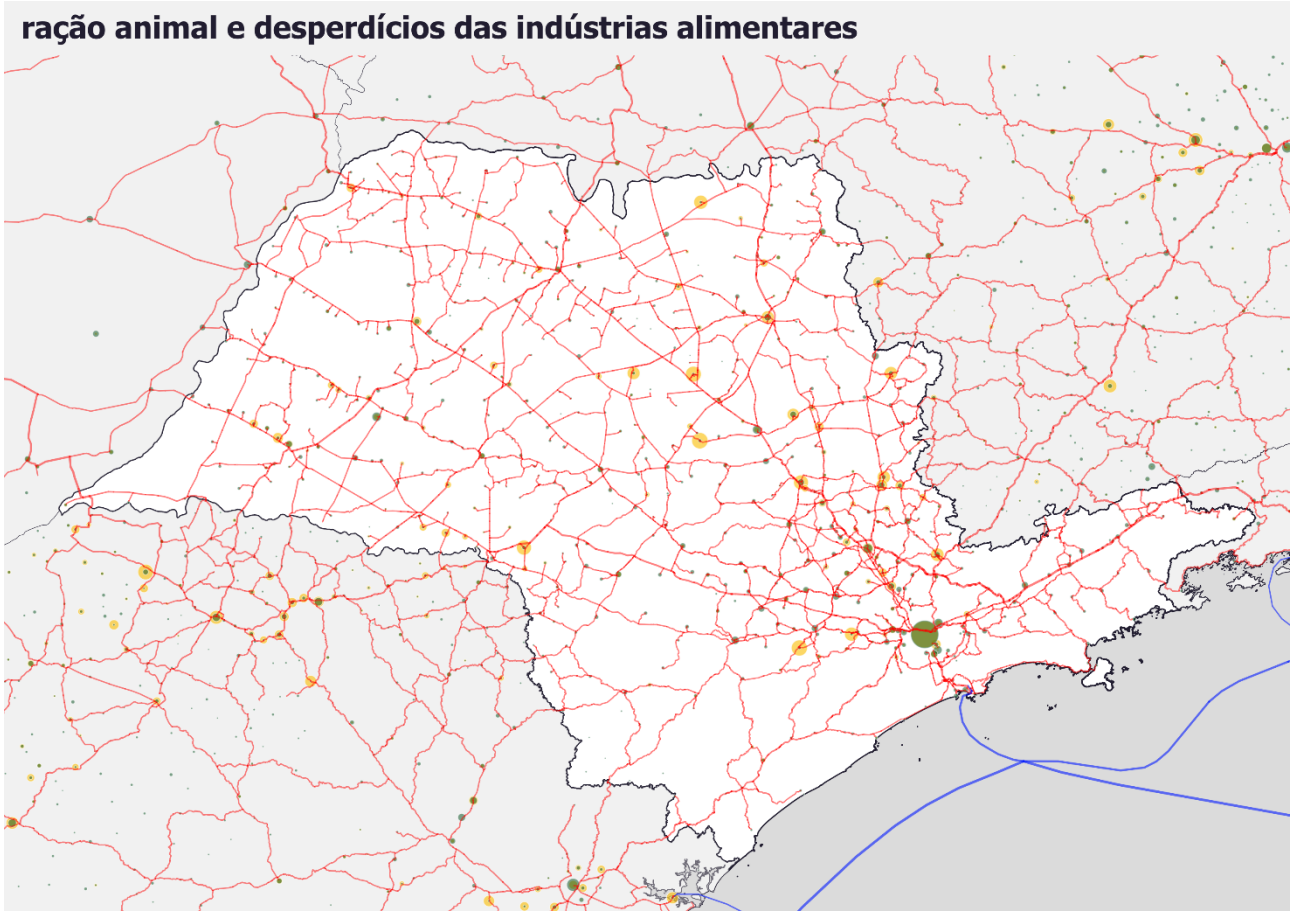
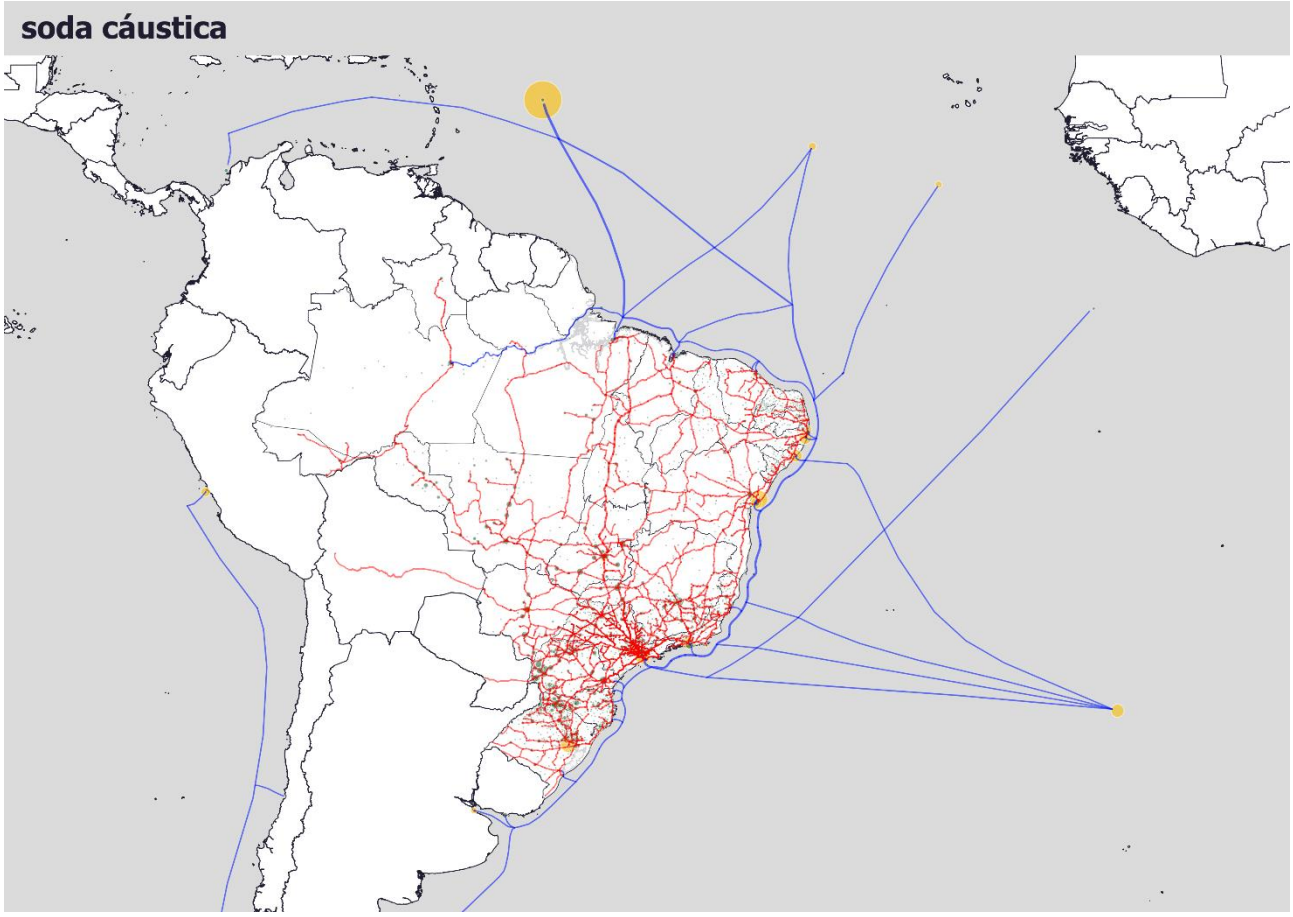


Figura 1-76: Matrizes OD alocadas por modo – ração animal.

Figura 1-77: Matrizes OD alocadas por modo – sal.



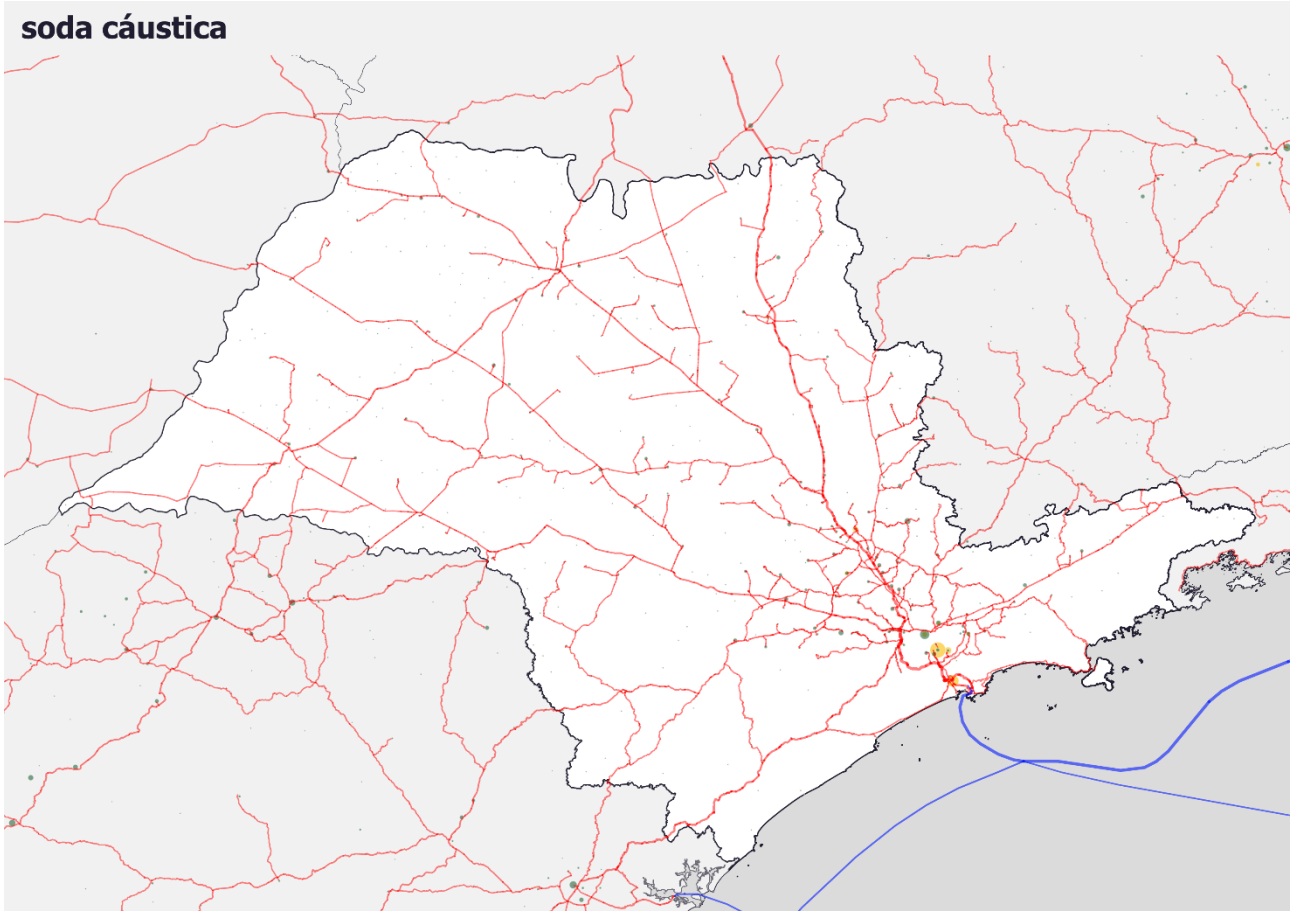


Figura 1-78: Matrizes OD alocadas por modo – soda cáustica.

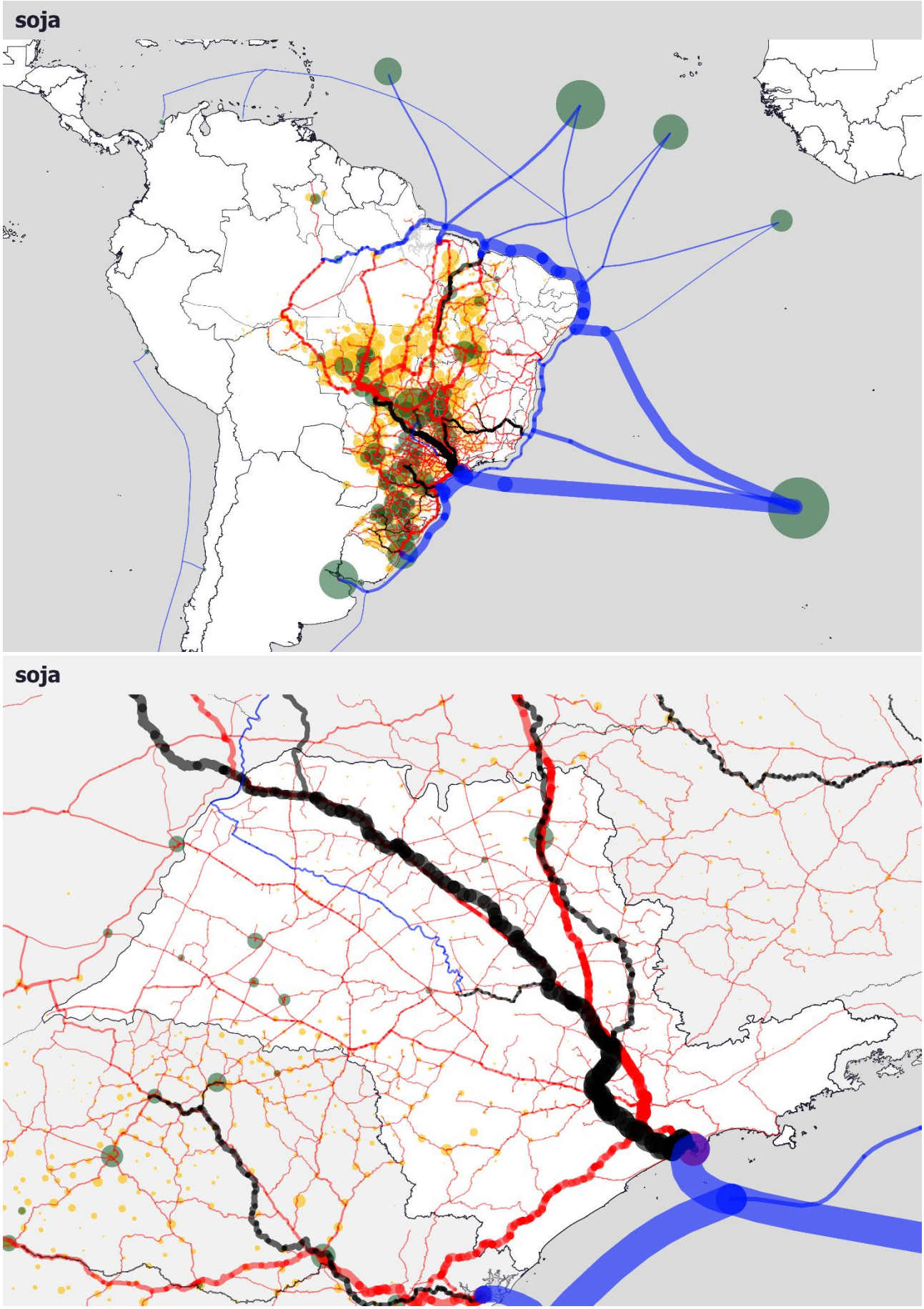
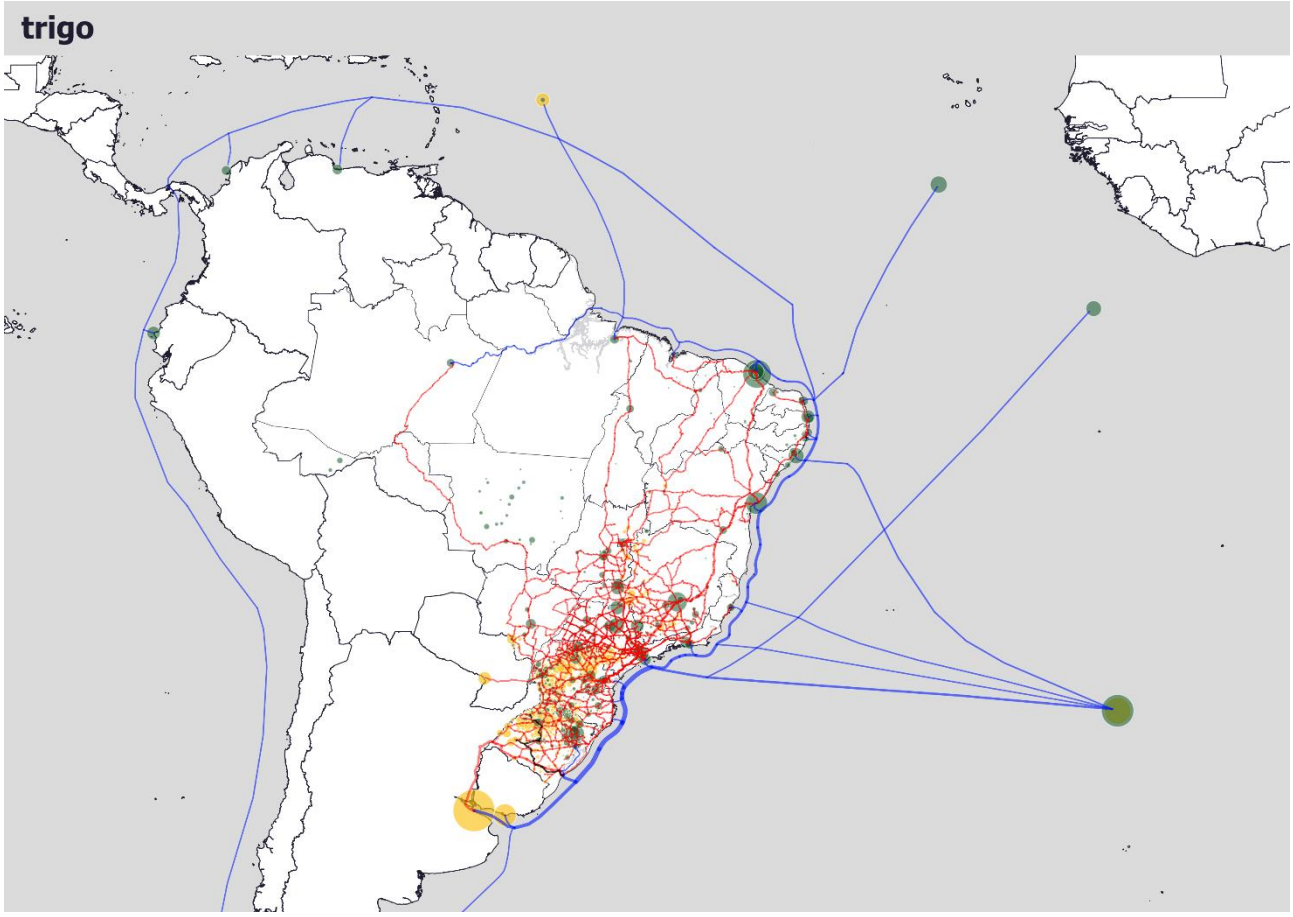


Figura 1-79: Matrizes OD alocadas por modo – soja.



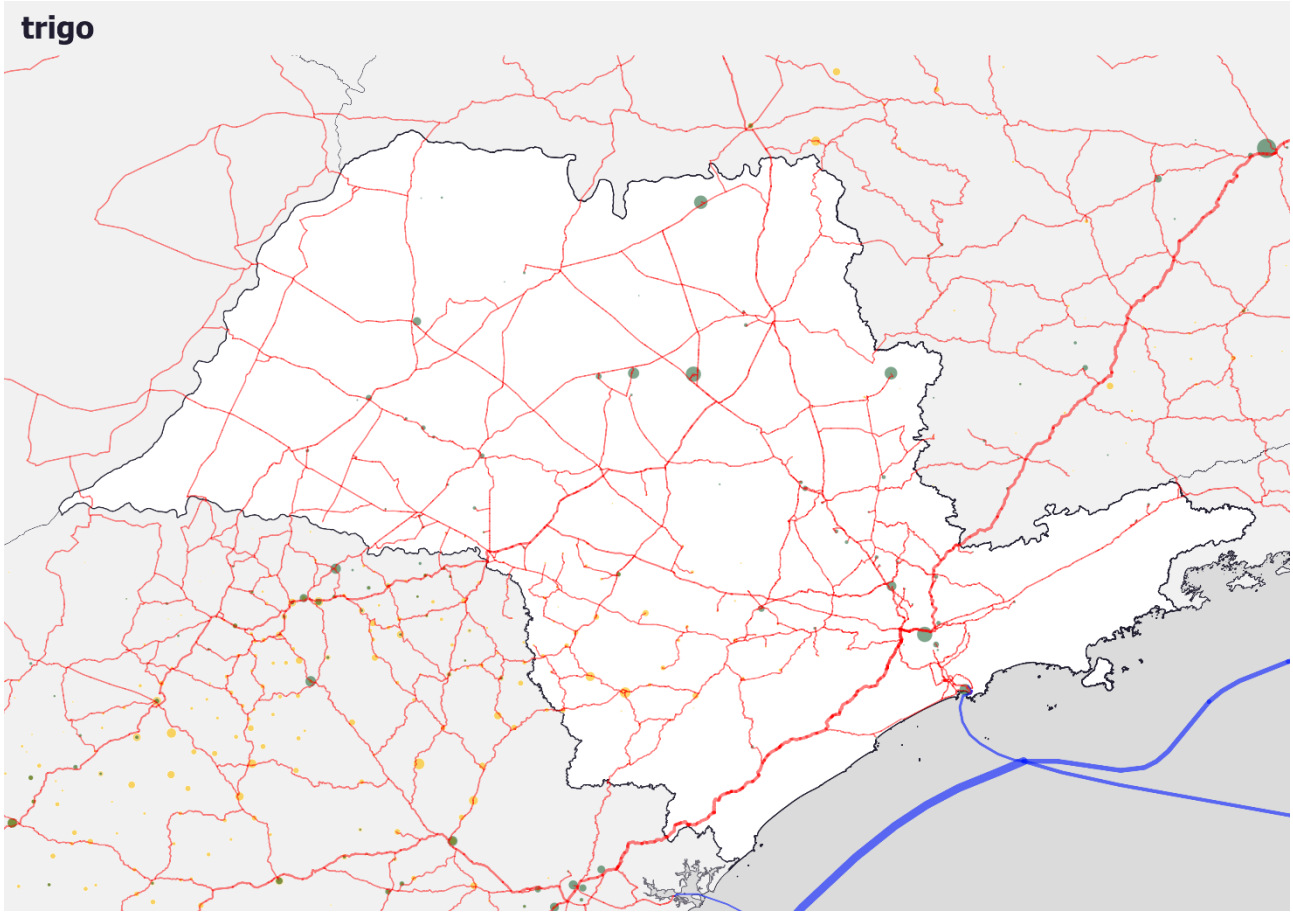


Figura 1-80: Matrizes OD alocadas por modo – trigo.

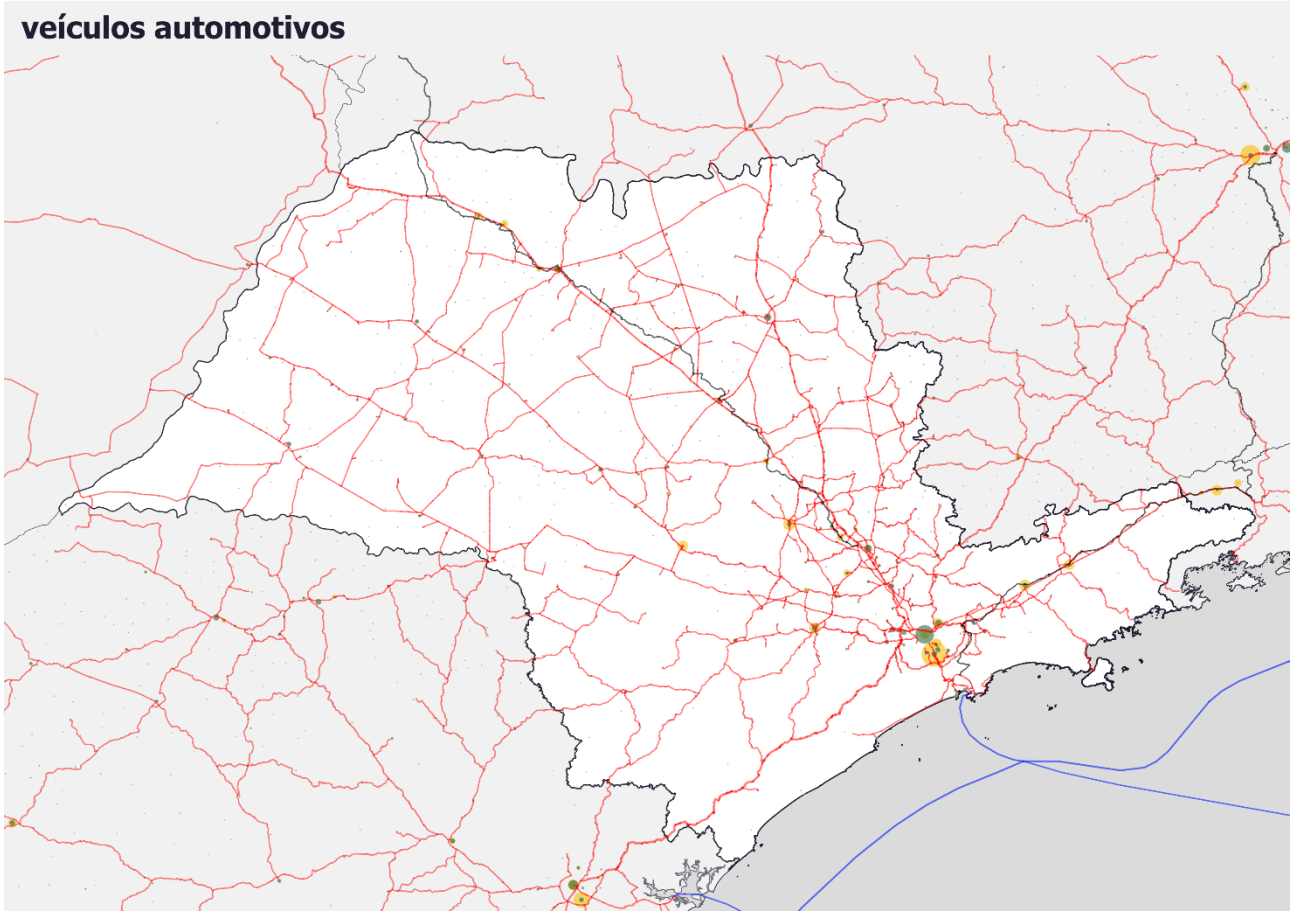


Figura 1-81: Matrizes OD alocadas por modo – veículos automotivos.

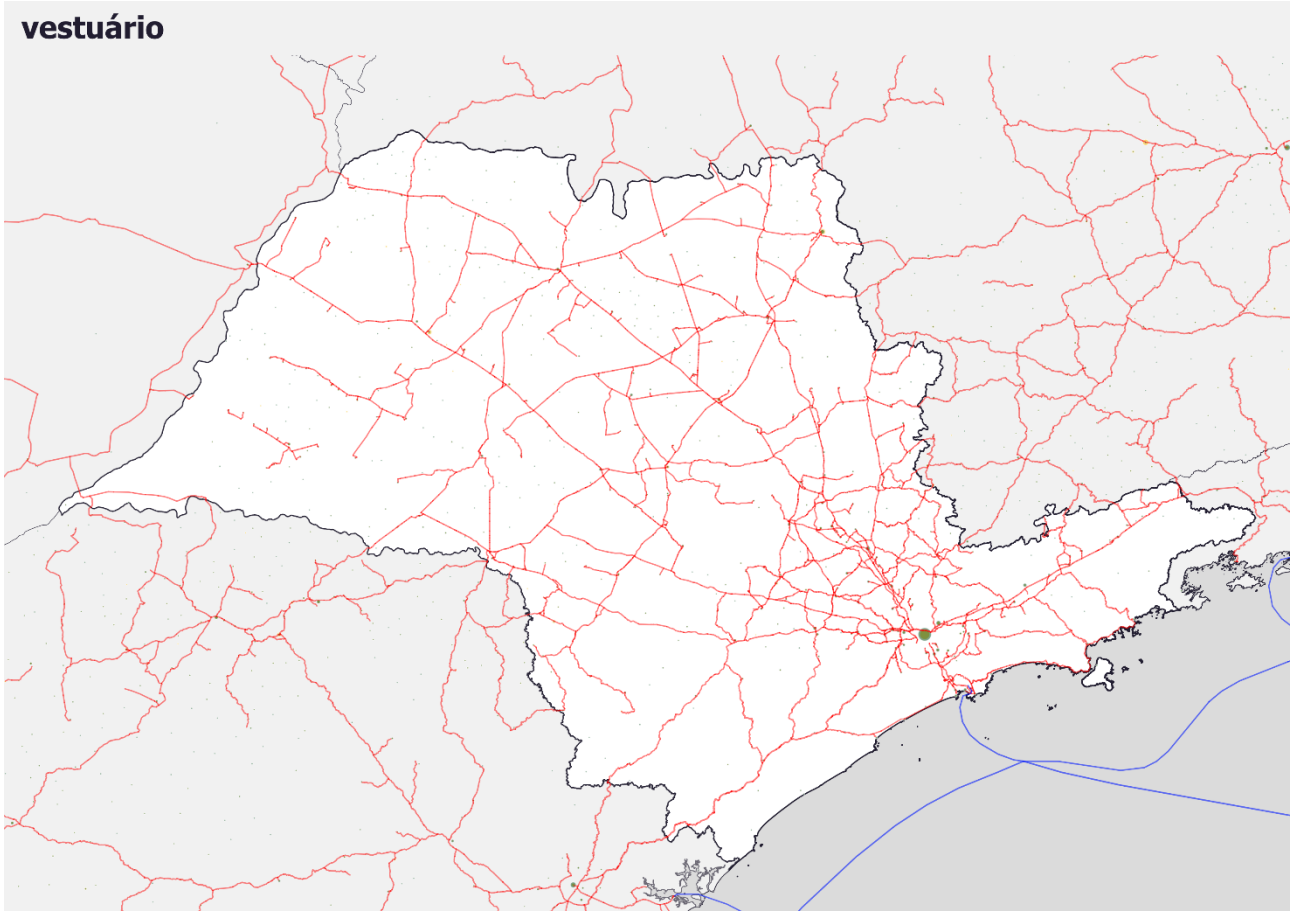


Figura 1-82: Matrizes OD alocadas por modo – vestuário.

2 Obtenção das Matrizes de Viagens de Pessoas

O levantamento dos dados existentes para a construção da Matriz Base Multimodal de Pessoas teve início a partir da análise das fontes indicadas no Termo de Referência (TR), também para o uso na matriz de pessoas.

Dentre os estudos citados, foram inicialmente priorizados aqueles que apresentavam matrizes multimodais de pessoas, com o objetivo de analisar em detalhe os métodos de coleta de dados utilizados na matriz, os parâmetros de tráfego considerados no estudo e as principais premissas adotadas em cada levantamento. Nesse sentido, foram analisadas as matrizes de veículos/pessoas dos estudos PAM-TL, PNL e Projeto Big Data. Adicionalmente também foram analisadas bases de agências reguladoras do estado.

A Tabela 6 apresenta um resumo das análises dos 3 planos mencionados, bem como o potencial de aplicação dos dados no contexto do PLI 2050. A partir dessa análise, concluiu-se que a matriz do PAM-TL tinha limitações de utilização para todo o estado, mas quanto ao PNL ou Big data, a melhor estratégia seria analisar a matriz de cada modo separadamente, dado que se percebeu fortalezas e fraquezas de cada plano em modos diferentes. As análises dos próximos tópicos mostram as análises que foram realizadas com as matrizes de cada modo dessas duas fontes e a conclusão quanto a sua utilização.

Tabela 6. Comparativo entre as fontes indicadas. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

Critério	PNL 2050 (Infra S.A.)	Projeto BIG DATA (SEMIL)	PAM-TL (SEMIL)
Cobertura Modal	Rodoviário (veículos particulares e de transporte coletivo - os veículos de carga foram computados na matriz de cargas), Hidroviário, Ferroviário e Aeroviário.	Rodoviário (os veículos estão classificados em Passeio, Caminhão Leve e Caminhão Pesado, não havendo distinção de veículos de transporte coletivo)	Rodoviário (automóveis, ônibus rodoviário, ônibus fretado, e caminhões) e cenários futuros com análises também de outros modais: ferroviário (trem intercidades) e aeroportuário (Guarulhos, Viracopos, Congonhas e novo aeroporto)
Abrangência Territorial	Todo o Brasil — com unidade mínima de análise por município	Estado de São Paulo	Macrometrópole Paulista
Zoneamento	5.589 zonas que consideram todos os 5.570 municípios do Brasil e 19 Zonas Externas (Oceania-Austrália; Ásia-África-Países Árabes; Ásia; África; Europa; América do Norte; América Central; Venezuela; Guiana; Guina Francesa; Suriname; Colômbia; Peru; Equador; Bolívia; Chile; Uruguai; Paraguai; e Argentina).	910 zonas, sendo o zoneamento no estado de São Paulo feito por município, nos estados limítrofes por microrregião e no restante do Brasil por mesorregião.	O zoneamento de tráfego possui 2060 zonas de tráfego, sendo: 12 zonas internacionais representando países que possuem fronteira com o Brasil; 494 zonas externas ao estado de São Paulo, representando as microrregiões definidas pelo IBGE em 2010; na área que compreende o estado de São Paulo o zoneamento é por município, com exceção da área da Macrometrópole onde foram utilizadas as divisões de estudos de pesquisa OD residencial realizadas, compreendendo as Regiões Metropolitanas (RMs) RMC, com 186 zonas; RMBS com 213 zonas; RMSP com 460 zonas; RMSJC com 55 zonas; e RMS com 59 zonas. Além das RMs citadas, a cidade de Jundiaí foi subdividida em 7 zonas definidas no Conselho Municipal de Políticas Territoriais (CMPT).
Ano-base / Temporalidade	2023 / projeções quinquenais até 2050	2019 / não foram realizadas projeções	2018 /com projeções para 2020, 2032 e 2040
Tipo de Fonte de Dados	Secundárias consolidadas nacionais (Big Data Telefonia Móvel, MONITRIIP ANTT, ANAC, ANPTrilhos, ANTAQ, IBGE)	Fontes secundárias operacionais (Big Data Telefonia Móvel, Radares e Sensores)	Entrevistas OD, contagens manuais e automáticas, operadoras de transporte, ARTESP
Tipo de Dados de Pessoas	Matriz OD de pessoas (viagens/dia), com detalhamento modal (rodoviário particular, rodoviário coletivo, ferroviário, aéreo e hidroviário)	Matriz OD de viagens veiculares (veículos/dia) por tipo de veículo e direção (não distingue indivíduos)	Matriz OD de veículos (veículos/dia), por tipo de veículo (automóveis, ônibus fretados, ônibus rodoviários e caminhões)
Granularidade Espacial	Alta: todos os municípios do Brasil	Alta, vinculada à rede viária (dados por trecho, nó, faixa, via e sentidos)	Alta, por município e polos logísticos da Macrometrópole
Unidade da Matriz	Viagens de pessoas/dia	Viagens de veículos/dia	Viagens de veículos/dia
Potenciais Aplicações no PLI-SP	Estratégia de conectividade modal, infraestrutura intermunicipal e entre regiões distantes	Apoio à validação e calibração dos dados de demanda de automóveis em rodovias e corredores principais	Apoio à validação e calibração dos dados de demanda de automóveis e transporte coletivo metropolitano, em rodovias e corredores urbanos na macrópole paulista
Adequação como base OD	Boa estrutura nacional e multimodal, mas exige calibração para o estado de São Paulo e complementação com dados hidroviários	Excelente para rodovias, mas exige complementação dos dados de outros modais e calibração dos dados de caminhões; também não possui a indicação de ônibus na sua matriz (não distingue público x privado)	Alta qualidade local, mas insuficiente para representar o estado como um todo (não cobre interior do estado); coleta pontual; não cobre aeroviário/hidroviário

2.1 Obtenção da matriz ferroviária de passageiros

A Matriz Ferroviária de passageiros foi analisada a partir da comparação entre a base do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL 2050) e a base da Pesquisa OD do Metrô de São Paulo, ambas referentes ao ano de 2023. A avaliação verificou a estrutura das bases, a cobertura territorial e a aderência aos fluxos observados no Estado de São Paulo. Porém observou-se que, embora a matriz ferroviária do PNL também tenha utilizado pesquisas OD do Metrô como referência, a base do PNL foi construída antes da divulgação da OD Metrô 2023, utilizando dados expandidos da OD 2017.

As bases do PNL e do metrô 2023 foram analisadas quanto à cobertura, nível de detalhamento, consistência metodológica e convergência dos fluxos observados. A comparação evidenciou:

- A OD do Metrô captura a demanda real observada, com profundidade analítica e capacidade de representar viagens intramunicipais, que constituem a maior parte dos deslocamentos ferroviários na RMSP.
- A OD do PNL, por sua vez, representa apenas fluxos intermunicipais e desconsidera viagens dentro dos municípios, resultando em lacunas relevantes para o contexto paulista.
- Foram identificadas divergências entre as bases, incluindo pares OD presentes na OD 2023 Metrô e ausentes no PNL, e diferenças significativas nos volumes de e para o município de São Paulo, indicando que os valores do PNL para o estado estavam superestimados para o cenário de referência.

Dada a precisão amostral, a representatividade e a profundidade das informações, recomenda-se a adoção da OD 2023 Metrô como base principal para o modo ferroviário, complementada, quando necessário, por pares OD presentes na matriz do PNL não observados na pesquisa.

O detalhamento dessa análise encontra-se no Apêndice X – Avaliação da Matriz Ferroviária.O detalhamento completo dessa análise encontra-se no Apêndice E – Análise Comparativa das Bases Ferroviárias do PNL 2050 (2023) e da OD Metrô (2023).

2.2 Obtenção da matriz aeroviária de passageiros

Para o modo aeroviário coletivo, foram comparadas duas bases de dados: (i) a matriz do Plano Aeroviário Nacional (PAN) 2018–2038, derivada de Big Data de telefonia de 2017, e (ii) a matriz do PNL 2050, referente ao ano de 2019 e projetado para 2023. A análise considerou a metodologia de construção, volume total alocado, número de pares OD, validação com dados oficiais e consistência estatística dos fluxos.

A base PNL apresentou maior volume de viagens, maior cobertura de pares OD e ajustes metodológicos mais robustos para correção de subestimativas, demonstrando maior aderência à movimentação real registrada nos aeroportos paulistas. Dessa forma, recomendou-se a adoção da matriz do PNL como referência para o modo aeroviário coletivo.

O detalhamento dessa análise encontra-se no Apêndice F – Avaliação da fontes de dados para Matriz Aeroviária.

2.3 Obtenção da matriz rodoviária de transporte individual de passageiros

A Matriz Rodoviária de veículos particulares do PNL teve como base os dados de telefonia móvel utilizada no PNL 2050, da operadora Vivo para o ano de 2019, sendo a mesma base utilizada no Projeto Big Data. Esses dados foram tratados e expandidos no estudo do PNL para o ano de 2023, conforme descrito no Apêndice G.

Para a eleição de qual matriz rodoviária seria utilizada como base entre os dois estudos (PNL e Projeto Big Data) foi realizada uma análise comparativa dos dados da matriz rodoviária particular de pessoas e conclui-se que os dados do Projeto Big Data para o enfoque do estado

de São Paulo estão mais consistentes, conforme apresentado no Apêndice G - Avaliação de matrizes OD rodoviária – modo individual.

Como os dados da matriz do Big Data são de 2019, os dados serão projetados para 2023 para que seja somada com as demais matrizes modais, representando a matriz de passageiros do cenário base.

A Matriz Rodoviária será validada e calibrada no modelo utilizando os dados primários das pesquisas OD de campo, bem como de pesquisas OD das fontes secundárias analisadas.

2.4 Avaliação das fontes de dados para matriz rodoviária em transporte coletivo de passageiros

Foram analisadas duas bases de referência: (i) matriz do PNL 2050 e (ii) matriz ARTESP + EMTU. A comparação envolveu testes econométricos para verificar a capacidade das matrizes de representar fluxos de viagens a partir de variáveis socioeconômicas (população e PIB), bem como avaliação de aderência estatística.

A matriz PNL apresentou elasticidades coerentes, maior capacidade explicativa (R^2 ajustado ≈ 0,76) e menor erro médio, enquanto a base ARTESP + EMTU apresentou elasticidade populacional atípica e ajuste estatístico inferior. Assim, recomendou-se a utilização da matriz PNL como referência para o rodoviário coletivo.

O detalhamento da avaliação encontra-se no Apêndice H – Avaliação da Matriz Rodoviária Coletiva.

2.5 Avaliação das fontes de dados para matriz hidroviária de passageiros

A Matriz Hidroviária foi desconsiderada dessa análise, dado que existem transportes pontuais em travessias, as quais são pouco expressivas a nível de uma matriz de passageiros para todo o estado de São Paulo.

Em relação aos planos analisados, a matriz do Big Data não contempla o modo hidroviário e a matriz do PNL 2050 foi obtida diretamente dos dados da pesquisa de transporte aquaviário de pessoas na região amazônica, contemplando somente essa região e não havendo dados para o estado de São Paulo.

2.6 Conclusão sobre estimação da matriz de passageiros

Com base nas análises apresentadas, a matriz de passageiros do cenário base (ano de 2023) será obtida pela soma das matrizes modais selecionadas. A tabela abaixo representa o resumo das fontes de dados de cada matriz.

Tabela 7. Resumo das fontes de dados de cada matriz modal. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Modal	Fonte adotada
Ferroviário	Base integrada Metrô + PNL
Aeroviário coletivo	Matriz do PNL 2050
Rodoviário individual	Matriz Big Data projetada para 2023
Rodoviário coletivo	Matriz do PNL 2050

2.7 Cálculo dos Fatores de Carga

O presente tópico é fundamental para o processo de conversão das matrizes de produtos expressas para matrizes de veículos, independentemente do método adotado para a construção das matrizes parciais em toneladas. A definição de fatores de carga adequados garante que as estimativas de fluxos veiculares representem de forma mais fiel a realidade operacional do transporte rodoviário no estado de São Paulo.

Essa etapa é decisiva para o correto dimensionamento das demandas alocadas na rede, seja por meio de conversões realizadas por métodos matemáticos fora do modelo ou mesmo por metodologia inserida automaticamente no software PTV Visum.

2.7.1 Probabilidade da Característica do Fluxo e Utilização da Classe do Veículo por Macroproduto

Este subcapítulo apresenta os procedimentos e resultados referentes ao cálculo das probabilidades de associação entre cada macroproduto adotado no PLI-SP e os tipos de veículos de carga (por número de eixos e agrupados em VC1, VC2 e VC3), bem como sua relação com a característica do fluxo (Sistema Local, Curta, Média ou Longa Distância).

Os cálculos foram realizados com base nos dados das pesquisas de origem e destino (O/D) - primárias e secundárias – e nas distâncias efetivas entre pares O/D obtidas a partir da rede viária modelada no PTV Visum.

Inicialmente, as análises consideraram apenas as pesquisas primárias, permitindo avaliar o comportamento apenas dos dados coletados em campo pelo Consórcio. Posteriormente, as pesquisas secundárias foram incorporadas de forma progressiva, com o objetivo de ampliar a amostra e aprimorar a representatividade estatística dos resultados.

Além da análise isolada por eixo, classe veicular (VC1, VC2 e VC3), e característica de fluxo, também foram elaborados cálculos combinando tais variáveis. Essa abordagem integrada permite compreender como cada macroproduto se distribui entre diferentes tipos de veículos e distâncias percorridas, evidenciando as particularidades logísticas de cada cadeia produtiva e o modo como se refletem na operação rodoviária. Essa análise evidencia como cada mercadoria têm suas particularidades, deixando claro como a essência de carga se traduz no modo e método de transporte rodoviário.

Essas probabilidades são essenciais para o processo de conversão das matrizes de carga em toneladas para matrizes de veículos, utilizadas na etapa de alocação de tráfego. Assim, o modelo resultante se torna mais representativo da realidade, pois considera não apenas o peso transportado, mas também a distribuição percentual de cada produto entre as classes de caminhão e os tipos de fluxo, conforme observados nas pesquisas.

Na Tabela 7 e na Figura 2-1 são apresentados os resultados dos cálculos realizados considerando apenas o banco de dados das pesquisas primárias (OD PLI-SP).

Os resultados por eixo foram suprimidos da planilha apresentada no relatório por conta do tamanho e melhor visualização, no entanto estão disponíveis no banco de dados digital (em formato .xlsx).

Observa-se que, devido ao tamanho reduzido da amostra primária, diversos macroprodutos apresentam lacunas (valores nulos), refletindo ausência de registros para certas combinações de caminhão e fluxo. Essa limitação é claramente perceptível no gráfico, que apresenta muita dispersão e descontinuidade.

Ainda assim, os resultados revelam tendências coerentes com o comportamento logístico esperado para o conhecimento geral dos macroprodutos.

Por exemplo, mercadorias típicas de transporte a granel e em grande escala – como açúcar, adubos e fertilizantes, celulose, cana-de-açúcar, madeira bruta, minérios e grãos – apresentam predominância de utilização de veículos VC3 (6 eixos ou mais). Essas mesmas categorias

concentram-se, majoritariamente, em fluxos de longa distância, exceto a cana-de-açúcar, que apesar do uso frequente de veículos de 9 eixos, possui uma logística eminentemente local ou de curta distância, o que reflete sua realidade logística.

Por outro lado, produtos de maior valor agregado, como eletrônicos, alimentos industrializados e medicamentos, apresentam maior participação de veículos de menor capacidade (VC1 e VC2) e fluxos de curta distância, condizentes com operações de distribuição urbana e regional.

Cabe destacar ainda que a ausência de registros para o minério de alumínio se deve à falta dessa mercadoria constatada nas pesquisas primárias – apesar da relevância econômica da bauxita e do alumínio para o Estado. Essa observação reforça a importância da incorporação das bases secundárias à análise, que abrangem outras regiões e ampliam a cobertura amostral de produtos.

Tabela 8. Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Macroprodutos PLI-SP	Sistema Local (SM)	Curto	Médio	Longo	Total Fluxo	VC1	VC2	VC3	Total (Tipo)	VC1 (SM)	VC2 (SM)	VC3 (SM)	VC1 (Curto)	VC2 (Curto)	VC3 (Curto)	VC1 (Médio)	VC2 (Médio)	VC3 (Médio)	VC1 (Longo)	VC2 (Longo)	VC3 (Longo)	Total Combinado (Tipo de Caminhão e Tipo de Fluxo)
Açúcar	5,6%	16,0%	29,9%	48,6%	**100,0%**	0,0%	9,0%	91,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	1,4%	14,6%	0,0%	2,1%	27,8%	0,0%	5,6%	43,1%	**100,0%**
Adubos e fertilizantes	9,3%	15,5%	23,7%	51,5%	**100,0%**	7,2%	18,6%	74,2%	**100,0%**	1,0%	4,1%	4,1%	3,1%	3,1%	9,3%	2,1%	8,2%	13,4%	1,0%	3,1%	47,4%	**100,0%**
Algodão	5,6%	0,0%	5,6%	88,9%	**100,0%**	0,0%	11,1%	88,9%	**100,0%**	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	5,6%	83,3%	**100,0%**
Alimentos industrializados	5,1%	29,0%	29,0%	36,9%	**100,0%**	43,1%	31,4%	25,5%	**100,0%**	4,3%	0,5%	0,3%	21,7%	6,5%	0,8%	14,1%	9,8%	5,1%	3,0%	14,6%	19,2%	**100,0%**
Animais vivos	11,8%	20,0%	29,4%	38,8%	**100,0%**	23,5%	52,9%	23,5%	**100,0%**	7,1%	3,5%	1,2%	3,5%	14,1%	2,4%	4,7%	20,0%	4,7%	8,2%	15,3%	15,3%	**100,0%**
Arroz	4,8%	38,1%	16,7%	40,5%	**100,0%**	16,7%	40,5%	42,9%	**100,0%**	0,0%	4,8%	0,0%	7,1%	26,2%	4,8%	2,4%	9,5%	4,8%	7,1%	0,0%	33,3%	**100,0%**
Bebidas	11,5%	33,3%	22,4%	32,8%	**100,0%**	35,5%	30,6%	33,9%	**100,0%**	4,9%	6,0%	0,5%	24,0%	7,1%	2,2%	4,9%	9,3%	8,2%	1,6%	8,2%	23,0%	**100,0%**
Biocombustíveis	2,5%	14,4%	16,9%	66,1%	**100,0%**	0,8%	10,2%	89,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	2,5%	0,0%	5,9%	8,5%	0,8%	3,4%	12,7%	0,0%	0,8%	65,3%	**100,0%**
Café	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%	**100,0%**	50,0%	16,7%	33,3%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	8,3%	8,3%	16,7%	25,0%	8,3%	16,7%	**100,0%**
Calcário	5,3%	8,8%	35,1%	50,9%	**100,0%**	0,0%	7,0%	93,0%	**100,0%**	0,0%	1,8%	3,5%	0,0%	1,8%	7,0%	0,0%	1,8%	33,3%	0,0%	1,8%	49,1%	**100,0%**
Cana-de-açúcar	34,4%	37,5%	28,1%	0,0%	**100,0%**	6,3%	12,5%	81,3%	**100,0%**	0,0%	0,0%	34,4%	3,1%	3,1%	31,3%	3,1%	9,4%	15,6%	0,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**
Cargas especiais	22,2%	22,2%	30,6%	25,0%	**100,0%**	30,6%	63,9%	5,6%	**100,0%**	0,0%	19,4%	2,8%	13,9%	8,3%	0,0%	8,3%	22,2%	0,0%	8,3%	13,9%	2,8%	**100,0%**
Carnes	3,9%	15,9%	25,8%	54,4%	**100,0%**	36,0%	25,1%	38,9%	**100,0%**	3,2%	0,7%	0,0%	11,7%	3,5%	0,7%	16,6%	5,3%	3,9%	4,6%	15,5%	34,3%	**100,0%**
Carvão mineral	0,0%	33,3%	50,0%	16,7%	**100,0%**	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	16,7%	**100,0%**
Celulose	2,8%	5,6%	11,1%	80,6%	**100,0%**	0,0%	5,6%	94,4%	**100,0%**	0,0%	0,0%	2,8%	0,0%	2,8%	2,8%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%	2,8%	77,8%	**100,0%**
Cereais	0,0%	40,0%	40,0%	20,0%	**100,0%**	0,0%	40,0%	60,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	40,0%	0,0%	20,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	**100,0%**
Chá, mate e especiarias	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**	100,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**
Cimento	14,3%	31,0%	33,3%	21,4%	**100,0%**	19,0%	50,0%	31,0%	**100,0%**	9,5%	2,4%	2,4%	2,4%	23,8%	4,8%	2,4%	23,8%	7,1%	4,8%	0,0%	16,7%	**100,0%**
Combustíveis derivados do petróleo	4,8%	27,8%	27,0%	40,5%	**100,0%**	9,1%	29,8%	61,1%	**100,0%**	1,2%	2,8%	0,8%	6,0%	14,3%	7,5%	0,8%	9,1%	17,1%	1,2%	3,6%	35,7%	**100,0%**
Defensivos agrícolas	3,0%	9,1%	18,2%	69,7%	**100,0%**	6,1%	42,4%	51,5%	**100,0%**	3,0%	0,0%	0,0%	3,0%	3,0%	3,0%	0,0%	15,2%	3,0%	0,0%	24,2%	45,5%	**100,0%**
Eletrônicos	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	100,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**
Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	7,1%	19,3%	34,0%	39,6%	**100,0%**	36,5%	45,2%	18,3%	**100,0%**	4,6%	2,5%	0,0%	12,2%	4,6%	2,5%	13,2%	17,3%	3,6%	6,6%	20,8%	12,2%	**100,0%**
Enxofre	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	75,0%	**100,0%**
Farelo de soja	0,0%	4,5%	22,7%	72,7%	**100,0%**	0,0%	4,5%	95,5%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	2,3%	0,0%	0,0%	22,7%	0,0%	2,3%	70,5%	**100,0%**
GLP	9,0%	35,8%	26,9%	28,4%	**100,0%**	26,9%	29,9%	43,3%	**100,0%**	7,5%	0,0%	1,5%	14,9%	20,9%	0,0%	4,5%	4,5%	17,9%	0,0%	4,5%	23,9%	**100,0%**
Hortifruti	6,1%	29,6%	36,6%	27,7%	**100,0%**	39,9%	39,9%	20,2%	**100,0%**	4,2%	1,9%	0,0%	17,8%	9,4%	2,3%	15,5%	16,4%	4,7%	2,3%	12,2%	13,1%	**100,0%**
Laticínios e outros alimentos de origem animal	7,4%	22,1%	29,4%	41,1%	**100,0%**	32,5%	33,1%	34,4%	**100,0%**	3,7%	3,1%	0,6%	17,2%	4,9%	0,0%	7,4%	12,3%	9,8%	4,3%	12,9%	23,9%	**100,0%**
Madeira e carvão	16,2%	21,0%	31,1%	31,7%	**100,0%**	24,6%	40,1%	35,3%	**100,0%**	7,8%	6,6%	1,8%	8,4%	10,2%	2,4%	5,4%	12,6%	13,2%	3,0%	10,8%	18,0%	**100,0%**
Madeira em bruto	4,3%	25,7%	58,6%	11,4%	**100,0%**	0,0%	2,9%	97,1%	**100,0%**	0,0%	0,0%	4,3%	0,0%	1,4%	24,3%	0,0%	1,4%	57,1%	0,0%	0,0%	11,4%	**100,0%**
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	12,1%	20,7%	27,1%	40,0%	**100,0%**	49,3%	35,0%	15,7%	**100,0%**	8,6%	3,6%	0,0%	13,6%	5,0%	2,1%	17,1%	7,9%	2,1%	10,0%	18,6%	11,4%	**100,0%**
Materiais de Construção	18,0%	34,9%	25,9%	21,2%	**100,0%**	30,2%	51,9%	18,0%	**100,0%**	8,5%	9,5%	0,0%	12,2%	22,2%	0,5%	6,9%	12,7%	6,3%	2,6%	7,4%	11,1%	**100,0%**
Medicamentos	3,8%	9,4%	32,1%	54,7%	**100,0%**	54,7%	32,1%	13,2%	**100,0%**	3,8%	0,0%	0,0%	5,7%	3,8%	0,0%	22,6%	9,4%	0,0%	22,6%	18,9%	13,2%	**100,0%**
Milho	12,8%	17,9%	33,3%	35,9%	**100,0%**	7,7%	17,9%	74,4%	**100,0%**	0,0%	10,3%	2,6%	5,1%	2,6%	10,3%	2,6%	2,6%	28,2%	0,0%	2,6%	33,3%	**100,0%**
Minerais Conteinerizáveis	32,7%	41,8%	13,6%	11,8%	**100,0%**	6,8%	53,6%	39,5%	**100,0%**	4,1%	24,1%	4,5%	1,8%	21,4%	18,6%	0,9%	4,5%	8,2%	0,0%	3,6%	8,2%	**100,0%**
Minerais metálicos não ferrosos	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	75,0%	**100,0%**
Minério de Alumínio																						
Minério de Ferro	3,3%	0,0%	0,0%	96,7%	**100,0%**	0,0%	10,0%	90,0%	**100,0%**	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	90,0%	**100,0%**
Obras de ferro ou aço	25,0%	12,5%	22,5%	40,0%	**100,0%**	45,0%	40,0%	15,0%	**100,0%**	20,0%	5,0%	0,0%	7,5%	5,0%	0,0%	7,5%	12,5%	2,5%	10,0%	17,5%	12,5%	**100,0%**
Óleo bruto	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**
Óleos vegetais e animais	13,8%	10,3%	6,9%	69,0%	**100,0%**	27,6%	27,6%	44,8%	**100,0%**	10,3%	3,4%	0,0%	6,9%	0,0%	3,4%	3,4%	3,4%	0,0%	6,9%	20,7%	41,4%	**100,0%**
Óleos vegetais em bruto	5,7%	8,6%	31,4%	54,3%	**100,0%**	8,6%	22,9%	68,6%	**100,0%**	5,7%	0,0%	0,0%	0,0%	5,7%	2,9%	0,0%	8,6%	22,9%	2,9%	8,6%	42,9%	**100,0%**
Outras CGC	8,9%	24,3%	29,0%	37,8%	**100,0%**	42,3%	42,5%	15,1%	**100,0%**	6,3%	2,4%	0,2%	15,9%	6,9%	1,4%	12,4%	12,9%	3,8%	7,7%	20,3%	9,7%	**100,0%**
Outras CGNC	16,7%	27,1%	28,1%	28,1%	**100,0%**	57,1%	27,1%	15,8%	**100,0%**	12,3%	3,9%	0,5%	13,3%	10,3%	3,4%	16,7%	7,9%	3,4%	14,8%	4,9%	8,4%	**100,0%**
Outros GL	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	**100,0%**
Outros GSM	0,0%	25,0%	25,0%	50,0%	**100,0%**	0,0%	25,0%	75,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	50,0%	**100,0%**
Papel	4,8%	13,0%	30,1%	52,1%	**100,0%**	26,0%	32,9%	41,1%	**100,0%**	4,1%	0,7%	0,0%	8,2%	2,1%	2,7%	9,6%	13,7%	6,8%	4,1%	16,4%	31,5%	**100,0%**
Petroquímicos sólidos	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	**100,0%**	0,0%	100,0%	0,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	**100,0%**
Plásticos e suas obras	9,2%	19,5%	24,1%	47,1%	**100,0%**	27,6%	44,8%	27,6%	**100,0%**	5,7%	3,4%	0,0%	12,6%	3,4%	3,4%	5,7%	13,8%	4,6%	3,4%	24,1%	19,5%	**100,0%**
Pneus, componentes e acessórios de automóveis	8,7%	20,4%	35,9%	35,0%	**100,0%**	31,1%	45,6%	23,3%	**100,0%**	3,4%	3,4%	1,9%	11,7%	6,3%	2,4%	11,7%	18,4%	5,8%	4,4%	17,5%	13,1%	**100,0%**
Produtos de higiene e limpeza	7,4%	14,8%	25,9%	51,9%	**100,0%**	35,8%	30,9%	33,3%	**100,0%**	7,4%	0,0%	0,0%	11,1%	2,5%	1,2%	11,1%	7,4%	7,4%	6,2%	21,0%	24,7%	**100,0%**
Produtos metalúrgicos	8,6%	19,8%	31,0%	40,6%	**100,0%**	21,8%	38,6%	39,6%	**100,0%**	5,6%	2,5%	0,5%	6,6%	9,1%	4,1%	5,6%	16,8%	8,6%	4,1%	10,2%	26,4%	**100,0%**
Produtos químicos	5,3%	14,5%	30,5%	49,6%	**100,0%**	16,8%	37,4%	45,8%	**100,0%**	3,1%	1,5%	0,8%	7,6%	3,8%	3,1%	4,6%	14,5%	11,5%	1,5%	17,6%	30,5%	**100,0%**
Produtos químicos em GL	0,0%	19,2%	26,9%	53,8%	**100,0%**	0,0%	15,4%	84,6%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	15,4%	0,0%	3,8%	23,1%	0,0%	7,7%	46,2%	**100,0%**
Produtos químicos em GS	0,0%	25,0%	25,0%	50,0%	**100,0%**	0,0%	50,0%	50,0%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	25,0%	25,0%	**100,0%**
Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	6,0%	24,8%	29,3%	39,8%	**100,0%**	15,0%	55,6%	29,3%	**100,0%**	3,8%	2,3%	0,0%	6,0%	15,0%	3,8%	3,8%	21,1%	4,5%	1,5%	17,3%	21,1%	**100,0%**
Sal	0,0%	6,7%	20,0%	73,3%	**100,0%**	13,3%	33,3%	53,3%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%	13,3%	0,0%	6,7%	0,0%	26,7%	46,7%	**100,0%**
Soda Cáustica	8,0%	4,0%	16,0%	72,0%	**100,0%**	0,0%	16,0%	84,0%	**100,0%**	0,0%	4,0%	4,0%	0,0%	0,0%	4,0%	0,0%	4,0%	12,0%	0,0%	8,0%	64,0%	**100,0%**
Soja	3,2%	3,2%	12,6%	81,1%	**100,0%**	0,0%	2,1%	97,9%	**100,0%**	0,0%	1,1%	2,1%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	12,6%	0,0%	1,1%	80,0%	**100,0%**
Suco de laranja	0,0%	29,2%	41,7%	29,2%	**100,0%**	12,5%	25,0%	62,5%	**100,0%**	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	4,2%	20,8%	4,2%	16,7%	20,8%	4,2%	4,2%	20,8%	**100,0%**
Trigo	28,6%	14,3%	28,6%	28,6%	**100,0%**	14,3%	14,3%	71,4%	**100,0%**	14,3%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	28,6%	0,0%	0,0%	28,6%	**100,0%**
Veículos automotivos	5,9%	13,7%	11,8%	68,6%	**100,0%**	0,0%	86,3%	13,7%	**100,0%**	0,0%	5,9%	0,0%	0,0%	9,8%	3,9%	0,0%	11,8%	0,0%	0,0%	58,8%	9,8%	**100,0%**
Vestuário	1,7%	23,3%	18,3%	56,7%	**100,0%**	40,0%	43,3%	16,7%	**100,0%**	1,7%	0,0%	0,0%	16,7%	6,7%	0,0%	6,7%	8,3%	3,3%	15,0%	28,3%	13,3%	**100,0%**
Indefinido	15,5%	21,4%	33,8%	29,3%	**100,0%**	32,9%	38,4%	28,7%	**100,0%**	7,4%	6,3%	1,7%	9,8%	7,5%	4,2%	9,4%	13,7%	10,8%	6,3%	10,9%	12,0%	**100,0%**

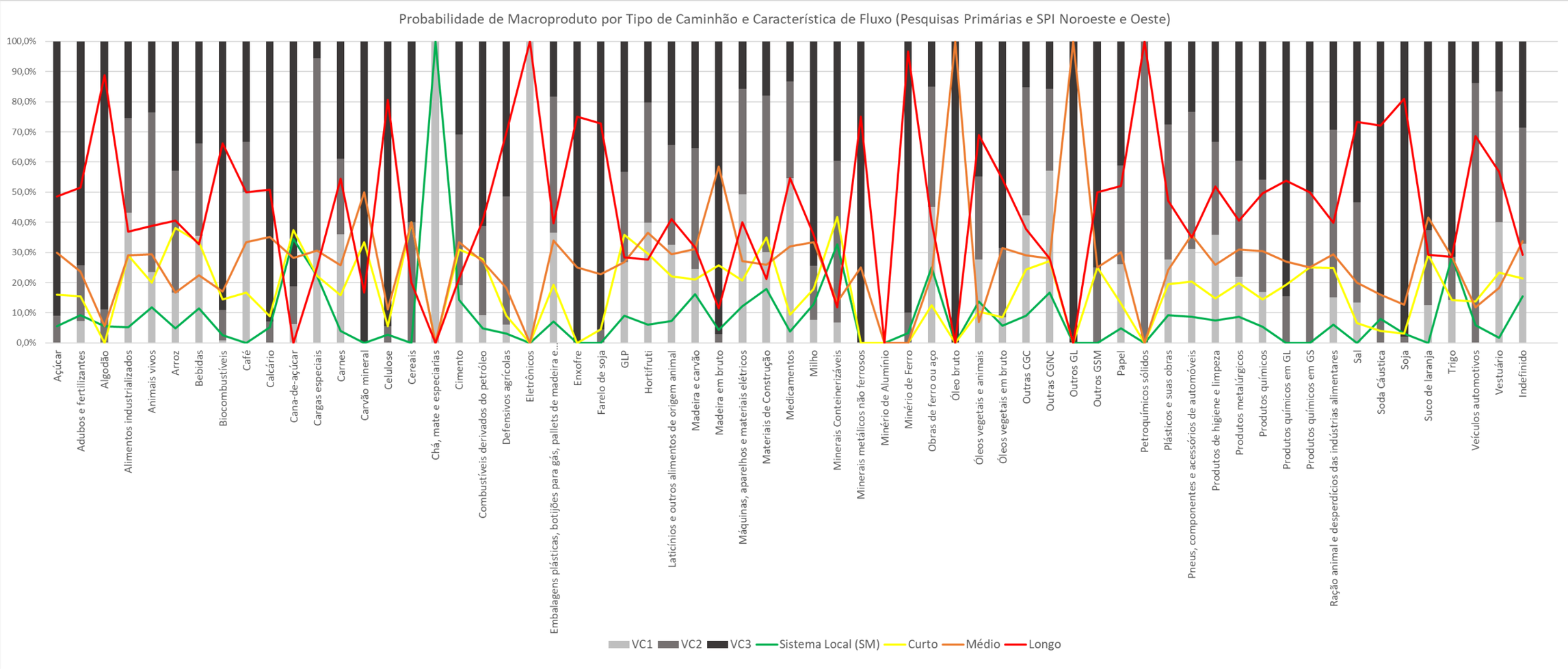


Figura 2-1: Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Com base nos resultados apresentados acima, decidiu-se agregar as pesquisas secundárias provenientes dos estudos de concessões do Governo do Estado de São Paulo (SPI – A e B).

Com essa ampliação da base de dados, obteve-se uma amostra mais robusta e, consequentemente, resultados mais consistentes e estáveis, conforme descrito na Tabela 9 e ilustrado na Figura 2-2.

A análise comparativa demonstra que a incorporação dessas bases reduziu significativamente a variabilidade dos resultados, resultando em curvas mais suavizadas e lineares. Isso evidencia maior estabilidade amostral, sem comprometer as relações já identificadas entre produtos e tipos de caminhão.

Ainda assim, alguns casos pontuais de distorção permanecem, possivelmente associados ainda a produtos com amostras reduzidas, recomendando-se, portanto, ampliar ainda mais a base de observações para consolidação definitiva dos resultados.

Tabela 9. Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias e Pesquisas da SPI A e B). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Macroprodutos PLI-SP	Sistema Local (SM)	Curto	Médio	Longo	Total Fluxo	VC1	VC2	VC3	Total (Tipo)	VC1 (SM)	VC2 (SM)	VC3 (SM)	VC1 (Curto)	VC2 (Curto)	VC3 (Curto)	VC1 (Médio)	VC2 (Médio)	VC3 (Médio)	VC1 (Longo)	VC2 (Longo)	VC3 (Longo)	Total Combinado (Tipo de Caminhão e Tipo de Fluxo)
Açúcar	7,0%	21,4%	35,3%	36,3%	**100,0%**	5,0%	14,3%	80,7%	**100,0%**	1,4%	1,8%	3,8%	1,6%	3,3%	16,4%	1,3%	4,4%	29,7%	0,7%	4,7%	30,8%	**100,0%**
Adubos e fertilizantes	13,3%	19,2%	29,1%	38,4%	**100,0%**	15,8%	29,6%	54,7%	**100,0%**	5,9%	5,9%	1,5%	4,9%	9,4%	4,9%	3,7%	10,3%	15,0%	1,2%	3,9%	33,3%	**100,0%**
Algodão	2,3%	15,5%	17,1%	65,1%	**100,0%**	8,5%	18,6%	72,9%	**100,0%**	0,8%	1,6%	0,0%	6,2%	6,2%	3,1%	1,6%	4,7%	10,9%	0,0%	6,2%	58,9%	**100,0%**
Alimentos industrializados	17,1%	29,7%	26,5%	26,7%	**100,0%**	50,6%	30,5%	18,9%	**100,0%**	12,8%	3,5%	0,8%	20,4%	7,6%	1,7%	13,5%	9,3%	3,7%	3,9%	10,1%	12,7%	**100,0%**
Animais vivos	15,5%	22,1%	32,4%	30,0%	**100,0%**	31,8%	46,0%	22,2%	**100,0%**	10,3%	4,8%	0,4%	8,8%	11,2%	2,1%	7,7%	18,7%	6,0%	5,0%	11,3%	13,7%	**100,0%**
Arroz	14,5%	24,9%	23,8%	36,8%	**100,0%**	16,1%	40,4%	43,5%	**100,0%**	4,7%	6,7%	3,1%	5,7%	17,1%	2,1%	3,6%	11,4%	8,8%	2,1%	5,2%	29,5%	**100,0%**
Bebidas	26,4%	37,2%	18,8%	17,6%	**100,0%**	45,1%	34,2%	20,7%	**100,0%**	15,8%	9,7%	0,9%	23,1%	12,0%	2,2%	4,8%	8,1%	5,9%	1,4%	4,5%	11,6%	**100,0%**
Biocombustíveis	4,1%	19,8%	35,5%	40,6%	**100,0%**	1,6%	17,5%	80,9%	**100,0%**	0,4%	2,0%	1,8%	0,9%	8,0%	10,9%	0,2%	6,4%	28,9%	0,2%	1,1%	39,4%	**100,0%**
Café	14,1%	16,1%	33,6%	36,2%	**100,0%**	26,8%	30,2%	43,0%	**100,0%**	8,7%	4,7%	0,7%	6,0%	7,4%	2,7%	5,4%	10,7%	17,4%	6,7%	7,4%	22,1%	**100,0%**
Calcário	5,8%	10,9%	34,2%	49,1%	**100,0%**	1,2%	16,1%	82,7%	**100,0%**	0,3%	2,7%	2,7%	0,6%	4,5%	5,8%	0,3%	5,8%	28,2%	0,0%	3,0%	46,1%	**100,0%**
Cana-de-açúcar	40,8%	37,9%	13,8%	7,5%	**100,0%**	4,4%	12,7%	82,9%	**100,0%**	2,1%	3,4%	35,3%	1,6%	5,5%	30,9%	0,3%	2,6%	10,9%	0,5%	1,3%	5,7%	**100,0%**
Cargas especiais	18,9%	24,5%	24,5%	32,1%	**100,0%**	21,7%	58,5%	19,8%	**100,0%**	4,7%	13,2%	0,9%	10,4%	12,3%	1,9%	3,8%	18,9%	1,9%	2,8%	14,2%	15,1%	**100,0%**
Carnes	13,8%	25,9%	22,6%	37,8%	**100,0%**	45,2%	26,7%	28,2%	**100,0%**	9,9%	3,5%	0,4%	18,4%	6,1%	1,4%	12,8%	7,1%	2,6%	4,1%	9,9%	23,7%	**100,0%**
Carvão mineral	6,8%	27,3%	25,0%	40,9%	**100,0%**	20,5%	15,9%	63,6%	**100,0%**	4,5%	0,0%	2,3%	13,6%	2,3%	11,4%	2,3%	11,4%	11,4%	0,0%	2,3%	38,6%	**100,0%**
Celulose	11,1%	9,5%	17,5%	61,9%	**100,0%**	7,9%	19,0%	73,0%	**100,0%**	2,4%	6,3%	2,4%	1,6%	6,3%	1,6%	0,8%	1,6%	15,1%	3,2%	4,8%	54,0%	**100,0%**
Cereais	9,7%	32,3%	38,7%	19,4%	**100,0%**	3,2%	61,3%	35,5%	**100,0%**	0,0%	6,5%	3,2%	0,0%	25,8%	6,5%	3,2%	25,8%	9,7%	0,0%	3,2%	16,1%	**100,0%**
Chá, mate e especiarias	22,7%	31,8%	27,3%	18,2%	**100,0%**	50,0%	45,5%	4,5%	**100,0%**	18,2%	4,5%	0,0%	18,2%	9,1%	4,5%	13,6%	13,6%	0,0%	0,0%	18,2%	0,0%	**100,0%**
Cimento	25,7%	29,8%	19,3%	25,2%	**100,0%**	14,4%	39,2%	46,4%	**100,0%**	10,3%	14,4%	1,0%	2,6%	15,1%	12,0%	1,0%	7,4%	10,9%	0,4%	2,3%	22,5%	**100,0%**
Combustíveis derivados do petróleo	11,2%	34,5%	30,6%	23,8%	**100,0%**	19,5%	37,2%	43,3%	**100,0%**	5,0%	5,2%	0,9%	10,5%	17,9%	6,1%	3,2%	11,3%	16,0%	0,8%	2,7%	20,3%	**100,0%**
Defensivos agrícolas	12,7%	17,2%	23,9%	46,3%	**100,0%**	23,9%	38,8%	37,3%	**100,0%**	5,2%	6,7%	0,7%	11,2%	3,0%	3,0%	3,0%	14,2%	6,7%	4,5%	14,9%	26,9%	**100,0%**
Eletrônicos	22,4%	30,1%	20,9%	26,5%	**100,0%**	60,7%	33,7%	5,6%	**100,0%**	17,9%	4,1%	0,5%	20,4%	8,2%	1,5%	14,3%	6,1%	0,5%	8,2%	15,3%	3,1%	**100,0%**
Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	14,3%	24,8%	30,1%	30,7%	**100,0%**	35,5%	47,3%	17,2%	**100,0%**	8,4%	5,7%	0,2%	12,3%	9,6%	2,9%	9,4%	16,4%	4,3%	5,3%	15,6%	9,8%	**100,0%**
Enxofre	5,9%	14,7%	17,6%	61,8%	**100,0%**	8,8%	20,6%	70,6%	**100,0%**	2,9%	0,0%	2,9%	0,0%	2,9%	11,8%	0,0%	8,8%	8,8%	5,9%	8,8%	47,1%	**100,0%**
Farelo de soja	4,0%	7,4%	21,5%	67,1%	**100,0%**	1,3%	8,1%	90,6%	**100,0%**	0,7%	0,7%	2,7%	0,0%	2,0%	5,4%	0,0%	2,7%	18,8%	0,7%	2,7%	63,8%	**100,0%**
GLP	20,2%	33,2%	24,4%	22,1%	**100,0%**	30,0%	37,1%	32,9%	**100,0%**	13,0%	6,5%	0,7%	13,4%	18,2%	1,6%	2,9%	10,1%	11,4%	0,7%	2,3%	19,2%	**100,0%**
Hortifruti	22,0%	32,9%	27,1%	18,0%	**100,0%**	46,1%	41,4%	12,5%	**100,0%**	15,0%	6,4%	0,6%	19,0%	12,0%	1,8%	9,3%	13,0%	4,8%	2,9%	9,9%	5,3%	**100,0%**
Laticínios e outros alimentos de origem animal	13,3%	26,6%	28,3%	31,8%	**100,0%**	40,0%	34,2%	25,8%	**100,0%**	9,3%	3,3%	0,6%	18,2%	7,4%	1,0%	8,7%	12,7%	6,9%	3,7%	10,8%	17,3%	**100,0%**
Madeira e carvão	24,9%	29,8%	24,2%	21,1%	**100,0%**	34,8%	41,0%	24,3%	**100,0%**	14,5%	9,2%	1,2%	11,6%	11,2%	7,0%	5,7%	11,7%	6,7%	2,9%	8,8%	9,3%	**100,0%**
Madeira em bruto	12,4%	31,6%	37,1%	18,9%	**100,0%**	13,4%	29,0%	57,7%	**100,0%**	5,2%	4,2%	2,9%	3,9%	8,8%	18,9%	2,6%	9,1%	25,4%	1,6%	6,8%	10,4%	**100,0%**
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	22,0%	27,6%	22,2%	28,2%	**100,0%**	48,4%	38,4%	13,2%	**100,0%**	14,1%	6,4%	1,5%	16,2%	8,7%	2,7%	10,9%	9,2%	2,1%	7,2%	14,1%	6,9%	**100,0%**
Materiais de Construção	34,4%	30,9%	19,4%	15,2%	**100,0%**	31,5%	54,4%	14,1%	**100,0%**	15,1%	18,5%	0,9%	11,4%	16,9%	2,6%	3,5%	13,5%	2,4%	1,4%	5,6%	8,2%	**100,0%**
Medicamentos	11,4%	26,3%	30,5%	31,8%	**100,0%**	64,0%	28,4%	7,6%	**100,0%**	8,9%	2,5%	0,0%	19,9%	5,5%	0,8%	22,5%	7,6%	0,4%	12,7%	12,7%	6,4%	**100,0%**
Milho	8,8%	12,7%	19,9%	58,6%	**100,0%**	5,2%	16,4%	78,5%	**100,0%**	2,1%	4,3%	2,4%	1,8%	4,7%	6,1%	1,0%	4,3%	14,6%	0,2%	3,1%	55,3%	**100,0%**
Minerais Conteinerizáveis	40,7%	36,9%	13,2%	9,2%	**100,0%**	14,3%	56,3%	29,4%	**100,0%**	9,1%	25,5%	6,1%	3,2%	21,9%	11,8%	1,5%	6,1%	5,7%	0,5%	2,8%	5,9%	**100,0%**
Minerais metálicos não ferrosos	10,0%	18,8%	33,8%	37,5%	**100,0%**	32,5%	35,0%	32,5%	**100,0%**	6,3%	3,8%	0,0%	12,5%	3,8%	2,5%	8,8%	15,0%	10,0%	5,0%	12,5%	20,0%	**100,0%**
Minério de Alumínio	26,7%	29,3%	24,0%	20,0%	**100,0%**	33,3%	41,3%	25,3%	**100,0%**	12,0%	9,3%	5,3%	14,7%	13,3%	1,3%	6,7%	9,3%	8,0%	0,0%	9,3%	10,7%	**100,0%**
Minério de Ferro	13,7%	13,7%	16,8%	55,8%	**100,0%**	14,7%	26,4%	58,9%	**100,0%**	8,6%	3,6%	1,5%	2,5%	7,6%	3,6%	2,0%	6,6%	8,1%	1,5%	8,6%	45,7%	**100,0%**
Obras de ferro ou aço	26,9%	27,4%	17,1%	28,6%	**100,0%**	48,0%	42,9%	9,1%	**100,0%**	17,7%	9,1%	0,0%	16,0%	9,7%	1,7%	5,7%	10,3%	1,1%	8,6%	13,7%	6,3%	**100,0%**
Óleo bruto	8,4%	33,7%	22,9%	34,9%	**100,0%**	19,3%	37,3%	43,4%	**100,0%**	3,6%	4,8%	0,0%	9,6%	20,5%	3,6%	4,8%	9,6%	8,4%	1,2%	2,4%	31,3%	**100,0%**
Óleos vegetais e animais	13,6%	23,4%	25,7%	37,4%	**100,0%**	32,7%	41,6%	25,7%	**100,0%**	5,6%	7,9%	0,0%	14,0%	7,5%	1,9%	8,9%	12,6%	4,2%	4,2%	13,6%	19,6%	**100,0%**
Óleos vegetais em bruto	13,5%	14,0%	19,2%	53,3%	**100,0%**	6,1%	35,4%	58,5%	**100,0%**	1,7%	11,8%	0,0%	0,9%	10,9%	2,2%	2,2%	7,9%	9,2%	1,3%	4,8%	47,2%	**100,0%**
Outras CGC	21,2%	28,9%	24,1%	25,8%	**100,0%**	48,2%	37,2%	14,6%	**100,0%**	14,0%	6,2%	0,9%	17,8%	8,7%	2,5%	11,0%	10,0%	3,0%	5,3%	12,2%	8,3%	**100,0%**
Outras CGNC	25,8%	32,8%	23,5%	17,9%	**100,0%**	52,9%	35,3%	11,8%	**100,0%**	15,5%	9,7%	0,6%	18,1%	12,6%	2,1%	11,9%	8,5%	3,1%	7,4%	4,4%	6,1%	**100,0%**
Outros GL	11,8%	23,5%	47,1%	17,6%	**100,0%**	11,8%	52,9%	35,3%	**100,0%**	0,0%	11,8%	0,0%	0,0%	23,5%	0,0%	11,8%	11,8%	23,5%	0,0%	5,9%	11,8%	**100,0%**
Outros GSM	43,3%	23,3%	20,0%	13,3%	**100,0%**	23,3%	50,0%	26,7%	**100,0%**	13,3%	26,7%	3,3%	10,0%	13,3%	0,0%	0,0%	10,0%	10,0%	0,0%	0,0%	13,3%	**100,0%**
Papel	16,5%	26,7%	27,3%	29,5%	**100,0%**	38,1%	41,5%	20,4%	**100,0%**	10,1%	5,6%	0,8%	13,3%	11,6%	1,8%	10,8%	12,2%	4,3%	3,9%	12,1%	13,5%	**100,0%**
Petroquímicos sólidos	21,1%	25,6%	27,8%	25,6%	**100,0%**	24,4%	43,3%	32,2%	**100,0%**	12,2%	7,8%	1,1%	7,8%	12,2%	5,6%	3,3%	13,3%	11,1%	1,1%	10,0%	14,4%	**100,0%**
Plásticos e suas obras	21,1%	32,4%	25,3%	21,2%	**100,0%**	44,8%	44,9%	10,3%	**100,0%**	13,2%	7,4%	0,4%	16,2%	14,3%	1,9%	11,3%	11,8%	2,2%	4,0%	11,4%	5,8%	**100,0%**
Pneus, componentes e acessórios de automóveis	16,3%	34,7%	29,6%	19,4%	**100,0%**	57,1%	31,5%	11,4%	**100,0%**	12,2%	3,2%	0,9%	24,4%	8,6%	1,8%	15,8%	10,5%	3,2%	4,7%	9,2%	5,6%	**100,0%**
Produtos de higiene e limpeza	16,7%	33,7%	25,1%	24,4%	**100,0%**	44,0%	37,9%	18,0%	**100,0%**	11,2%	4,2%	1,3%	16,4%	14,4%	2,9%	12,4%	9,4%	3,3%	4,1%	9,9%	10,5%	**100,0%**
Produtos metalúrgicos	18,6%	29,5%	24,7%	27,3%	**100,0%**	36,6%	41,3%	22,1%	**100,0%**	12,8%	4,6%	1,3%	13,9%	13,1%	2,4%	7,2%	12,6%	4,8%	2,7%	11,0%	13,6%	**100,0%**
Produtos químicos	11,4%	24,3%	25,3%	39,0%	**100,0%**	26,1%	35,6%	38,3%	**100,0%**	6,4%	4,0%	1,0%	10,4%	10,2%	3,7%	7,1%	11,9%	6,3%	2,2%	9,6%	27,3%	**100,0%**
Produtos químicos em GL	3,3%	15,8%	22,4%	58,6%	**100,0%**	13,2%	25,7%	61,2%	**100,0%**	2,0%	0,7%	0,7%	3,9%	3,9%	7,9%	3,3%	11,2%	7,9%	3,9%	9,9%	44,7%	**100,0%**
Produtos químicos em GS	18,2%	27,3%	9,1%	45,5%	**100,0%**	18,2%	45,5%	36,4%	**100,0%**	9,1%	0,0%	9,1%	9,1%	9,1%	9,1%	0,0%	0,0%	9,1%	0,0%	36,4%	9,1%	**100,0%**
Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	12,0%	29,3%	25,4%	33,2%	**100,0%**	21,4%	50,3%	28,3%	**100,0%**	6,8%	4,7%	0,6%	8,3%	18,3%	2,7%	4,9%	14,6%	6,0%	1,4%	12,8%	19,0%	**100,0%**
Sal	4,4%	27,9%	16,2%	51,5%	**100,0%**	20,6%	30,9%	48,5%	**100,0%**	4,4%	0,0%	0,0%	8,8%	10,3%	8,8%	2,9%	5,9%	7,4%	4,4%	14,7%	32,4%	**100,0%**
Soda Cáustica	5,4%	8,9%	39,3%	46,4%	**100,0%**	3,6%	17,9%	78,6%	**100,0%**	0,0%	1,8%	3,6%	1,8%	1,8%	5,4%	0,0%	5,4%	33,9%	1,8%	8,9%	35,7%	**100,0%**
Soja	4,9%	9,9%	22,6%	62,6%	**100,0%**	1,7%	7,8%	90,4%	**100,0%**	0,3%	2,0%	2,6%	0,9%	2,0%	7,0%	0,6%	2,0%	20,0%	0,0%	1,7%	60,9%	**100,0%**
Suco de laranja	4,5%	35,8%	31,3%	28,4%	**100,0%**	9,0%	16,4%	74,6%	**100,0%**	3,0%	0,0%	1,5%	3,0%	3,0%	29,9%	1,5%	7,5%	22,4%	1,5%	6,0%	20,9%	**100,0%**
Trigo	20,4%	22,5%	26,1%	31,0%	**100,0%**	10,6%	26,8%	62,7%	**100,0%**	4,2%	12,0%	4,2%	3,5%	7,7%	11,3%	1,4%	4,2%	20,4%	1,4%	2,8%	26,8%	**100,0%**
Veículos automotivos	13,0%	18,4%	18,8%	49,8%	**100,0%**	0,4%	82,5%	17,0%	**100,0%**	0,0%	11,7%	1,3%	0,0%	15,7%	2,7%	0,0%	16,1%	2,7%	0,4%	39,0%	10,3%	**100,0%**
Vestuário	20,4%	31,8%	21,5%	26,2%	**100,0%**	61,0%	29,8%	9,2%	**100,0%**	15,9%	3,8%	0,7%	24,9%	6,5%	0,4%	12,6%	7,0%	2,0%	7,6%	12,6%	6,1%	**100,0%**
Indefinido	13,0%	21,4%	32,6%	33,1%	**100,0%**	35,7%	37,3%	27,0%	**100,0%**	7,2%	4,5%	1,3%	10,2%	7,8%	3,4%	11,0%	12,7%	8,9%	7,3%	12,3%	13,5%	**100,0%**

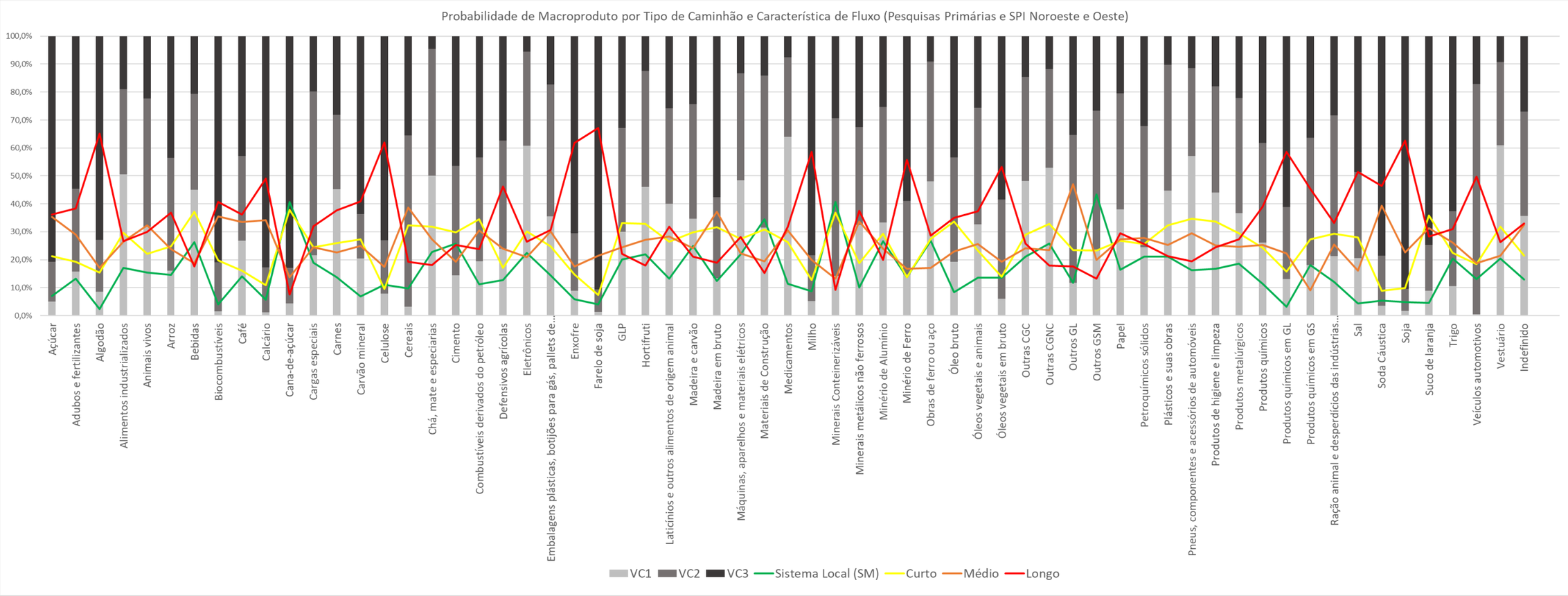


Figura 2-2: Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (pesquisas primárias e pesquisas da SPI A e B). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Mesmo com os resultados anteriores sendo positivos, optou-se por realizar uma terceira etapa, conduzida a partir de nova análise, agora incorporando também as pesquisas secundárias de abrangência nacional - Pesquisa Nacional de Tráfego (PNT), bem como as pesquisas do estudo do PAM-TL.

No que se refere a utilização dos dados do PNT, coube um cuidado especial, dada a discrepância de escala entre as bases. Observou-se que o PNT, por se tratar de um levantamento nacional, representaria 81% da amostra total, o que poderia distorcer os resultados ponderados e representar apenas as características dessa fonte.

A tabela abaixo relaciona o total de entrevistas de carga realizadas em todas as fontes utilizadas, onde se pode verificar que todas seguem um nível de grandeza similar, com exceção do PNT.

Fonte	Amostra	%
PLI-SP (Primárias)	7.148	*2%*
SPI (A)	16.768	*6%*
SPI (B)	19.679	*7%*
PAM-TL	13.564	*5%*
PNT (BR)	242.819	*81%*
TOTAL	**299.978**	***100%***

Para evitar tal efeito, optou-se por filtrar o PNT, mantendo apenas os pontos de coleta localizados no território paulista, garantindo maior equilíbrio entre as fontes e uma amostra mais representativa das condições logísticas do Estado.

A Tabela 10 demonstra essa nova composição amostral, evidenciando a adequação da proporção entre os bancos de dados.

Tabela 10. Amostra de entrevistas de cargas por fonte de pesquisa (PNT apenas com coleta em SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Fonte	Amostra	%
PLI-SP (Primárias)	7.148	*10%*
SPI (A)	16.768	*22%*
SPI (B)	19.679	*26%*
PAM-TL	13.564	*18%*
PNT (SP)	17.987	*24%*
TOTAL	**75.146**	***100%***

Os resultados atualizados, apresentados na Tabela 11 e na Figura 2-3, refletem um equilíbrio aprimorado entre dispersão e consistência, com redução das variabilidades excessivas e manutenção das tendências observadas nas análises anteriores.

Considera-se, portanto, que essa configuração amostral, combinando dados primários, secundários estaduais e secundários nacionais filtrados, representa a melhor alternativa técnica para definição dos fatores de probabilidade de tipo de veículos por carga e fluxo a serem aplicados no estudo.

Tabela 11. Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias, Pesquisas da SPI A e B, Pesquisas do PAM-TL e Pesquisa Nacional de Tráfego – filtrada apenas para coletas em SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Macroprodutos PLI-SP	Sistema Local (SM)	Curto	Médio	Longo	Total Fluxo	VC1	VC2	VC3	Total (Tipo)	VC1 (SM)	VC2 (SM)	VC3 (SM)	VC1 (Curto)	VC2 (Curto)	VC3 (Curto)	VC1 (Médio)	VC2 (Médio)	VC3 (Médio)	VC1 (Longo)	VC2 (Longo)	VC3 (Longo)	Total Combinado (Tipo de Caminhão e Tipo de Fluxo)
Açúcar	5,4%	21,0%	36,3%	37,3%	**100,0%**	3,9%	16,6%	79,5%	**100,0%**	1,0%	1,4%	3,0%	1,4%	4,3%	15,3%	0,9%	5,9%	29,5%	0,6%	5,0%	31,6%	**100,0%**
Adubos e fertilizantes	9,6%	19,4%	27,8%	43,1%	**100,0%**	10,9%	27,0%	62,0%	**100,0%**	3,8%	4,2%	1,6%	3,2%	8,9%	7,3%	2,9%	8,5%	16,5%	1,1%	5,4%	36,7%	**100,0%**
Algodão	1,5%	16,2%	15,2%	67,2%	**100,0%**	7,1%	20,2%	72,7%	**100,0%**	0,5%	1,0%	0,0%	4,5%	6,6%	5,1%	1,5%	3,0%	10,6%	0,5%	9,6%	57,1%	**100,0%**
Alimentos industrializados	14,5%	33,2%	24,2%	28,1%	**100,0%**	49,1%	31,3%	19,6%	**100,0%**	11,2%	2,8%	0,6%	23,1%	8,3%	1,8%	11,5%	8,8%	3,8%	3,3%	11,4%	13,5%	**100,0%**
Animais vivos	15,0%	23,6%	31,6%	29,8%	**100,0%**	33,2%	45,7%	21,0%	**100,0%**	9,8%	4,7%	0,4%	9,7%	12,0%	1,9%	8,3%	17,7%	5,6%	5,3%	11,3%	13,1%	**100,0%**
Arroz	8,9%	20,2%	16,5%	54,5%	**100,0%**	12,8%	33,5%	53,7%	**100,0%**	3,1%	3,9%	1,8%	6,5%	12,3%	1,3%	1,8%	8,6%	6,0%	1,3%	8,6%	44,5%	**100,0%**
Bebidas	24,1%	37,9%	18,6%	19,4%	**100,0%**	43,2%	32,8%	24,0%	**100,0%**	15,4%	7,9%	0,9%	22,2%	12,2%	3,5%	4,3%	7,6%	6,7%	1,4%	5,2%	12,9%	**100,0%**
Biocombustíveis	3,9%	21,0%	35,0%	40,1%	**100,0%**	1,5%	17,6%	80,9%	**100,0%**	0,2%	1,5%	2,2%	1,0%	8,0%	12,0%	0,1%	5,9%	29,0%	0,1%	2,2%	37,7%	**100,0%**
Café	10,1%	21,9%	38,0%	30,0%	**100,0%**	27,4%	28,7%	43,9%	**100,0%**	6,3%	3,4%	0,4%	11,0%	8,0%	3,0%	5,9%	11,0%	21,1%	4,2%	6,3%	19,4%	**100,0%**
Calcário	4,7%	11,3%	36,2%	47,8%	**100,0%**	1,1%	19,8%	79,1%	**100,0%**	0,2%	2,1%	2,3%	0,6%	4,7%	6,0%	0,2%	6,6%	29,4%	0,0%	6,4%	41,4%	**100,0%**
Cana-de-açúcar	39,6%	39,6%	13,5%	7,2%	**100,0%**	4,6%	13,3%	82,1%	**100,0%**	2,4%	3,4%	33,8%	1,4%	6,0%	32,1%	0,2%	2,7%	10,6%	0,5%	1,2%	5,6%	**100,0%**
Cargas especiais	16,0%	31,9%	22,7%	29,4%	**100,0%**	31,9%	49,7%	18,4%	**100,0%**	4,3%	10,4%	1,2%	17,8%	12,3%	1,8%	4,9%	13,5%	4,3%	4,9%	13,5%	11,0%	**100,0%**
Carnes	11,5%	27,9%	21,7%	38,9%	**100,0%**	43,8%	26,4%	29,8%	**100,0%**	8,4%	2,8%	0,3%	20,1%	6,0%	1,8%	12,1%	6,5%	3,1%	3,1%	11,2%	24,6%	**100,0%**
Carvão mineral	10,1%	18,2%	28,3%	43,4%	**100,0%**	17,2%	19,2%	63,6%	**100,0%**	3,0%	1,0%	6,1%	9,1%	3,0%	6,1%	5,1%	8,1%	15,2%	0,0%	7,1%	36,4%	**100,0%**
Celulose	8,3%	14,6%	14,6%	62,6%	**100,0%**	5,3%	17,5%	77,2%	**100,0%**	1,5%	4,9%	1,9%	1,5%	5,8%	7,3%	0,5%	1,9%	12,1%	1,9%	4,9%	55,8%	**100,0%**
Cereais	7,7%	28,8%	34,6%	28,8%	**100,0%**	7,7%	51,9%	40,4%	**100,0%**	1,9%	3,8%	1,9%	1,9%	23,1%	3,8%	3,8%	21,2%	9,6%	0,0%	3,8%	25,0%	**100,0%**
Chá, mate e especiarias	18,2%	40,9%	25,0%	15,9%	**100,0%**	43,2%	47,7%	9,1%	**100,0%**	9,1%	9,1%	0,0%	22,7%	13,6%	4,5%	11,4%	13,6%	0,0%	0,0%	11,4%	4,5%	**100,0%**
Cimento	21,1%	31,6%	23,4%	23,9%	**100,0%**	11,6%	39,2%	49,2%	**100,0%**	7,6%	12,5%	1,0%	3,0%	16,1%	12,5%	0,7%	7,6%	15,1%	0,2%	3,0%	20,6%	**100,0%**
Combustíveis derivados do petróleo	10,3%	38,2%	27,6%	23,9%	**100,0%**	18,2%	36,2%	45,6%	**100,0%**	4,5%	4,4%	1,5%	10,4%	17,9%	10,0%	2,8%	10,3%	14,5%	0,6%	3,6%	19,6%	**100,0%**
Defensivos agrícolas	10,4%	19,7%	25,4%	44,6%	**100,0%**	23,8%	38,3%	37,8%	**100,0%**	4,7%	4,7%	1,0%	11,4%	5,2%	3,1%	3,6%	13,5%	8,3%	4,1%	15,0%	25,4%	**100,0%**
Eletrônicos	16,8%	40,1%	18,3%	24,8%	**100,0%**	64,2%	30,6%	5,2%	**100,0%**	13,5%	3,1%	0,3%	30,9%	8,0%	1,2%	12,5%	5,5%	0,3%	7,3%	14,1%	3,4%	**100,0%**
Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	11,8%	34,8%	25,1%	28,3%	**100,0%**	37,2%	50,0%	12,8%	**100,0%**	6,9%	4,7%	0,2%	17,3%	15,3%	2,2%	8,1%	13,8%	3,2%	4,8%	16,3%	7,2%	**100,0%**
Enxofre	5,3%	23,7%	15,8%	55,3%	**100,0%**	10,5%	18,4%	71,1%	**100,0%**	2,6%	0,0%	2,6%	2,6%	2,6%	18,4%	0,0%	7,9%	7,9%	5,3%	7,9%	42,1%	**100,0%**
Farelo de soja	4,0%	8,0%	19,6%	68,4%	**100,0%**	0,9%	9,3%	89,8%	**100,0%**	0,4%	0,4%	3,1%	0,0%	2,2%	5,8%	0,0%	3,1%	16,4%	0,4%	3,6%	64,4%	**100,0%**
GLP	17,7%	33,1%	23,5%	25,7%	**100,0%**	27,1%	34,9%	38,0%	**100,0%**	11,6%	5,6%	0,4%	12,1%	17,0%	4,0%	2,9%	9,6%	11,0%	0,4%	2,7%	22,6%	**100,0%**
Hortifruti	18,8%	34,8%	26,7%	19,7%	**100,0%**	45,9%	41,4%	12,6%	**100,0%**	13,1%	5,1%	0,7%	21,4%	11,8%	1,7%	9,3%	13,1%	4,2%	2,2%	11,4%	6,0%	**100,0%**
Laticínios e outros alimentos de origem animal	14,4%	30,3%	24,6%	30,6%	**100,0%**	38,6%	36,9%	24,6%	**100,0%**	8,8%	5,0%	0,7%	19,5%	9,4%	1,3%	7,3%	11,0%	6,4%	3,0%	11,5%	16,1%	**100,0%**
Madeira e carvão	18,7%	30,7%	24,5%	26,0%	**100,0%**	33,4%	41,3%	25,3%	**100,0%**	11,2%	6,5%	1,0%	12,2%	12,0%	6,5%	6,3%	11,0%	7,3%	3,7%	11,8%	10,6%	**100,0%**
Madeira em bruto	9,4%	34,6%	34,4%	21,6%	**100,0%**	10,0%	30,6%	59,4%	**100,0%**	3,8%	3,4%	2,1%	3,0%	11,3%	20,3%	1,9%	8,8%	23,7%	1,3%	7,1%	13,2%	**100,0%**
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	17,2%	31,7%	21,8%	29,3%	**100,0%**	49,4%	37,4%	13,2%	**100,0%**	11,5%	4,7%	1,0%	20,3%	8,9%	2,6%	11,2%	8,6%	2,0%	6,4%	15,3%	7,7%	**100,0%**
Materiais de Construção	26,9%	37,0%	17,6%	18,5%	**100,0%**	32,5%	51,2%	16,3%	**100,0%**	12,6%	13,6%	0,7%	14,8%	19,1%	3,1%	3,6%	11,4%	2,6%	1,4%	7,1%	10,0%	**100,0%**
Medicamentos	10,5%	35,7%	27,5%	26,4%	**100,0%**	63,2%	31,2%	5,7%	**100,0%**	8,5%	2,0%	0,0%	27,7%	7,4%	0,7%	17,6%	8,7%	1,1%	9,4%	13,1%	3,9%	**100,0%**
Milho	8,0%	13,3%	19,5%	59,1%	**100,0%**	5,6%	15,2%	79,2%	**100,0%**	1,9%	3,8%	2,3%	2,3%	4,6%	6,5%	1,0%	3,8%	14,7%	0,4%	3,0%	55,7%	**100,0%**
Minerais Conteinerizáveis	34,9%	38,7%	14,3%	12,2%	**100,0%**	13,6%	56,1%	30,3%	**100,0%**	7,9%	22,1%	4,9%	3,8%	22,9%	12,0%	1,3%	6,5%	6,4%	0,5%	4,6%	7,1%	**100,0%**
Minerais metálicos não ferrosos	7,8%	17,2%	32,8%	42,2%	**100,0%**	25,9%	30,2%	44,0%	**100,0%**	5,2%	2,6%	0,0%	10,3%	4,3%	2,6%	6,9%	12,1%	13,8%	3,4%	11,2%	27,6%	**100,0%**
Minério de Alumínio	22,2%	25,6%	32,2%	20,0%	**100,0%**	27,8%	38,9%	33,3%	**100,0%**	10,0%	7,8%	4,4%	12,2%	11,1%	2,2%	5,6%	10,0%	16,7%	0,0%	10,0%	10,0%	**100,0%**
Minério de Ferro	12,2%	12,7%	17,5%	57,6%	**100,0%**	12,7%	24,9%	62,4%	**100,0%**	7,4%	3,5%	1,3%	2,2%	7,0%	3,5%	1,7%	5,7%	10,0%	1,3%	8,7%	47,6%	**100,0%**
Obras de ferro ou aço	12,8%	28,7%	20,6%	37,9%	**100,0%**	36,1%	47,6%	16,3%	**100,0%**	8,4%	4,5%	0,0%	15,4%	11,5%	1,8%	6,6%	11,3%	2,7%	5,8%	20,3%	11,8%	**100,0%**
Óleo bruto	8,2%	34,1%	22,4%	35,3%	**100,0%**	18,8%	36,5%	44,7%	**100,0%**	3,5%	4,7%	0,0%	9,4%	20,0%	4,7%	4,7%	9,4%	8,2%	1,2%	2,4%	31,8%	**100,0%**
Óleos vegetais e animais	10,2%	24,6%	24,2%	41,0%	**100,0%**	28,3%	40,6%	31,1%	**100,0%**	4,1%	6,1%	0,0%	13,3%	8,9%	2,4%	7,5%	11,3%	5,5%	3,4%	14,3%	23,2%	**100,0%**
Óleos vegetais em bruto	11,1%	16,0%	18,8%	54,0%	**100,0%**	6,6%	33,4%	59,9%	**100,0%**	1,4%	9,8%	0,0%	1,7%	10,8%	3,5%	2,4%	7,0%	9,4%	1,0%	5,9%	47,0%	**100,0%**
Outras CGC	18,1%	38,6%	20,6%	22,7%	**100,0%**	52,1%	35,3%	12,5%	**100,0%**	12,9%	4,6%	0,6%	25,2%	10,9%	2,5%	9,4%	8,6%	2,6%	4,6%	11,2%	6,9%	**100,0%**
Outras CGNC	24,4%	35,0%	22,6%	17,9%	**100,0%**	53,5%	35,3%	11,2%	**100,0%**	14,4%	9,5%	0,5%	19,5%	13,2%	2,3%	12,0%	7,8%	2,8%	7,5%	4,8%	5,6%	**100,0%**
Outros GL	6,5%	29,0%	35,5%	29,0%	**100,0%**	16,1%	35,5%	48,4%	**100,0%**	0,0%	6,5%	0,0%	6,5%	12,9%	9,7%	9,7%	9,7%	16,1%	0,0%	6,5%	22,6%	**100,0%**
Outros GSM	39,4%	21,2%	27,3%	12,1%	**100,0%**	21,2%	48,5%	30,3%	**100,0%**	12,1%	24,2%	3,0%	9,1%	12,1%	0,0%	0,0%	12,1%	15,2%	0,0%	0,0%	12,1%	**100,0%**
Papel	13,0%	34,0%	23,6%	29,3%	**100,0%**	35,2%	45,3%	19,5%	**100,0%**	8,0%	4,3%	0,8%	16,2%	15,3%	2,4%	7,8%	11,6%	4,3%	3,1%	14,1%	12,0%	**100,0%**
Petroquímicos sólidos	19,8%	28,7%	27,7%	23,8%	**100,0%**	26,7%	41,6%	31,7%	**100,0%**	10,9%	7,9%	1,0%	11,9%	11,9%	5,0%	3,0%	12,9%	11,9%	1,0%	8,9%	13,9%	**100,0%**
Plásticos e suas obras	14,4%	34,0%	23,2%	28,4%	**100,0%**	40,4%	46,5%	13,1%	**100,0%**	9,5%	4,6%	0,3%	18,2%	13,5%	2,3%	8,9%	11,7%	2,5%	3,7%	16,7%	8,0%	**100,0%**
Pneus, componentes e acessórios de automóveis	14,1%	40,4%	24,5%	21,0%	**100,0%**	52,5%	37,2%	10,3%	**100,0%**	10,5%	3,0%	0,5%	25,9%	12,8%	1,7%	12,3%	9,6%	2,6%	3,8%	11,7%	5,4%	**100,0%**
Produtos de higiene e limpeza	13,4%	37,2%	23,9%	25,5%	**100,0%**	42,1%	39,4%	18,5%	**100,0%**	9,3%	3,2%	0,9%	20,4%	13,6%	3,2%	8,9%	10,7%	4,3%	3,5%	11,9%	10,1%	**100,0%**
Produtos metalúrgicos	13,7%	31,2%	22,0%	33,1%	**100,0%**	29,7%	41,5%	28,8%	**100,0%**	9,2%	3,6%	0,9%	13,2%	15,0%	3,0%	5,3%	11,5%	5,2%	2,1%	11,4%	19,6%	**100,0%**
Produtos químicos	10,5%	30,9%	22,5%	36,1%	**100,0%**	26,4%	37,3%	36,2%	**100,0%**	5,7%	3,5%	1,3%	13,3%	12,6%	5,0%	5,5%	11,1%	5,8%	1,9%	10,1%	24,1%	**100,0%**
Produtos químicos em GL	2,7%	22,9%	22,2%	52,2%	**100,0%**	11,9%	27,0%	61,1%	**100,0%**	1,0%	0,7%	1,0%	5,5%	6,5%	10,9%	3,1%	9,6%	9,6%	2,4%	10,2%	39,6%	**100,0%**
Produtos químicos em GS	3,8%	44,2%	19,2%	32,7%	**100,0%**	11,5%	26,9%	61,5%	**100,0%**	1,9%	0,0%	1,9%	9,6%	9,6%	25,0%	0,0%	5,8%	13,5%	0,0%	11,5%	21,2%	**100,0%**
Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	12,3%	32,9%	25,0%	29,9%	**100,0%**	24,6%	49,5%	25,8%	**100,0%**	6,9%	4,7%	0,6%	11,3%	18,8%	2,8%	5,2%	14,2%	5,6%	1,2%	11,8%	16,9%	**100,0%**
Sal	3,3%	25,4%	14,8%	56,6%	**100,0%**	13,1%	34,4%	52,5%	**100,0%**	2,5%	0,0%	0,8%	6,6%	11,5%	7,4%	1,6%	9,0%	4,1%	2,5%	13,9%	40,2%	**100,0%**
Soda Cáustica	6,5%	17,2%	32,3%	44,1%	**100,0%**	6,5%	19,4%	74,2%	**100,0%**	2,2%	1,1%	3,2%	1,1%	5,4%	10,8%	1,1%	4,3%	26,9%	2,2%	8,6%	33,3%	**100,0%**
Soja	4,1%	11,0%	23,7%	61,2%	**100,0%**	2,4%	8,5%	89,0%	**100,0%**	0,2%	1,7%	2,2%	1,0%	2,2%	7,8%	1,0%	2,2%	20,5%	0,2%	2,4%	58,5%	**100,0%**
Suco de laranja	4,2%	29,2%	42,5%	24,2%	**100,0%**	8,3%	17,5%	74,2%	**100,0%**	1,7%	0,0%	2,5%	3,3%	3,3%	22,5%	1,7%	7,5%	33,3%	1,7%	6,7%	15,8%	**100,0%**
Trigo	13,5%	20,9%	28,7%	37,0%	**100,0%**	7,4%	23,9%	68,7%	**100,0%**	2,6%	7,4%	3,5%	3,0%	7,8%	10,0%	0,9%	3,9%	23,9%	0,9%	4,8%	31,3%	**100,0%**
Veículos automotivos	8,3%	22,5%	17,2%	52,0%	**100,0%**	18,4%	69,9%	11,7%	**100,0%**	2,2%	5,5%	0,5%	8,3%	12,0%	2,2%	4,8%	10,8%	1,5%	3,1%	41,5%	7,4%	**100,0%**
Vestuário	14,9%	36,1%	20,2%	28,8%	**100,0%**	64,0%	28,6%	7,3%	**100,0%**	12,4%	2,2%	0,3%	29,8%	5,8%	0,4%	13,9%	5,1%	1,1%	7,9%	15,5%	5,5%	**100,0%**
Indefinido	13,5%	32,3%	28,3%	26,0%	**100,0%**	35,9%	40,4%	23,7%	**100,0%**	7,2%	5,0%	1,3%	14,4%	13,0%	4,9%	9,4%	11,3%	7,6%	5,0%	11,1%	9,9%	**100,0%**

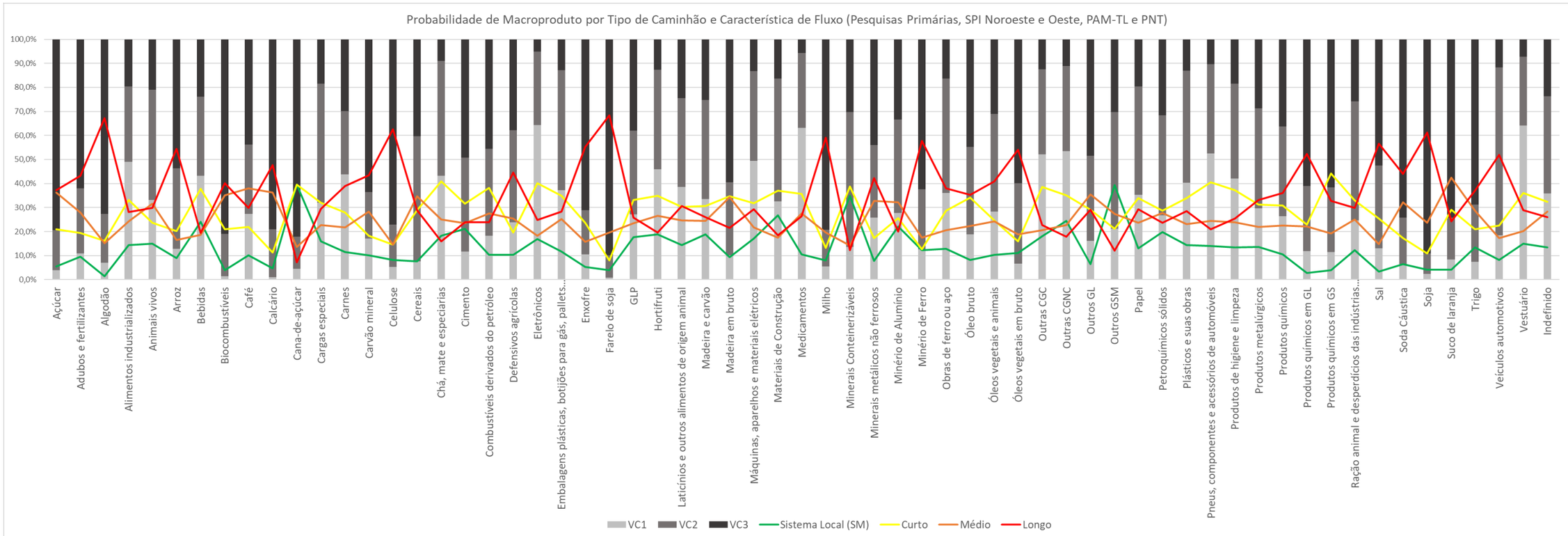


Figura 2-3: Probabilidade da ocorrência de macroproduto por tipo de veículo e característica de fluxo (Pesquisas primárias, Pesquisas da SPI A e B, Pesquisas do PAM-TL e Pesquisa Nacional de Tráfego – filtrada apenas para coletas em SP). Fonte: Consórcio Concremat – Transplan.

2.7.2 Lotação Média

Dando continuidade ao processo de transformação das matrizes de produtos (em toneladas) para matrizes de veículos, foi calculado o Fator de Lotação Média, que representa a quantidade média transportada (em toneladas) por tipo de caminhão e por macroproduto.

O cálculo foi realizado com base nos dados das pesquisas de origem e destino, considerando inicialmente apenas as pesquisas primárias, e posteriormente incorporando as secundárias.

O método adotado utiliza a médias por eixo, de modo que, ao se agregarem os veículos em VC1, VC2 e VC3, são realizadas médias ponderadas, para que os resultados continuem refletindo o volume real movimentado por categoria, evitando distorções oriundas de médias simples (média sobre média).

Para garantir resultados fidedignos, apenas veículos carregados (parcial ou totalmente) foram considerados no cálculo das médias, sendo os veículos vazios analisados separadamente, com seus percentuais apresentados nos resultados.de cada combinação.

Os valores obtidos são apresentados por macroproduto no e Figura 2-4, e resumidos em valores gerais na Tabela 12 e Figura 2-5

De forma análoga à etapa anterior, observou-se que o uso exclusivo das pesquisas primárias gerou lacunas em algumas combinações de produto e eixo em virtude da limitação amostral. Embora certas combinações não ocorram na prática por características logísticas específicas, a ampliação da amostra se mostrou prudente para reduzir desvios e aprimorar as estimativas.

Tabela 12. Lotação média por macroproduto, eixos e tipo de veículo com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Macroprodutos PLI-SP	2 Eixos	% vazio (2)	3 Eixos	% vazio (3)	4 Eixos	% vazio (4)	5 Eixos	% vazio (5)	6 Eixos	% vazio (6)	7 Eixos	% vazio (7)	8 Eixos	% vazio (8)	9 Eixos	% vazio (9)	VC1	% vazio (VC1	VC2	% vazio (VC2)	VC3	% vazio (VC3)
Açúcar	-	-	9,95	11,1%	16,40	0,0%	23,00	0,0%	28,09	25,0%	36,44	25,0%	-	100,0%	44,42	41,4%	-	-	12,65	7,7%	36,68	32,8%
Adubos e fertilizantes	4,26	28,6%	10,75	50,0%	13,00	0,0%	24,67	25,0%	28,18	10,5%	36,12	22,7%	-	-	46,24	16,1%	4,26	28,6%	15,00	27,8%	38,26	16,7%
Algodão	-	-	-	100,0%	-	-	-	-	28,99	0,0%	25,00	50,0%	-	-	47,63	0,0%	-	-	-	100,0%	41,15	6,3%
Alimentos industrializados	2,25	23,3%	8,72	22,1%	13,28	14,3%	18,79	27,8%	22,38	14,9%	31,03	29,4%	-	-	40,85	0,0%	2,25	23,3%	11,06	21,6%	26,03	16,0%
Animais vivos	2,65	30,0%	9,54	29,4%	9,86	29,4%	15,15	18,2%	23,07	40,0%	-	-	-	-	-	-	2,65	30,0%	11,18	26,7%	23,07	40,0%
Arroz	1,93	28,6%	6,93	46,2%	-	100,0%	-	100,0%	31,58	30,8%	14,50	50,0%	-	-	48,00	66,7%	1,93	28,6%	6,93	58,8%	31,52	38,9%
Bebidas	3,83	35,4%	7,90	38,9%	14,57	36,4%	17,66	22,2%	27,39	20,0%	24,20	0,0%	-	-	49,00	60,0%	3,83	35,4%	11,09	35,7%	27,49	19,4%
Biocombustíveis	5,00	0,0%	13,50	50,0%	14,50	20,0%	14,00	60,0%	28,95	35,3%	34,48	23,1%	-	-	47,12	21,0%	5,00	0,0%	14,21	41,7%	41,46	23,8%
Café	2,88	33,3%	5,50	0,0%	-	-	-	-	17,67	0,0%	39,00	0,0%	-	-	-	-	2,88	33,3%	5,50	0,0%	23,00	0,0%
Calcário	-	-	13,50	33,3%	-	-	28,00	0,0%	30,53	0,0%	37,68	33,3%	-	-	44,21	21,7%	-	-	18,33	25,0%	39,54	24,5%
Cana-de-açúcar	6,00	50,0%	-	100,0%	-	-	32,33	0,0%	26,20	80,0%	-	-	-	-	48,58	38,1%	6,00	50,0%	32,33	25,0%	46,98	46,2%
Cargas especiais	2,69	36,4%	6,23	43,8%	5,00	66,7%	27,50	50,0%	5,00	50,0%	-	-	-	-	-	-	2,69	36,4%	9,68	47,8%	5,00	50,0%
Carnes	2,47	29,4%	8,29	29,0%	14,62	17,1%	25,50	20,0%	23,96	24,5%	30,53	0,0%	-	-	30,16	20,0%	2,47	29,4%	12,88	22,5%	24,49	23,6%
Carvão mineral	-	-	-	-	-	-	-	-	30,80	0,0%	35,00	0,0%	-	-	47,99	0,0%	-	-	-	-	40,10	0,0%
Celulose	-	-	-	100,0%	-	-	32,00	0,0%	29,42	8,3%	34,84	15,4%	-	-	46,11	22,2%	-	-	32,00	50,0%	35,50	14,7%
Cereais	-	-	-	100,0%	-	-	19,90	0,0%	30,00	66,7%	-	-	-	-	-	-	-	-	19,90	50,0%	30,00	66,7%
Chá, mate e especiarias	1,00	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,0%	-	-	-	-
Cimento	3,86	12,5%	10,18	27,8%	12,00	33,3%	-	-	30,40	60,0%	38,00	80,0%	-	-	46,00	0,0%	3,86	12,5%	10,43	28,6%	39,47	53,8%
Combustíveis derivados do petróleo	4,98	17,4%	10,84	21,4%	16,84	40,7%	24,17	40,0%	28,70	20,7%	32,28	28,9%	40,00	50,0%	45,66	43,5%	4,98	17,4%	15,96	33,3%	38,01	35,7%
Defensivos agrícolas	1,00	50,0%	7,22	18,2%	15,40	0,0%	10,00	0,0%	24,15	15,4%	23,00	0,0%	-	-	42,00	0,0%	1,00	50,0%	8,82	14,3%	25,11	11,8%
Eletrônicos	1,00	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,0%	-	-	-	-
Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	2,33	20,8%	5,82	22,6%	8,78	20,0%	11,41	11,8%	11,88	15,2%	19,50	0,0%	-	-	26,00	0,0%	2,33	20,8%	7,34	20,2%	12,83	13,9%
Enxofre	-	-	-	-	-	-	-	-	30,00	0,0%	27,00	0,0%	-	-	44,50	0,0%	-	-	-	-	36,50	0,0%
Farelo de soja	-	-	-	100,0%	22,00	0,0%	-	-	30,77	33,3%	33,12	17,4%	-	-	44,59	20,0%	-	-	22,00	50,0%	35,47	21,4%
GLP	4,43	0,0%	8,92	5,9%	13,33	0,0%	-	-	24,96	20,0%	36,50	33,3%	-	-	-	100,0%	4,43	0,0%	9,61	5,0%	26,01	24,1%
Hortifruti	2,52	40,0%	9,98	36,1%	13,23	35,0%	25,00	50,0%	22,93	19,4%	25,81	0,0%	-	-	-	100,0%	2,52	40,0%	11,32	36,5%	23,35	20,9%
Laticínios e outros alimentos de origem animal	2,60	28,3%	8,98	10,0%	12,66	15,0%	24,50	25,0%	23,76	11,5%	28,33	0,0%	-	-	45,00	0,0%	2,60	28,3%	11,30	13,0%	24,46	10,7%
Madeira e carvão	2,49	24,4%	9,38	34,9%	12,56	13,3%	18,18	44,4%	28,87	18,8%	27,60	12,5%	-	-	36,65	33,3%	2,49	24,4%	11,24	31,3%	28,64	16,9%
Madeira em bruto	-	-	13,00	0,0%	-	-	35,00	0,0%	29,88	20,0%	35,75	14,3%	42,00	50,0%	44,18	57,5%	-	-	24,00	0,0%	38,90	41,2%
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,10	30,4%	6,34	24,1%	7,92	14,3%	10,38	7,7%	14,99	27,8%	20,00	50,0%	-	-	46,50	0,0%	2,10	30,4%	7,79	18,4%	19,24	27,3%
Materiais de Construção	2,84	38,6%	10,56	38,3%	16,43	46,2%	22,08	0,0%	29,95	5,6%	34,08	0,0%	-	-	46,40	16,7%	2,84	38,6%	11,99	37,8%	33,81	5,9%
Medicamentos	2,37	24,1%	3,75	45,5%	2,00	0,0%	13,75	20,0%	4,25	0,0%	28,00	0,0%	-	-	30,00	0,0%	2,37	24,1%	7,23	35,3%	15,00	0,0%
Milho	4,00	0,0%	14,50	0,0%	-	-	29,65	33,3%	30,05	15,4%	37,06	18,2%	-	-	48,06	20,0%	4,00	0,0%	19,55	14,3%	35,68	17,2%
Minerais Conteinerizáveis	4,71	20,0%	11,09	40,9%	21,45	46,7%	26,87	37,8%	28,55	37,0%	34,71	26,1%	-	-	44,47	22,2%	4,71	20,0%	17,46	40,7%	34,01	31,0%
Minerais metálicos não ferrosos	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00	0,0%	26,57	0,0%	-	-	49,86	0,0%	-	-	-	-	28,25	0,0%
Minério de Alumínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minério de Ferro	-	-	2,50	0,0%	-	-	14,00	0,0%	26,56	16,7%	36,99	0,0%	-	-	46,80	9,1%	-	-	10,17	0,0%	38,83	7,4%
Obras de ferro ou aço	1,96	22,2%	4,98	9,1%	-	100,0%	7,50	0,0%	22,00	20,0%	25,00	0,0%	-	-	-	-	1,96	22,2%	5,56	18,8%	22,60	16,7%
Óleo bruto	-	-	-	-	-	-	-	-	30,00	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,00	0,0%
Óleos vegetais e animais	2,86	12,5%	9,49	33,3%	-	-	15,33	40,0%	25,17	9,1%	38,79	0,0%	-	-	44,00	0,0%	2,86	12,5%	13,00	37,5%	27,87	7,7%
Óleos vegetais em bruto	2,00	33,3%	11,33	25,0%	-	-	31,50	50,0%	25,80	50,0%	35,92	40,0%	-	-	45,00	50,0%	2,00	33,3%	19,40	37,5%	31,95	45,8%
Outras CGC	2,37	34,5%	5,49	26,9%	10,66	29,7%	12,29	35,0%	19,28	35,2%	27,05	9,1%	-	-	30,43	30,0%	2,37	34,5%	7,94	29,4%	20,84	32,9%
Outras CGNC	1,84	44,0%	11,21	31,1%	6,93	33,3%	22,00	25,0%	28,32	47,8%	31,12	42,9%	-	-	7,00	50,0%	1,84	44,0%	11,61	30,9%	27,72	46,9%
Outros GL	-	-	-	-	-	-	-	-	31,58	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,58	0,0%
Outros GSM	-	-	-	-	-	-	24,00	0,0%	30,80	50,0%	-	-	43,00	0,0%	-	-	-	-	24,00	0,0%	36,90	33,3%
Papel	2,22	28,9%	8,66	26,7%	9,93	0,0%	13,39	10,0%	24,23	4,5%	29,08	20,0%	-	-	38,80	16,7%	2,22	28,9%	10,01	18,8%	26,26	8,3%
Petroquímicos sólidos	-	-	12,10	0,0%	-	-	20,00	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,73	0,0%	-	-
Plásticos e suas obras	2,72	45,8%	7,35	20,7%	7,17	14,3%	18,00	33,3%	21,25	16,7%	24,90	0,0%	-	-	44,54	33,3%	2,72	45,8%	8,00	20,5%	24,13	16,7%
Pneus, componentes e acessórios de automóveis	2,40	17,2%	6,12	18,9%	10,42	7,1%	11,60	14,8%	17,52	17,1%	27,25	33,3%	-	-	16,00	28,6%	2,40	17,2%	8,42	16,0%	18,35	20,8%
Produtos de higiene e limpeza	2,68	34,5%	7,73	10,0%	9,36	0,0%	19,86	30,0%	19,69	5,0%	20,67	25,0%	-	-	30,33	0,0%	2,68	34,5%	12,16	16,0%	21,09	7,4%
Produtos metalúrgicos	3,06	27,9%	8,24	35,8%	10,20	44,4%	18,70	28,6%	21,98	18,4%	34,59	18,2%	-	-	40,78	14,3%	3,06	27,9%	10,57	35,5%	27,29	17,9%
Produtos químicos	2,86	27,3%	9,52	27,3%	15,31	20,0%	26,74	16,7%	28,19	35,3%	34,90	33,3%	-	-	47,82	12,5%	2,86	27,3%	13,10	24,5%	33,50	31,7%
Produtos químicos em GL	-	-	11,33	25,0%	-	-	-	-	28,13	66,7%	33,24	14,3%	-	-	-	-	-	-	11,33	25,0%	30,92	50,0%
Produtos químicos em GS	-	-	12,00	0,0%	-	-	-	100,0%	-	100,0%	37,30	0,0%	-	-	-	-	-	-	12,00	50,0%	37,30	50,0%
Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	2,34	10,0%	9,32	14,3%	12,38	47,8%	-	100,0%	26,44	10,0%	29,93	9,1%	-	-	46,08	25,0%	2,34	10,0%	10,00	27,0%	30,93	12,8%
Sal	2,50	0,0%	13,93	0,0%	18,00	0,0%	-	-	29,83	0,0%	33,88	0,0%	-	-	47,32	0,0%	2,50	0,0%	14,75	0,0%	34,04	0,0%
Soda Cáustica	-	-	9,21	33,3%	-	100,0%	-	-	30,80	66,7%	36,00	33,3%	-	-	49,56	40,0%	-	-	9,21	50,0%	45,74	42,9%
Soja	-	-	10,00	0,0%	-	-	-	-	29,44	9,1%	37,38	26,5%	40,00	0,0%	46,93	25,0%	-	-	10,00	0,0%	39,52	23,7%
Suco de laranja	2,00	33,3%	10,00	0,0%	-	100,0%	5,00	0,0%	21,23	0,0%	20,50	75,0%	-	-	20,00	75,0%	2,00	33,3%	8,75	33,3%	20,78	60,0%
Trigo	1,00	0,0%	1,00	0,0%	-	-	-	-	30,80	0,0%	36,00	66,7%	-	-	44,00	0,0%	1,00	0,0%	1,00	0,0%	36,93	40,0%
Veículos automotivos	-	-	-	100,0%	8,06	54,5%	14,02	46,2%	16,20	28,6%	-	-	-	-	-	-	-	-	12,45	56,8%	16,20	28,6%
Vestuário	2,22	16,7%	3,73	20,0%	11,51	0,0%	12,00	16,7%	16,16	0,0%	-	-	-	-	35,03	0,0%	2,22	16,7%	8,90	15,4%	27,49	0,0%
Indefinido	2,05	86,3%	5,88	87,9%	12,31	91,6%	9,70	81,7%	20,44	86,7%	28,04	94,2%	-	100,0%	38,17	93,3%	2,05	86,3%	7,55	87,8%	23,29	89,9%

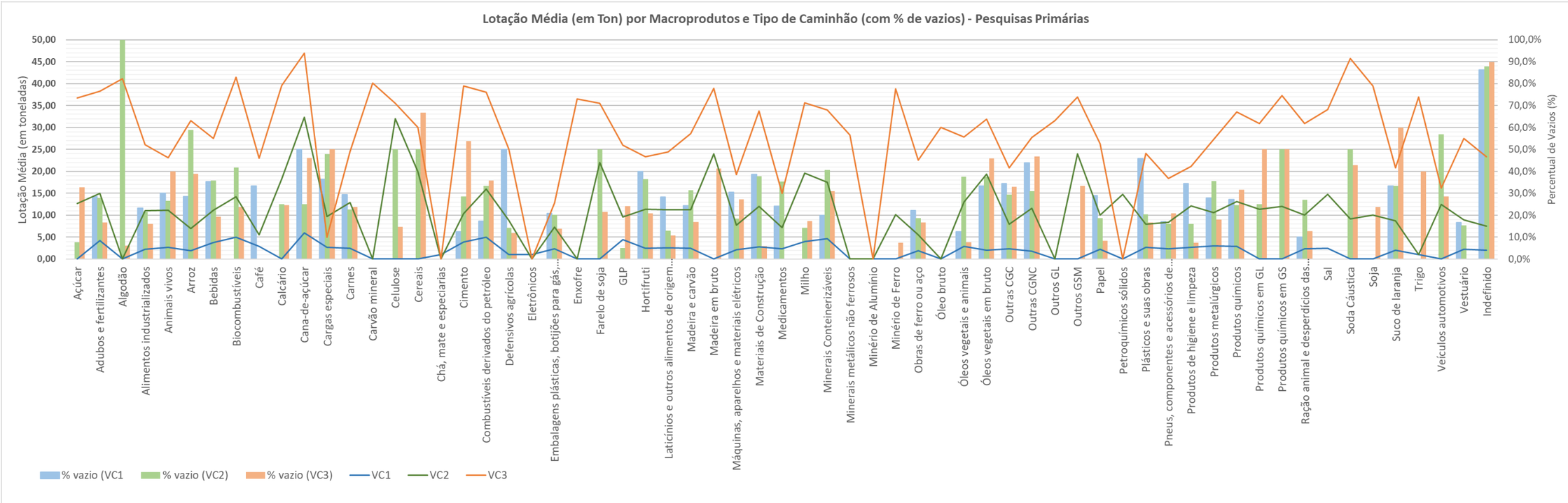


Figura 2-4: Lotação média por macroproduto e tipo de veículo , com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat – Transplan.

Tabela 13. Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

	2 Eixos	3 Eixos	4 Eixos	5 Eixos	6 Eixos	7 Eixos	8 Eixos	9 Eixos	VC1	VC2	VC3	Total
Volume Médio Transportado dos Caminhões Carregados ou Parcialmente Carregados	2,53	8,03	12,43	16,50	23,88	32,97	41,25	44,25	**2,53**	**10,54**	**30,69**	**16,01**
Percentual de Caminhões Vazios	*40,1%*	*39,0%*	*38,6%*	*36,2%*	*31,7%*	*32,8%*	*66,7%*	*35,0%*	*40,1%*	*38,4%*	*32,9%*	*36,9%*

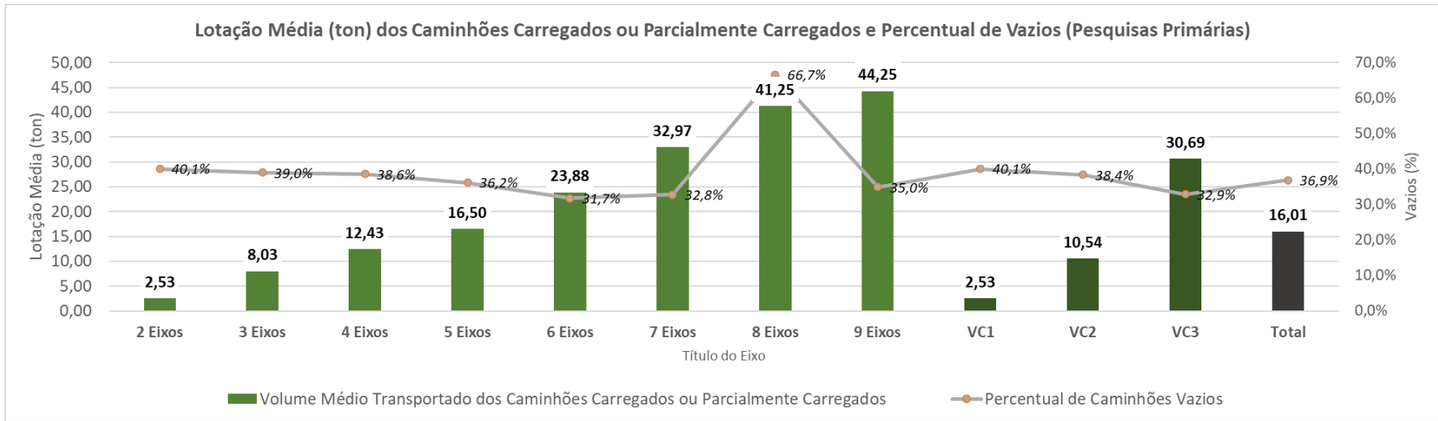


Figura 2-5: Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

O próximo passo foi adicionar ao cálculo das médias de lotação os dados provenientes das pesquisas secundárias. No entanto, para esses cálculos, a utilização das pesquisas referentes aos estudos de concessões rodoviárias da SPI (A e B) não foram utilizados.

A não utilização das bases oriundas da SPI se deve ao fato de que o banco de dados não possui a informação de peso transportado, conforme já mencionado no capítulo do tratamento dos dados secundários. Naquela fase, utilizou-se da carga útil máxima calculada a partir da quantidade de eixos e carroceria, apenas para análise das cargas. No entanto, utilizar nesse cálculo uma base de dados onde o peso transportado foi definido pela carga máxima do caminhão e não efetivamente coletado na pesquisa, não faz sentido e poderia deslocar as médias a níveis superiores à realidade.

Dessa forma, refez-se os cálculos incluindo os dados do estudo PAM-TL e da PNT (filtrado apenas para São Paulo).

Essa integração entre PAM-TL e PNT tende a representar um equilíbrio complementar: enquanto a PNT reforça os produtos de maior volume e longa distância, o PAM-TL melhora a representação de produtos de menor escala e maior valor agregado.

Os resultados são apresentados por macroproduto na Tabela 14 e Figura 2-6 e resumidos em valores gerais na Tabela 15 e Figura 2-7.

Com base nos resultados obtidos, foi possível preencher lacunas anteriormente existentes e alcançar estimativas mais consistentes e representativas da realidade. Ainda assim, alguns macroprodutos com amostras reduzidas mantêm maior variabilidade e desvios no percentual de vazios, o que se explica, em grande parte, pela menor vocação desses produtos para o transporte rodoviário, sendo mais comumente movimentados por outros modais, como o ferroviário.

Tabela 14. Lotação média por macroproduto, eixos e tipo de veículo com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Macroprodutos PLI-SP	2 Eixos	% vazio (2)	3 Eixos	% vazio (3)	4 Eixos	% vazio (4)	5 Eixos	% vazio (5)	6 Eixos	% vazio (6)	7 Eixos	% vazio (7)	8 Eixos	% vazio (8)	9 Eixos	% vazio (9)	VC1	% vazio (VC1	VC2	% vazio (VC2)	VC3	% vazio (VC3)
Açúcar	5,95	66,7%	12,17	22,2%	16,49	11,1%	24,52	30,0%	30,12	21,8%	35,97	20,9%	52,20	50,0%	45,63	28,2%	5,95	66,7%	18,74	17,9%	36,52	23,4%
Adubos e fertilizantes	4,03	19,4%	12,05	32,4%	15,30	10,0%	27,73	8,1%	28,05	18,5%	35,78	9,7%	46,90	0,0%	45,90	8,1%	4,03	19,4%	17,97	14,8%	35,45	12,7%
Algodão	4,85	33,3%	11,68	37,5%	21,90	50,0%	25,64	37,5%	27,02	17,1%	34,02	28,6%	-	-	48,99	4,2%	4,85	33,3%	18,95	33,3%	36,50	13,6%
Alimentos industrializados	2,57	28,8%	9,48	24,2%	15,18	19,1%	18,39	24,9%	25,08	16,0%	35,04	17,0%	-	-	38,33	11,9%	2,57	28,8%	12,78	14,2%	27,08	15,8%
Animais vivos	3,20	29,5%	9,39	26,7%	11,87	26,5%	16,21	15,4%	25,87	30,0%	-	-	-	-	-	-	3,20	29,5%	11,10	22,4%	25,87	30,0%
Arroz	2,89	32,0%	10,42	37,8%	17,14	36,4%	23,68	36,8%	30,57	16,9%	36,72	3,0%	-	-	49,99	23,5%	2,89	32,0%	15,33	25,4%	34,35	14,4%
Bebidas	3,54	28,2%	10,13	27,1%	14,38	24,1%	23,18	23,4%	27,84	19,0%	28,10	11,1%	6,00	0,0%	40,16	37,5%	3,54	28,2%	13,23	16,3%	28,34	19,5%
Biocombustíveis	3,03	25,0%	12,18	15,8%	18,18	20,0%	20,59	65,2%	27,35	28,0%	34,87	24,1%	57,20	0,0%	46,70	20,1%	3,03	25,0%	16,04	35,1%	38,21	23,5%
Café	2,36	32,3%	9,27	22,2%	20,40	0,0%	19,28	42,9%	26,14	22,7%	35,86	12,5%	28,00	0,0%	39,64	23,1%	2,36	32,3%	15,29	28,0%	31,99	20,5%
Calcário	6,00	0,0%	14,34	42,1%	17,26	16,7%	26,02	10,5%	28,69	12,3%	35,29	22,6%	52,20	0,0%	44,86	18,8%	6,00	0,0%	20,80	18,2%	34,41	17,2%
Cana-de-açúcar	3,07	25,0%	9,50	40,0%	-	100,0%	32,33	25,0%	26,20	83,3%	44,13	0,0%	-	-	51,22	26,3%	3,07	25,0%	20,92	30,0%	49,78	31,9%
Cargas especiais	3,05	27,5%	7,78	37,5%	5,00	75,0%	15,25	28,6%	19,70	54,5%	-	-	-	-	-	-	3,05	27,5%	10,55	33,3%	19,70	54,5%
Carnes	2,79	30,9%	9,32	26,1%	14,53	25,8%	22,52	12,1%	25,59	18,6%	34,88	0,0%	-	-	27,89	20,0%	2,79	30,9%	13,00	15,4%	25,81	18,4%
Carvão mineral	2,80	50,0%	12,60	40,0%	24,30	0,0%	26,82	0,0%	27,36	13,6%	36,55	14,3%	-	-	45,80	0,0%	2,80	50,0%	22,30	16,7%	32,98	12,2%
Celulose	1,00	0,0%	15,40	50,0%	-	-	25,13	16,7%	29,95	23,9%	39,93	27,0%	-	-	46,93	16,7%	1,00	0,0%	24,25	21,4%	36,76	23,8%
Cereais	4,15	33,3%	11,51	28,6%	18,00	0,0%	21,95	0,0%	32,50	50,0%	41,37	25,0%	57,20	0,0%	38,75	0,0%	4,15	33,3%	14,93	10,0%	39,59	30,8%
Chá, mate e especiarias	0,91	22,2%	8,80	37,5%	18,87	0,0%	-	-	29,00	33,3%	-	-	-	-	-	-	0,91	22,2%	12,58	0,0%	29,00	33,3%
Cimento	2,98	23,7%	10,92	31,2%	18,31	31,7%	25,92	34,5%	29,92	23,6%	38,78	36,2%	42,50	0,0%	44,88	37,1%	2,98	23,7%	14,62	19,0%	33,98	28,9%
Combustíveis derivados do petróleo	4,62	23,9%	11,60	36,4%	17,82	31,8%	21,62	28,4%	28,61	29,3%	35,44	26,6%	49,08	20,0%	45,54	34,5%	4,62	23,9%	16,06	20,2%	36,20	30,0%
Defensivos agrícolas	3,75	31,3%	7,57	38,5%	17,98	0,0%	22,26	16,7%	25,18	21,9%	22,25	20,0%	-	-	46,00	33,3%	3,75	31,3%	12,18	13,9%	26,15	22,5%
Eletrônicos	1,30	42,4%	6,96	31,3%	3,90	71,4%	8,73	0,0%	24,67	25,0%	22,20	0,0%	-	-	7,50	0,0%	1,30	42,4%	7,52	0,0%	20,74	16,7%
Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	2,55	29,9%	6,28	21,6%	9,77	21,2%	12,68	10,5%	14,82	11,8%	12,37	0,0%	-	-	27,50	0,0%	2,55	29,9%	8,61	10,0%	15,21	10,7%
Enxofre	2,00	0,0%	-	-	-	-	-	-	30,00	0,0%	31,20	0,0%	-	-	32,54	0,0%	2,00	0,0%	-	-	31,80	0,0%
Farelo de soja	-	-	12,80	50,0%	18,00	33,3%	29,00	0,0%	30,54	18,6%	34,54	17,4%	57,20	0,0%	44,57	10,5%	-	-	22,20	27,3%	35,12	16,5%
GLP	4,26	8,5%	9,72	16,7%	15,39	5,9%	20,50	33,3%	25,45	25,6%	37,25	33,3%	-	-	53,00	50,0%	4,26	8,5%	11,84	4,8%	26,49	26,5%
Hortifruti	2,66	44,7%	10,68	40,8%	15,49	34,5%	23,05	21,4%	26,33	18,3%	30,29	36,8%	-	-	42,23	40,0%	2,66	44,7%	12,72	20,0%	26,86	20,4%
Laticínios e outros alimentos de origem animal	2,56	33,7%	10,61	21,6%	12,34	21,8%	20,94	40,0%	24,56	20,6%	32,93	11,8%	-	-	42,40	20,0%	2,56	33,7%	12,08	17,6%	25,87	19,8%
Madeira e carvão	3,30	28,2%	10,09	21,1%	13,58	13,3%	22,03	13,6%	27,73	12,8%	32,15	22,0%	-	-	44,54	18,2%	3,30	28,2%	12,83	11,9%	31,05	15,1%
Madeira em bruto	2,80	33,3%	11,70	15,9%	12,00	60,0%	27,87	14,3%	29,57	27,5%	35,65	20,0%	42,00	50,0%	47,40	43,0%	2,80	33,3%	13,87	17,9%	38,87	34,3%
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,17	30,2%	6,84	23,1%	9,60	30,7%	12,14	20,2%	19,22	29,9%	21,51	9,5%	-	-	37,90	0,0%	2,17	30,2%	9,13	15,4%	21,28	24,8%
Materiais de Construção	3,05	35,6%	10,79	39,6%	16,36	38,5%	20,44	25,0%	29,49	16,8%	33,97	20,7%	42,80	0,0%	42,18	10,3%	3,05	35,6%	12,73	16,4%	32,62	16,1%
Medicamentos	1,95	26,2%	5,91	30,4%	10,88	25,0%	14,21	24,0%	6,87	8,3%	28,00	0,0%	-	-	30,00	0,0%	1,95	26,2%	8,93	21,5%	11,69	6,7%
Milho	3,43	36,8%	11,68	25,0%	12,14	33,3%	29,40	33,3%	29,73	21,2%	34,94	12,8%	36,23	0,0%	46,07	7,1%	3,43	36,8%	14,84	12,5%	34,32	15,7%
Minerais Conteinerizáveis	3,61	36,2%	12,29	36,9%	20,13	32,0%	25,56	40,1%	30,00	34,7%	34,08	11,7%	35,50	0,0%	44,25	18,8%	3,61	36,2%	18,00	25,8%	32,72	28,3%
Minerais metálicos não ferrosos	3,57	25,0%	8,00	50,0%	-	-	27,77	0,0%	27,77	22,2%	30,41	0,0%	-	-	45,77	28,6%	3,57	25,0%	19,86	28,6%	32,14	20,7%
Minério de Alumínio	-	-	-	-	20,00	0,0%	22,77	0,0%	-	-	36,20	50,0%	-	-	47,30	28,6%	-	-	22,08	0,0%	44,13	36,4%
Minério de Ferro	-	-	2,90	0,0%	16,00	0,0%	14,00	50,0%	27,51	17,4%	35,32	0,0%	-	-	46,14	5,6%	-	-	8,78	25,0%	36,05	9,3%
Obras de ferro ou aço	3,50	19,3%	8,29	17,2%	10,74	14,3%	15,55	6,7%	22,47	12,3%	33,63	14,3%	-	-	35,26	9,1%	3,50	19,3%	10,82	12,7%	24,71	12,1%
Óleo bruto	-	-	-	-	-	-	-	-	30,00	50,0%	-	-	-	-	-	100,0%	-	-	-	-	30,00	66,7%
Óleos vegetais e animais	3,36	23,8%	9,29	10,5%	19,55	0,0%	22,35	23,5%	25,39	4,8%	39,06	25,0%	-	-	44,00	66,7%	3,36	23,8%	15,24	13,2%	26,75	10,2%
Óleos vegetais em bruto	4,20	25,0%	11,95	42,9%	-	-	28,86	44,4%	28,92	29,3%	36,02	50,0%	-	-	40,95	33,3%	4,20	25,0%	18,45	21,7%	31,12	35,5%
Outras CGC	1,91	43,4%	6,84	38,1%	10,71	31,2%	15,29	41,5%	21,53	36,1%	32,02	27,8%	37,20	50,0%	32,20	26,1%	1,91	43,4%	10,03	19,9%	23,47	34,7%
Outras CGNC	2,64	41,6%	9,73	37,0%	12,22	27,3%	19,37	37,5%	26,15	26,5%	25,94	50,0%	-	-	7,00	50,0%	2,64	41,6%	11,29	17,4%	25,67	31,1%
Outros GL	-	100,0%	-	-	-	-	20,00	50,0%	29,31	27,3%	-	-	-	-	-	-	-	100,0%	20,00	50,0%	29,31	27,3%
Outros GSM	-	-	-	-	-	100,0%	24,00	0,0%	30,80	50,0%	-	-	43,00	0,0%	48,00	50,0%	-	-	24,00	50,0%	40,60	40,0%
Papel	2,47	30,4%	8,32	28,6%	10,46	15,6%	15,78	20,5%	23,18	16,6%	30,65	14,3%	-	-	39,21	28,6%	2,47	30,4%	10,82	13,0%	24,93	17,2%
Petroquímicos sólidos	5,30	60,0%	12,10	33,3%	-	-	20,00	66,7%	32,80	66,7%	-	-	-	-	-	-	5,30	60,0%	14,73	33,3%	32,80	66,7%
Plásticos e suas obras	2,50	23,0%	7,65	17,2%	11,19	7,1%	18,24	13,0%	23,06	14,2%	27,93	20,0%	57,20	0,0%	42,51	14,3%	2,50	23,0%	11,67	9,9%	25,75	14,3%
Pneus, componentes e acessórios de automóveis	2,26	32,0%	6,45	25,6%	11,73	24,2%	12,80	25,2%	19,65	20,7%	29,17	33,3%	-	-	22,03	33,3%	2,26	32,0%	9,71	16,4%	20,46	23,2%
Produtos de higiene e limpeza	2,31	28,1%	8,52	21,2%	12,50	20,7%	18,71	15,9%	21,98	16,0%	19,97	14,3%	-	-	41,67	0,0%	2,31	28,1%	14,18	13,0%	23,09	15,0%
Produtos metalúrgicos	3,01	33,4%	9,20	24,3%	13,14	21,0%	22,15	29,8%	27,08	12,6%	31,57	13,8%	35,05	0,0%	42,93	12,7%	3,01	33,4%	13,55	18,0%	30,19	12,7%
Produtos químicos	2,71	25,1%	9,19	37,3%	14,87	25,8%	21,67	29,2%	27,08	23,1%	36,13	22,2%	32,00	0,0%	45,60	11,8%	2,71	25,1%	13,45	14,7%	30,34	22,0%
Produtos químicos em GL	2,95	26,7%	10,26	19,0%	13,80	33,3%	26,05	41,2%	29,90	31,9%	33,65	14,3%	-	-	54,03	0,0%	2,95	26,7%	15,81	25,0%	31,43	28,7%
Produtos químicos em GS	2,07	0,0%	11,13	33,3%	-	-	2,20	50,0%	31,36	12,5%	36,30	33,3%	-	-	-	-	2,07	0,0%	9,86	18,2%	32,15	16,7%
Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	3,21	27,4%	10,54	21,6%	15,27	38,0%	20,99	36,0%	25,99	13,0%	34,42	8,3%	-	-	46,35	23,1%	3,21	27,4%	12,47	17,9%	30,22	13,2%
Sal	3,13	0,0%	12,18	7,1%	18,68	16,7%	27,77	50,0%	27,22	21,7%	32,63	0,0%	-	-	48,58	0,0%	3,13	0,0%	15,95	11,5%	31,64	12,8%
Soda Cáustica	4,27	25,0%	13,25	33,3%	23,00	50,0%	33,30	0,0%	32,66	33,3%	36,00	16,7%	-	-	49,56	43,8%	4,27	25,0%	16,98	25,0%	38,29	34,8%
Soja	5,30	50,0%	12,15	20,0%	-	-	24,42	0,0%	29,74	31,0%	37,51	26,6%	40,00	0,0%	46,57	20,5%	5,30	50,0%	18,97	0,0%	38,05	26,0%
Suco de laranja	2,47	14,3%	9,04	20,0%	12,20	66,7%	19,15	33,3%	26,33	36,7%	27,47	70,0%	-	-	43,13	50,0%	2,47	14,3%	11,16	31,3%	30,51	46,3%
Trigo	2,00	33,3%	10,88	0,0%	21,10	0,0%	27,29	36,4%	28,90	20,0%	34,06	22,7%	-	-	40,50	0,0%	2,00	33,3%	19,81	22,2%	30,78	20,3%
Veículos automotivos	3,07	32,1%	8,25	29,7%	14,52	24,4%	15,51	29,6%	19,79	31,3%	7,00	0,0%	20,00	0,0%	27,47	0,0%	3,07	32,1%	14,03	22,9%	20,17	27,0%
Vestuário	2,53	25,4%	6,60	21,2%	8,96	3,8%	15,62	13,8%	18,61	7,7%	12,50	0,0%	-	-	32,10	0,0%	2,53	25,4%	10,62	12,0%	21,70	5,7%
Indefinido	1,95	84,4%	7,56	90,5%	10,47	90,1%	16,50	83,8%	23,45	87,4%	27,66	92,1%	-	100,0%	41,33	94,1%	1,95	84,4%	11,15	86,8%	25,06	89,1%

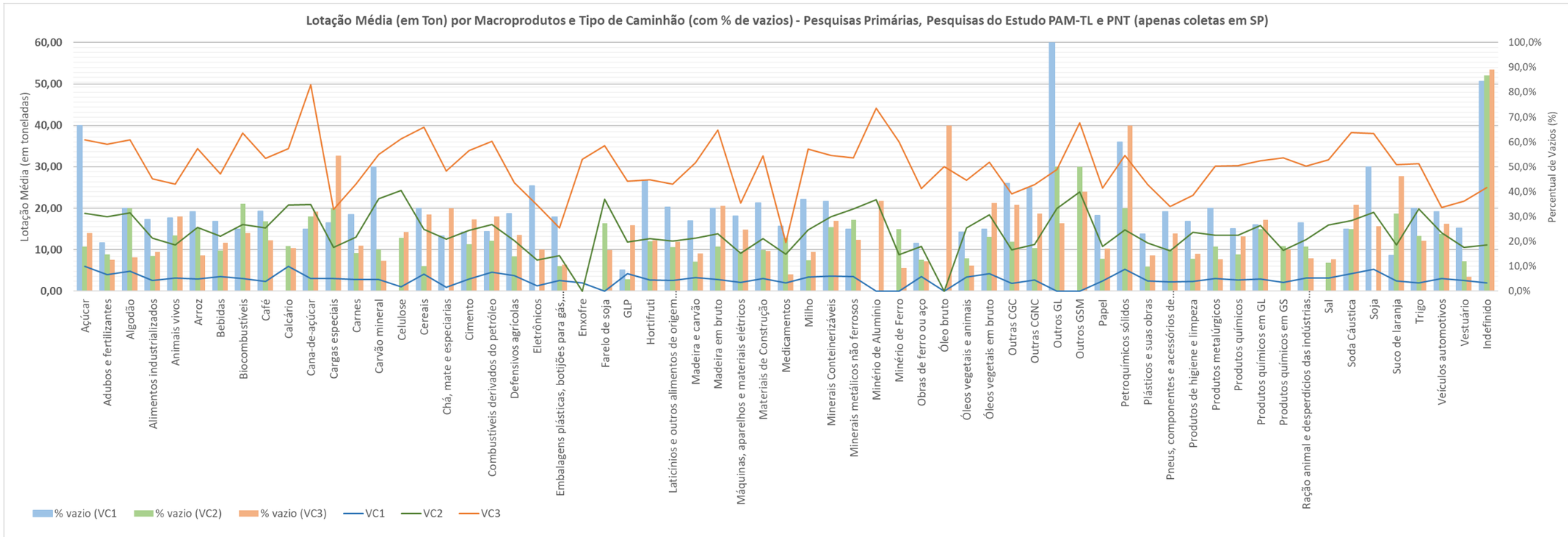


Figura 2-6: Lotação média por macroproduto e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat – Transplan.

Tabela 15. Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

	2 Eixos	3 Eixos	4 Eixos	5 Eixos	6 Eixos	7 Eixos	8 Eixos	9 Eixos	VC1	VC2	VC3	Total
Volume Médio Transportado dos Caminhões Carregados ou Parcialmente Carregados	2,50	8,94	13,48	18,20	25,83	34,34	41,51	43,91	2,50	12,27	30,22	**14,41**
Percentual de Caminhões Vazios	*43,5%*	*42,0%*	*39,2%*	*37,7%*	*32,7%*	*30,7%*	*31,8%*	*31,1%*	*43,5%*	*40,4%*	*32,7%*	*32,5%*

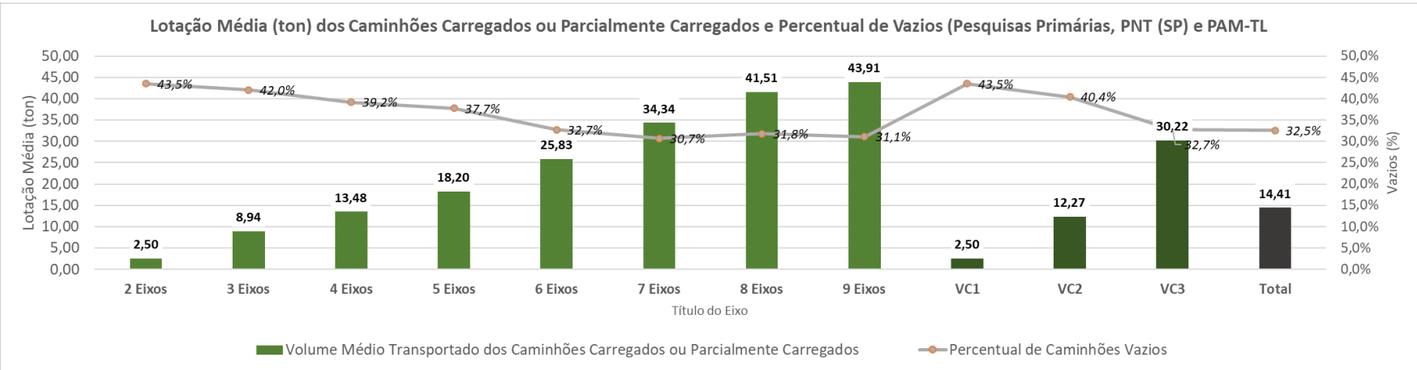


Figura 2-7: Lotação média por eixos e tipo de veículo, com percentuais de vazios (Pesquisas primárias, PAM-TL e PNT – filtrado apenas para SP). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

2.7.3 Resumo dos Fatores de conversão

Com base nos procedimentos e cálculos apresentados, fez-se um resumo geral com os ajustes finais necessários para viabilizar a aplicação prática dos resultados obtidos, no que se refere a probabilidade de utilização de cada tipo de veículo e lotação média por macroproduto.

A consolidação desses resultados é necessária tanto pelas diversas alternativas de análise realizadas, quanto para padronizar os fatores finais que serão utilizados na conversão das matrizes de produtos em toneladas para o modal rodoviário, em veículos.

Para o processo de distribuição da demanda de cada macroproduto entre os diferentes tipos de veículos comerciais, adotou-se os resultados obtidos a partir da amostra considerando as pesquisas primárias e as pesquisas secundárias das fontes: SPI A; SPI B, PAM-TL e PNT (postos em SP).

Para o coeficiente de transformação de toneladas para quantidade de veículos, derivado da lotação média pondera por produto combinado com cada macroproduto, foi consolidado a partir dos cálculos realizados com as fontes primária (PLI-SP) e secundárias , englobando PAM-TL; e PNT (postos em SP).

Na planilha de consolidação, foram realizados ajustes adicionais em função de valores dispersos ou amostras reduzidas, principalmente quando um determinado produto apresentava baixa representatividade em relação a uma classe específica de veículo por conta de amostra reduzida para tal combinação. Esses ajustes foram necessários para garantir que os resultados fossem consistentes e aplicáveis no modelo matemático.

O primeiro ajuste referiu-se à probabilidade de utilização dos macroprodutos por tipo de caminhão. Observou-se que Açúcar, Biocombustíveis, Calcário, Cana-de-açúcar, Celulose, Farelo de Soja e Soja não apresentaram representatividade significativa de transporte em veículos do tipo VC1 (2 eixos), refletindo a natureza operacional dessas cargas. Nesses casos, a probabilidade associada ao VC1 foi anulada, e o percentual correspondente redistribuído proporcionalmente às representatividades obtidas para os tipos VC2 e VC3.

Quanto às lotações médias, duas ponderações foram aplicadas para consolidar os coeficientes finais. Primeiramente, os valores de VC1 foram anulados para os produtos citados acima, visto que não será distribuída demanda por transporte efetiva dessas cargas nessa categoria. Em seguida, ajustaram-se os casos em que não foi possível estimar uma lotação média devido à ausência de amostra representativa ou à presença significativa de veículos vazios. Nessas situações, optou-se por utilizar as médias ponderadas gerais por tipo de veículo (VC1, VC2 e VC3) para preencher essa lacunas, assegurando maior coerência nos resultados.

Por fim, a Tabela 16 resume os resultados ajustados conforme descrito. Os valores de lotação no qual foram utilizadas as médias ponderadas gerais estão destacadas em verde.

Tabela 16. Resumo dos fatores de conversão das matrizes em toneladas para veículos Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

Macroprodutos PLI-SP	Probabilidade por Tipo de Veículo			Lotação Média (toneladas)		
	VC1	VC2	VC3	VC1	VC2	VC3
Açúcar	-	17%	83%	-	18,7	36,5
Adubos e fertilizantes	11%	27%	62%	4,0	18,0	35,4
Algodão	7%	20%	73%	4,9	19,0	36,5
Alimentos industrializados	49%	31%	20%	2,6	12,8	27,1
Animais vivos	33%	46%	21%	3,2	11,1	25,9
Arroz	13%	34%	53%	2,9	15,3	34,3
Bebidas	43%	33%	24%	3,5	13,2	28,3
Biocombustíveis	-	18%	82%	-	16,0	38,2
Café	27%	29%	44%	2,4	15,3	32,0
Calcário	-	20%	80%	-	20,8	34,4
Cana-de-açúcar	-	14%	86%	-	20,9	49,8
Cargas especiais	32%	50%	18%	3,1	10,5	19,7
Carnes	44%	26%	30%	2,8	13,0	25,8
Carvão mineral	17%	19%	64%	2,8	22,3	33,0
Celulose	-	18%	82%	-	24,2	36,8
Cereais	8%	52%	40%	4,2	14,9	39,6
Chá, mate e especiarias	43%	48%	9%	0,9	12,6	29,0
Cimento	12%	39%	49%	3,0	14,6	34,0
Combustíveis derivados do petróleo	18%	36%	46%	4,6	16,1	36,2
Defensivos agrícolas	24%	38%	38%	3,7	12,2	26,1
Eletrônicos	64%	31%	5%	1,3	7,5	20,7
Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro	37%	50%	13%	2,5	8,6	15,2
Enxofre	11%	18%	71%	2,0	12,3	31,8
Farelo de soja	-	9%	91%	-	22,2	35,1
GLP	27%	35%	38%	4,3	11,8	26,5
Hortifruti	46%	41%	13%	2,7	12,7	26,9
Laticínios e outros alimentos de origem animal	39%	37%	24%	2,6	12,1	25,9
Madeira e carvão	33%	41%	26%	3,3	12,8	31,0
Madeira em bruto	10%	31%	59%	2,8	13,9	38,9
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	49%	37%	14%	2,2	9,1	21,3
Materiais de Construção	32%	51%	17%	3,0	12,7	32,6
Medicamentos	63%	31%	6%	1,9	8,9	11,7
Milho	6%	15%	79%	3,4	14,8	34,3
Minerais Conteinerizáveis	14%	56%	30%	3,6	18,0	32,7
Minerais metálicos não ferrosos	26%	30%	44%	3,6	19,9	32,1
Minério de Alumínio	28%	39%	33%	2,5	22,1	44,1
Minério de Ferro	13%	25%	62%	2,5	8,8	36,0
Obras de ferro ou aço	36%	48%	16%	3,5	10,8	24,7
Óleo bruto	19%	36%	45%	2,5	12,3	30,0
Óleos vegetais e animais	28%	41%	31%	3,4	15,2	26,7
Óleos vegetais em bruto	7%	33%	60%	4,2	18,5	31,1
Outras CGC	52%	35%	13%	1,9	10,0	23,5
Outras CGNC	53%	35%	12%	2,6	11,3	25,7
Outros GL	16%	35%	49%	2,5	20,0	29,3
Outros GSM	21%	48%	31%	2,5	24,0	40,6
Papel	35%	45%	20%	2,5	10,8	24,9
Petroquímicos sólidos	27%	42%	31%	5,3	14,7	32,8
Plásticos e suas obras	40%	47%	13%	2,5	11,7	25,7
Pneus, componentes e acessórios de automóveis	53%	37%	10%	2,3	9,7	20,5
Produtos de higiene e limpeza	42%	39%	19%	2,3	14,2	23,1
Produtos metalúrgicos	30%	42%	28%	3,0	13,6	30,2
Produtos químicos	26%	37%	37%	2,7	13,5	30,3
Produtos químicos em GL	12%	27%	61%	3,0	15,8	31,4
Produtos químicos em GS	12%	27%	61%	2,1	9,9	32,2
Ração animal e desperdícios das indústrias alimentares	25%	50%	25%	3,2	12,5	30,2
Sal	13%	34%	53%	3,1	16,0	31,6
Soda Cáustica	6%	19%	75%	4,3	17,0	38,3
Soja	-	9%	91%	-	19,0	38,0
Suco de laranja	8%	18%	74%	2,5	11,2	30,5
Trigo	7%	24%	69%	2,0	19,8	30,8
Veículos automotivos	18%	70%	12%	3,1	14,0	20,2
Vestuário	64%	29%	7%	2,5	10,6	21,7

3 Considerações Finais e Próximos Passos

O relatório D4-2 apresentou a consolidação das matrizes multimodais do ano-base do PLI-SP 2050, estruturando a base para a modelagem dos fluxos de cargas e de passageiros. No presente relatório, o Consórcio integrou dados secundários e primários, revisou a compatibilidade entre fontes e promoveu ajustes metodológicos voltados à padronização de classificações, zonas e unidades de análise.

A avaliação das fontes secundárias indicou o Plano Nacional de Logística 2050 (PNL-2050) como principal referência metodológica, complementada por bases regionais — como o Projeto Big Data, o Plano de Ação Metropolitana de Transporte e Logística (PAM-TL) e os estudos de concessões rodoviárias —, que foram incorporadas para aprimorar a representatividade espacial e modal. As comparações entre bases mostraram a necessidade de ajustes na classificação de macroprodutos, resultando na reestruturação das categorias de carga para refletir as cadeias produtivas e fluxos efetivos do estado. Essa revisão contemplou a individualização de produtos de destaque, como suco de laranja, óleos vegetais, cana-de-açúcar e produtos químicos, bem como a reorganização dos granéis sólidos e líquidos e a inclusão de cargas minerais e petroquímicas.

A análise identificou lacunas modais relevantes, especialmente nos fluxos dutoviários e ferroviários, em razão da ausência de registros da rede Logum (etanol) e da sub-representação de granéis gasosos. Essas limitações reforçaram a necessidade de complementação das matrizes com dados operacionais de agentes setoriais e concessionárias. O processo de validação cruzada com bases oficiais — IBGE, RAIS, Comex Stat e registros administrativos — buscou promover coerência entre produção, movimentação e fluxos transportados, permitindo a correção de inconsistências e a calibração preliminar das matrizes.

Os levantamentos primários em rodovias forneceram parâmetros fundamentais à conversão de toneladas em veículos, por meio da identificação de padrões de número de eixos, tipos de carroceria, níveis de carregamento e proporção de viagens em vazio. Essas informações subsidiaram a definição dos fatores de transformação e a estruturação das matrizes operacionais compatíveis com o modelo no VISUM.

Para o transporte de passageiros, foi desenvolvida a estrutura preliminar da matriz multimodal, resultante da integração de fontes de natureza diversa, com a definição das bases mais adequadas a cada modo de transporte. Essa matriz constitui a referência para a representação dos deslocamentos intra e interestaduais, devendo ser refinada com base nos dados complementares de demanda e oferta.

Os próximos passos compreendem a finalização das matrizes por modal e a consolidação da matriz integrada do ano-base, incorporando a reconciliação das origens e destinos por zona, macroproduto e motivo. Na sequência, serão realizadas as etapas de calibração e validação no ambiente VISUM, confrontando os resultados com os dados volumétricos (VDM/VMDA), registros de pedágio e sistemas automáticos de tráfego. As entrevistas com embarcadores, transportadores e operadores logísticos serão integradas às rotinas de modelagem, possibilitando o ajuste dos parâmetros comportamentais, das rotas e das lotações médias observadas.

O processo subsequente incluirá ainda o refinamento do zoneamento em áreas portuárias, aeroportuárias e corredores de transbordo, a revisão dos fatores sazonais e a documentação dos parâmetros calibrados. Esses resultados comporão a base de entrada para o Produto D-8, dedicado à rede de simulação e à avaliação de cenários, gargalos e alternativas de investimento logístico para o Estado de São Paulo.

4 APÊNDICES

Apêndice A: Levantamento e Análise dos Dados Secundários Existentes

A Levantamento e Análise dos Dados Secundários Existentes

A.1 Mapeamento das Fontes de Dados

Uma das primeiras atividades conduzidas pela equipe técnica do Consórcio responsável pela elaboração do PLI 2050 foi o mapeamento de fontes e bases de dados relevantes ao estudo. Essa etapa foi fundamental para garantir a robustez das análises a serem desenvolvidas, assegurando a disponibilidade de dados de qualidade para subsidiar as atividades de diagnóstico, modelagem e projeção de demandas.

A identificação dessas fontes contempla tanto dados socioeconômicos, oriundos de instituições de referência como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e outros institutos de pesquisa regionais, quanto dados específicos sobre infraestrutura, tráfego e movimentação de cargas e passageiros.

A seguir, apresenta-se uma lista não exaustiva das principais fontes e respectivas informações que foram relacionadas até então para o PLI SP. Essas fontes tiveram seus dados obtidos por meio de consultas públicas em suas plataformas digitais e/ou foram indicadas ao Contratante para solicitação formal de informações adicionais.

- **Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP):**

1) Sobre as rodovias concedidas do Estado de SP:
   a. descrição da capacidade por trecho de rodovia com km inicial e final (quantidade de faixas por sentido em pistas duplicadas e terceiras faixas em pista simples);
   b. ano de início e término de cada concessão, considerando acordos de aditivo de prazo contratual;
   c. cronograma das principais obras de ampliação que já estão previstas, considerando o tipo, rodovia, km inicial e final, ano de início e de conclusão. Arquivo em kmz ou shapefile da obra, para o caso de prolongamentos, grandes dispositivos com alças, viadutos e outras grandes obras sem identificação direta com o km inicial e final nas rodovias existente;
   d. informações de obras não previstas nos contratos iniciais que já estejam aprovadas ou em estudo, considerando os Termos Aditivos e Modificativos (TAM);
   e. resultados em planilha eletrônica da Pesquisa de Origem/Destino e de Preferência Declarada de automóveis e caminhões realizada pela *Internacional Finance Corporation* (IFC), para fins de estudo do lote Piracicaba-Panorama (2014-15).
   f. Camada georreferenciada da malha rodoviária estadual concessionada do Estado de São Paulo;
   g. Camada georreferenciada de pontos e áreas críticas de acidentes na malha rodoviária estadual concessionada (se houver).

2) Sobre o sistema aeroviário:
   a. dados de movimentação dos aeroportos concedidos pelo Estado de SP, considerando: passageiros, cargas e serviços, para os últimos anos;
   b. informações sobre os principais investimentos e cronograma (Plano de Gestão de Investimentos);
   c. relatórios do estudo desenvolvido pela IOS Partners para a concessão dos 22 aeroportos paulistas.

3) Sobre o transporte coletivo sobre rodas – ônibus intermunicipais:
   a. linhas e volumes transportados pelo transporte coletivo intermunicipal de passageiros nos últimos anos (idealmente, 10 anos), considerando:
      i. quadro informativo operacional mensal;

ii. dados de operação das linhas metropolitanas (EMTU);
iii. dados dos veículos para fretamento.

b. estudos de novas linhas e demanda estimada – informações ou relatórios do PCM - Plano de Corredores Metropolitanos;

4) Sobre o Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) da Baixada Santista: informações operacionais do VLT e do respectivo projeto de expansão (traçado, estações, demanda, capacidade, previsão de início e fim);

5) Sobre o transporte coletivo sobre trilhos – Metrô (Companhia do Metropolitano de São Paulo) e trens concedidos:

a. das linhas em operação - dados de movimentação mensal (preferencialmente, desde o início da operação de cada linha até a data atual) em planilha editável, considerando:
i. entrada de passageiros por estação;
ii. entrada de passageiros pelas linhas de bloqueio; e
iii. passageiros transportados por linha.

b. relatórios que apresentem os indicadores de desempenho operacional e pesquisas de satisfação (últimos anos):
i. das linhas em construção;
ii. traçados das linhas em estação em kmz ou shapefile;
iii. informações sobre a operação do sistema (tipo e capacidade dos trens, intervalo entre trens etc.);
iv. avanço das obras e previsão do início da operação por estação.

6) Sobre a demanda de tráfego nas rodovias concedidas:

a. Dados estatísticos de demanda (veículos e passageiros); volumes de tráfego pedagiado e registrados em laços instalados nas rodovias estaduais concedidas;

b. Dados de pesquisas de tráfego (contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino, pesquisas de velocidade, dados de acidentes, dados de equipamentos de fiscalização eletrônica, dados de equipamentos analisadores de tráfego (SAT), câmeras de monitoramento do trânsito etc.) nas rodovias estaduais concessionadas do estado de São Paulo, incluindo programação de execução de novas pesquisas de tráfego previstas pelas Concessionárias. Os dados, se possível, devem ter toda a caracterização do local da contagem (id do posto, rodovia, trecho, km do posto, município, UF, situação do posto (ativo/desativado), tipo de pavimento, ano da contagem, data de início da contagem, data de fim da contagem, órgão executor, coordenadas da localização do posto, dados da contagem de tráfego (ex: número de veículos, faixa, velocidade, sentido, classificação do veículo, número de eixos, comprimento do veículo etc.), com respectivas bases cartográficas.

- **Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC):** Dados estatísticos do transporte aéreo de passageiros e cargas.

- **Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), e, se necessário, operadores portuários privados:** Dados sobre transporte por cabotagem e utilização da infraestrutura portuária localizada no Estado de São Paulo;

- **Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT):**

1) Dados de pesquisas de tráfego (contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino, pesquisas de velocidade, dados de acidentes, dados de equipamentos de fiscalização eletrônica, dados de equipamentos analisadores de tráfego (SAT), câmeras de monitoramento do trânsito etc.) nas rodovias federais concessionadas do estado de São Paulo, incluindo programação de execução de pesquisas de tráfego previstas pela ANTT. Os dados devem ter, se possível, toda a caracterização do local da contagem (id do posto, rodovia, trecho, km do posto, município, UF, situação do posto (ativo/desativado), tipo de pavimento, ano da contagem, data de início da contagem, data de fim da contagem, órgão executor, coordenadas da localização do posto, dados

da contagem de tráfego (ex: número de veículos, faixa, velocidade, sentido, classificação do veículo, número de eixos, comprimento do veículo etc.), com respectivas bases cartográficas;

2) Camadas georreferenciadas da malha rodoviária federal concessionada do Estado de São Paulo e de pontos e áreas críticas de acidentes nessa malha (se houver);

3) Caracterização do sistema viário existente e projetado sob administração da ANTT, com todas as informações necessárias (com respectivas bases cartográficas) para a caracterização dos trecho, cálculo da capacidade e NDS e saídas do modelo: rodovia; descrição do trecho; tipo de pavimento; jurisdição; extensão; km início; km fim; relevo; número de faixas e larguras; existência de canteiros centrais, divisórias e New Jerseys (e respectivas larguras); acostamentos e larguras; número de acessos; rampas; aclives e declives; % de ultrapassagem; velocidade; restrições de trânsito; espessura das camadas dos pavimentos; entre outras informações que caracterizem a rede;

4) Dados abertos de passageiros do Sistema MONITRIIP;

5) Dados mensais de movimentação ferroviária por estação e produto, expressos em toneladas úteis (TU) e tonelada-quilômetro útil (TKU).

- **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil (ANP) e operadores públicos e privados de dutovias:** dados sobre origens, destinos e volumes de produtos movimentados por meio de dutos;

- **Autoridade Portuária – Porto de Santos (APS)**: dados estatísticos da movimentação de cargas no Porto de Santos;

- **Autoridade Portuária – Porto de São Sebastião (APSS)**: dados estatísticos da movimentação de cargas no Porto de São Sebastião;

- **Centro de Estudos da Metrópole (CEM)**: Base de infraestrutura de transporte georreferenciada, incluindo a Base Cartográfica Digital Georreferenciada da Malha Rodoviária da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP);

- **Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM)**: informações de novos projetos e relatórios históricos e recentes com dados estatísticos da movimentação de passageiros de trens metropolitanos e trens turísticos;

- **CONCAIS S.A. Terminal Marítimo de Passageiros**: Estatísticas do Terminal Marítimo de Passageiros Giusfredo Santini – Santos;

- **Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER-SP):**

1) Dados estatísticos de demanda (veículos e passageiros), número de sinistros, áreas de riscos;

2) Dados de pesquisas de tráfego (contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino, pesquisas de velocidade, dados de acidentes, dados de equipamentos de fiscalização eletrônica, dados de equipamentos analisadores de tráfego (SAT), câmeras de monitoramento do trânsito etc.) nas rodovias estaduais de SP, incluindo programação de execução de novas pesquisas de tráfego previstas pelo DER-SP. Os dados devem ter toda a caracterização do local da contagem (id do posto, rodovia, trecho, km do posto, município, UF, situação do posto (ativo/desativado), tipo de pavimento, ano da contagem, data de início da contagem, data de fim da contagem, órgão executor, coordenadas da localização do posto, dados da contagem de tráfego (ex: número de veículos, faixa, velocidade, sentido, classificação do veículo, número de eixos, comprimento do veículo etc.), com respectivas bases cartográficas;

3) Camadas georreferenciadas da malha rodoviária estadual do Estado de São Paulo e de pontos e áreas críticas de acidentes nessa malha (se houver);

4) Caracterização do sistema viário existente e projetado (SRE/SP, novos projetos e rodovias municipais e federais que não foram listadas no SRE/SP), com todas as informações necessárias (com respectivas bases cartográficas) para a caracterização dos trecho, cálculo da capacidade e NDS e saídas do modelo: rodovia; descrição do trecho; tipo de pavimento; jurisdição; extensão; km início; km fim; relevo; número de faixas e larguras; existência de canteiros centrais, divisórias e New Jerseys (e respectivas larguras); acostamentos e larguras; número de acessos; rampas; aclives e declives; % de ultrapassagem; velocidade; restrições de trânsito; espessura das camadas dos pavimentos; entre outras informações que caracterizem a rede;

5) Dados das câmeras de monitoramento, pedágios, radares, condições das rodovias e balanças monitoradas pela Central de Operações e Informações do DER-SP.

- **Departamento Hidroviário (DH), Administração da Hidrovia do Paraná e operadores:**

1) Informações sobre a movimentação de cargas na Hidrovia Tietê-Paraná (trechos localizados no território paulista);

2) Dados complementares obtidos por meio de contato direto com operadores logísticos e terminais hidroviários.

- **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT):**

1) Dados de pesquisas de tráfego (contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino, pesquisas de velocidade, dados de acidentes, dados de equipamentos de fiscalização eletrônica, dados de equipamentos analisadores de tráfego (SAT), câmeras de monitoramento do trânsito etc.), realizados para novos projetos ou Programas do DNIT, tais como os dados do Pesquisa Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT), Programa Nacional de Controle Eletrônico de Velocidade (PNCV) e Pesquisa Nacional de Tráfego (PNT). Inclui-se aí a programação de execução de novas pesquisas de tráfego previstas pelo DNIT. Os dados devem ter, se possível, toda a caracterização do local da contagem (id do posto, rodovia, trecho, km do posto, município, UF, situação do posto (ativo/desativado), tipo de pavimento, ano da contagem, data de início da contagem, data de fim da contagem, órgão executor, coordenadas da localização do posto, dados da contagem de tráfego (ex: número de veículos, faixa, velocidade, sentido, classificação do veículo, número de eixos, comprimento do veículo etc.), com respectivas bases cartográficas;

2) Camadas georreferenciadas da malha rodoviária federal do Estado de São Paulo e de pontos e áreas críticas de acidentes nessa malha (se houver);

3) Caracterização do sistema viário existente e projetado sob administração do DNIT, com todas as informações necessárias (com respectivas bases cartográficas) para a caracterização dos trecho, cálculo da capacidade e NDS e saídas do modelo: rodovia; descrição do trecho; tipo de pavimento; jurisdição; extensão; km início; km fim; relevo; número de faixas e larguras; existência de canteiros centrais, divisórias e New Jerseys (e respectivas larguras); acostamentos e larguras; número de acessos; rampas; aclives e declives; % de ultrapassagem; velocidade; restrições de trânsito; espessura das camadas dos pavimentos; entre outras informações que caracterizem a rede.

- **INFRA S.A.**: Planos Nacionais de Logística (PNL 2025, PNL 2035, PNL 2050 – Para comparativo histórico), com matrizes de cargas construídas a partir de Big Data de notas fiscais eletrônicas, métodos, mapas e relatórios;

- **Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) / Secretaria de Comércio Exterior (SECEX)**: Dados estatísticos sobre movimentação de cargas nas operações de comércio exterior;

- **Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado de São Paulo**: pesquisas de tráfego (contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino, pesquisas de preferência declarada etc.) realizadas para projetos de concessão rodoviária no estado de São Paulo;

- **Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL) do Estado de São Paulo / Subsecretaria de Logística e Transportes (SLT):**

  1) Inventário de Emissões do Transporte Regional (2023);
  2) PAM-TL 2040 – Plano de Ação de Transporte e Logística para a Macrometrópole Paulista;
  3) PAC 2050 – Plano de Ação Climática e Desenvolvimento Sustentável para o Estado de São Paulo;
  4) PEE 2050 – Plano Estadual de Energia;
  5) Projeto Big Data (2022) – contendo matrizes de viagens rodoviárias regionais com desagregação por tipo de veículo (passeio, comercial leve e comercial pesado) e por tipo de dia (útil, fim de semana e feriado);
  6) ZEE-SP – Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo;
  7) Estatísticas de movimentação de veículos e passageiros em travessias hidroviárias, contendo: a) as movimentações de veículos e passageiros das 14 travessias em análise para os anos de 2020 a 2024; e b) a base de dados por produto que deu origem aos gráficos apresentados no site da SEMIL[4] sobre a movimentação de cargas na hidrovia Tietê-Paraná, que permitam verificar a sazonalidade mensal da movimentação para os diversos fluxos de produtos transportados e seus portos de origem e destino. Se não for possível para todo o período do gráfico, seria importante termos os dados para o período 2020 a 2024.

- **Secretaria de Parcerias em Investimentos (SPI) do Estado de São Paulo**: pesquisas de tráfego (contagens de tráfego, pesquisas de origem e destino, pesquisas de preferência declarada etc.) realizadas para projetos de concessão rodoviária no estado de São Paulo;

- **Secretaria de Transportes e Mobilidade Urbana de São Paulo (SUCOL)**: dados estatísticos do transporte coletivo intermunicipal de passageiros.

- **Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN)**: Informações do Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST) para o Estado de São Paulo.

A.2 Organização e Armazenamento dos Dados Levantados

Com o objetivo de centralizar e estruturar todas as informações relevantes ao projeto e facilitar a gestão dessas informações e o compartilhamento entre os membros da equipe técnica e o Contratante, foi criada uma Base de Conhecimento do PLI 2050 onde todos os dados recebidos e levantados estão sendo armazenados.

Assim, o acervo com o material produzido para a elaboração do Produto D-4 será disponibilizado nessa Base, sendo que, ao final do projeto, esta base reunirá, de forma sistemática e acessível, todos os documentos, bases de dados, pesquisas, relatórios e demais insumos utilizados ou produzidos no decorrer dos trabalhos.

Essa Base de Conhecimento está sendo estruturada segundo uma hierarquia lógica e padronizada de pastas, estando a sua operacionalização realizada com o uso da plataforma digital Microsoft SharePoint, que possui funcionalidades robustas de colaboração e controle de versões, sendo ideal para armazenar, gerenciar e compartilhar documentos e conteúdos entre equipes. O SharePoint possui dois níveis de acesso rápido: um para coordenação e outro para a operação, conforme verifica-se na Figura 2-1.

[4] https://semil.sp.gov.br/htp/hidrovia-tiete-parana/carga-transportada/.

Figura A-1: Página de Acesso ao SharePoint. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

Os dados entre as equipes estão sendo armazenados no nível operacional, sendo que aqueles que foram obtidos das fontes listadas anteriormente, bem como de outras fontes que se mostraram pertinentes no decorrer dos estudos até o momento realizados para o PLI 2050, estão relacionados nas pastas INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO CLIENTE.

A.3 Análise das Fontes de Dados

Para as análises realizadas foram considerados dados, estudos e projetos com levantamentos de informações de demanda do transporte de carga e passageiros no estado de São Paulo – nos âmbitos estadual, federal e municipal – obtidos das fontes levantadas nas etapas anteriores e atual do presente estudo, que foram disponibilizadas no SharePoint.

Todos os dados, estudos e projetos levantados foram analisados, sendo selecionados aqueles com informações mais atualizadas e alinhadas com os objetivos do PLI 2050.

Os resultados da análise das fontes selecionadas estão apresentados no arquivo "Análise Fontes Secundárias.xlsx" disponível no SharePoint e encaminhado Anexo a este documento. Nesse arquivo, os dados com potencialidade de uso como matriz origem-destino base dos estudos tiveram uma análise metodológica mais aprofundada, sendo agrupados em guias separadas para o uso na modelagem de cargas ou pessoas.

Nesse caso, para cada fonte foram analisadas as seguintes informações: fonte, nome e ano do estudo; região de abrangência e região de foco; objetivo do estudo; zoneamento; modais considerados; tipo de dado; formato do dado; matrizes apresentadas; unidade das matrizes; ano ou período dos levantamentos; método utilizado para os levantamentos; postos de pesquisa; ano de referência (base) do estudo; método utilizado para a obtenção das matrizes; limitações do estudo, aplicação no estudo do PLI 2050 e observações sobre as matrizes.

Por sua vez, os dados a serem utilizados para validação, complementação ou calibração das matrizes foram listados em guia separada, por modal, sendo apresentada uma visão geral desses estudos, com a identificação das seguintes informações: nome da fonte; etapa (matriz modal carga, matriz modal pessoas, ou ambas); modal relacionado; tipo de dado; link ou endereço no repositório de dados do Consórcio com essa informação; período de coleta de dados; ano de publicação; descritivo dos dados; propósito dos dados; avaliação da informação para a construção da matriz modal e observações complementares.

A Tabela A-1 apresenta os dados das fontes analisadas.

Tabela A-1. Análise das Fontes para a Matriz Origem-Destino Base de Cargas (pg. 1). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

ID	FONTE DO ESTUDO	NOME DO ESTUDO	ANO DO ESTUDO	ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	REGIÃO DE FOCO	OBJETIVO DO ESTUDO	ZONEAMENTO	MODAIS CONSIDERADOS	TIPO DE DADO	FORMATO DO DADO	MATRIZES	UNIDADE DA MATRIZ	ANO OU PERÍODO DOS LEVANTAMENTOS	MÉTODO UTILIZADO PARA OS LEVANTAMENTOS	POSTOS DE PESQUISA	ANO BASE
1	**Ministério dos Transportes (PIT), INFRA S.A.**	**Plano Nacional de Logística - PNL-2050**	2023-2025	Nacional	Brasil	O PNL é um instrumento do Estado Brasileiro que visa lançar um olhar para as necessidades e oportunidades atuais e futuras dos subsistemas de transporte do país, recomendando estudos de novas infraestruturas e a melhoria em infraestruturas existentes no âmbito do Planejamento Setorial. Este Plano faz parte do conceito de Planejamento Integrado de Transportes - PIT, 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.	5.589 zonas que consideram todos os 5.570 municípios do Brasil e 19 Zonas Externas (Oceania-Austrália; Ásia-África-Países Árabes; Ásia; África; Europa; América do Norte; América Central; Venezuela; Guiana; Guina Francesa; Suriname; Colômbia; Peru; Equador; Bolívia; Chile; Uruguai; Paraguai; e Argentina).	Rodoviário, Ferroviário, Hidroviário, Aeroviário, Dutoviário, Portuário e Aeroportuário	Matrizes origem-destino de transporte inter-regional de cargas (MOD Cargas)	Quantidade total de carga movimentada entre duas zonas de tráfego (pares OD), por produto	43 matrizes (produtos) por cenário: base (2017), referencial (2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050) e transformador (2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050) = **559 matrizes**	Toneladas	2019	**Levantamento de fontes secundárias:** as matrizes origem-destino de cargas utilizam as seguintes fontes de dados, com ano de referência de **2019**, a fim de cobrir a maioria das movimentações de cargas do país: **a.** Conjunto de dados de **Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e)**, da Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB), que cobre grande parte da movimentação doméstica de cargas do país; **b. Microdados de comércio exterior do Comex Stat**, desagregados por município e SH4 (composto pelos 4 primeiros dígitos da NCM) disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC); **c. Microdados de movimentação portuária**, disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq); **d.** Informações sobre **movimentação de minério de ferro**, geradas a partir do Sistema de Acompanhamento do Desempenho Operacional das Concessionárias (SIADE) e disponibilizadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT); **e.** Informações sobre de **movimentações de Granéis Líquidos (GL)** por dutos longos da Petrobras Transporte SA (Transpetro). Além disso, foram utilizadas tabelas secundárias no tratamento dos dados: f. Lista de municípios da Comex Stat, disponibilizados publicamente; g. Lista de instalações portuárias, disponibilizados publicamente; h. Lista de municípios pertencentes a arranjos populacionais, disponibilizada publicamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).	-	2023
2	**SEMIL**	**Estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo: Projeto "BIG DATA"**	2021-2023	Estadual (SP)	Estado de São Paulo	O projeto tem como objetivo consolidar e registrar procedimentos metodológicos utilizados para desenvolvimento das atividades de calibração de matrizes origem-destino, utilizando tecnologias de big data e bases de dados de grande volume, em particular as bases de dados de movimentação de telefonia celular.	Obteve dados para todas as 910 zonas, incluindo aquelas fora do estado de São Paulo, sendo o zoneamento no estado de São Paulo feito por município, nos estados limítrofes por microrregião e no restante do Brasil por mesorregião.	Rodoviário	Matrizes origem-destino de viagens de veículos (passeio e carga)	Quantidade total de viagens de veículos (passeio, leves e pesados) entre duas zonas de tráfego (pares OD), por regime de atividade (dia útil, fim de semana e feriado)	9 matrizes (tipo de veículo x tipo de data)	Viagens por tipo de veículo para o regime de atividade	2019-2020	Levantamento de Big Data de Telefonia Móvel (Operadora Vivo, 2019) e dados complementares de praças de pedágio (ARTESP e ANTT) e do IBGE (população e empregos formais)	-	2019
3	**SEMIL**	**Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL**	2018-2021	Estadual (SP)	Regiões Metropolitanas	Elaboração de uma solução multidisciplinar e integrada para as questões críticas de transporte e logística, de passageiros e de carga, na Macrometrópole Paulista, delimitada pela Região Metropolitana de São Paulo e as quatro outras regiões metropolitanas que a circundam: Campinas, Sorocaba, Baixada Santista e São José dos Campos, para propiciar aumento da eficiência socioeconômica e ambiental da ação governamental nos campos afins do transporte de passageiros e da logística de cargas na MMP e a racionalização do uso dos recursos públicos correspondentes.	O zoneamento de tráfego possui 2060 zonas de tráfego, sendo: 12 zonas internacionais representando países que possuem fronteira com o Brasil; 494 zonas externas ao estado de São Paulo, representando as microrregiões definidas pelo IBGE em 2010; na área que compreende o estado de São Paulo o zoneamento foi definido a nível municipal, sendo uma zona por município; na área da Macrometrópole foram utilizadas as divisões de estudos de pesquisa Origem-Destino residencial realizadas, compreendendo a Região Metropolitana de Campinas com 186 zonas (2011), Região Metropolitana da Baixada Santista com 213 zonas (2007), Região Metropolitana de São Paulo com 460 zonas (2007), São José dos Campos com 55 zonas (2011) e Sorocaba com 59 zonas (2013). Além das regiões metropolitanas citadas, a cidade de Jundiaí foi subdividida em 7 zonas definidas no Conselho Municipal de Políticas Territoriais (CMPT).	**Rodoviário** (Automóveis, ônibus rodoviário, ônibus fretado, e caminhões) e **cenários futuros** com análises também de outros modais: **ferroviário** (trem intercidades, expresso carga e ferroanel), portuário (Santos), **aeroportuário** (Guarulhos, Viracopos, Congonhas e novo aeroporto) e **dutoviário** (duplicação).	Matrizes diárias de veículos (veículos/dia) e cargas (tonelada/dia) – ano 2018, sendo os caminhões e a carga classificados por tipo de setor do produto (fabricação de bens de consumo, fabricação de bens de capital, atacado de bens de consumo, atacado de bens de capital e outros), diferenciado nas viagens de veículos os veículos carregados daqueles vazios. Matriz Diária de Dutovias (2017, em m^3 a 20°) e de Ferrovias (2018, em TU, por tipo de produto)	Origem | Destino | Quantidade (Veículos/Dia ou Toneladas/Dia)	60 matrizes de veículos (veículos/dia), 31 matrizes de carga (tonelada/dia), 1 matriz dutovias (2017, m^3/dia a 20°), 10 matrizes ferrovias (2018, TU). (Ano Base e Projeções para 2020, 2032 e 2040)	Veículos/dia, toneladas/dia, m^3/dia ou TU/dia.	2018 (Todas as pesquisas com exceção das pesquisas nos aeroportos que foram realizadas entre 28/03 e 18/04/2019)	Para o transporte de carga foram realizadas pesquisas de CVC nas rodovias e nas ferrovias. Foram realizadas entrevistas OD para cargas (principais rodovias estaduais e federais dos cinco vetores de desenvolvimento e em determinados trechos rodoviários para estudos específicos (Rod. D. Pedro I, em Campinas, e nas rodovias Anchieta e Raposo Tavares, no município de São Paulo). Foram realizadas, também, entrevistas ODs e PDs com diversos embarcadores de carga (rodoviário, ferroviário e hidroviário) no escritório de suas empresas, onde foram obtidos dados de OD predominantes de suas operações e de suas preferências no transporte de cargas.	(A) 67 postos CVC em rodovias, vias urbanas, pontos de ônibus fretado e em ferrovias; e (B) 38 postos OD e PD: em rodovias ou vias urbanas [15 c/OD (passag. e carga) e PD, 02 c/OD e PD passag., e 06 c/OD passag. e carga (s/PD)]; 04 ônibus fretados; 07 ônibus rodoviários; e 04 em aeroportos.	2018

Tabela A-1. Análise das Fontes para a Matriz Origem-Destino Base de Cargas (pg. 2). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

NOME DO ESTUDO	MÉTODO UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DAS MATRIZES						
		Passos para o Tratamento dos Dados					
	Níveis de Agregações	NF-e	Comex Stat	Movimentação Portuária	Movim. ferroviária de minério de ferro	Movimentação dutoviária	Tratamento de Transbordos
Plano Nacional de Logística - PNL-2050	**Espacial:** a metodologia do PIT abarca toda a rede de transportes nacional voltada ao deslocamento de cargas e pessoas entre os 5.570 municípios do Brasil, além das zonas externas ao país. **Temporal:** as matrizes OD são agregadas anualmente, porém foi realizado um tratamento da sazonalidade dos produtos. **Demanda:** agregação das cargas em macroprodutos e grupos de carga. A fonte original de dados, tipifica as cargas em termos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Como a granularidade do NCM e muito alta para fins de planejamento logístico nacional, optou-se por agrupamentos em macroprodutos e grupos de carga.	**Passo 1:** Os dados das NF-e foram limpos, em conformidade com a metodologia do IPEA, removendo itens que não implicam em movimentação física - que poderiam superestimar os volumes em circulação no país - e invertendo, quando cabível, as ODs para corrigir distorções de fluxos. **Passo 2:** os CNAE do emitente e destinatário foram agregados em produtor, atacado ou varejo. Essa informação é relevante para que seja identificado o elo da cadeia produtiva em que se encontra aquela operação, o que influencia o preço do produto e o processo de tratamento de transbordos. Passo 3: Foi realizado um levantamento dos preços para associar a cada possível SH2, SH4 e NCM um valor monetário da unidade, sendo que esses preços variam em função do emitente ser um produtor, atacadista ou varejista. A divisão do valor total do item na NF-e pelo preço resulta na estimativa de toneladas daquele item. **Passo 4:** utilizou-se o NCM para associar itens a um determinado macroproduto do PIT. **Passo 5:** agregou-se a base de dados a nível de município de origem, município de destino, grupo de CNAE de origem, grupo de CNAE de destino e macroproduto do PIT, somando as toneladas.	**Passo 1:** foi realizado um tratamento prévio dos códigos dos municípios que apresentavam divergências em relação aos códigos dos municípios do IBGE. **Passo 2:** associação dos produtos (identificados a nível de SH4, já com a identificação dos pesos) aos macroprodutos do PIT. **Passo 3:** agregação dos países do resto do mundo em zonas externas, para fins de simplificação do modelo de alocação utilizado para visualizar os carregamentos na rede de simulação. **Passo 4:** para obter a base de dados tratada, os dados foram agregados a nível de município (zona externa) de origem, município (zona externa) de destino e macroproduto do PIT, somando as toneladas. Para operações de exportação, assumiu-se que a origem possuía um CNAE de atacado e o destino um CNAE de varejo. Para operações de importação, assumiu-se que a origem possuía um CNAE de produtor e o destino um CNAE de atacado.	As notas fiscais não apresentavam boa cobertura de fluxos de cabotagem e navegação interior. Assim, foi necessário utilizar a base de dados de movimentação portuária da Antaq para complementar esses fluxos. **Passo 1:** Os microdados estão a nível de instalações portuárias de origem e destino, sendo necessário limpar a tabela auxiliar de instalações portuárias, atribuindo a cada porto o código IBGE do seu respectivo município. **Passo 2:** associação dos produtos (identificados a nível de SH4, já com a identificação dos pesos) aos macroprodutos do PIT. **Passo 3:** agregou-se a base de dados a nível de município de origem, município de destino e macroproduto do PIT, somando as toneladas. Como regra geral, assumiu-se que origem e destino possuíam CNAE de atacado, com algumas exceções.	As notas fiscais não apresentavam boa cobertura de fluxos domésticos de minério de ferro, devido à verticalização da cadeia produtiva desse produto. Portanto, foram utilizados os dados de movimentação do SIADE para complementar esses fluxos. **Passo 1:** Esses dados estão a nível de terminais ferroviários de origem e destino. Dessa forma, foi necessário associar a cada terminal o seu respectivo município de origem e destino. **Passo 2:** Como esses dados foram utilizados apenas para o minério de ferro, bastou filtrar os registros com base na definição de mercadorias da ANTT, não sendo necessário trabalhar com NCM, SH2 ou SH4. Também foram removidos os registros em que os destinos eram municípios portuários, a fim de evitar dupla contagem com os dados de comércio exterior. **Passo 3:** Os dados foram agregados a nível de município de origem e município de destino, somando as toneladas. Assumiu-se que os grupos de CNAE das origens e destinos era atacadista.	As notas fiscais não apresentavam boa cobertura de fluxos domésticos dutoviários, que são especialmente relevantes para o grupo de carga GL. Portanto, foram utilizados os dados de movimentação de dutos longos da Transpetro (operadora que apresenta a maior parte das movimentações desse modal) para complementar esses dados. **Passo 1**: Essas informações estão a nível de terminais de origem e destino e estão desagregadas por produtos que não seguem uma divisão clara de NCM. Assim, foi necessário realizar uma associação manual entre terminais e municípios, assim como entre produtos da Transpetro e os macroprodutos do PIT, seguindo as regras: Diesel, gasolina, querosene, nafta, gasóleo, óleo combustível, gasóleo para craqueamento e gasóleo pesado de coque foram associados ao macroproduto "Combustíveis derivados do petróleo"; Gás liquefeito foi associado ao macroproduto "GLP"; Álcool foi associado ao macroproduto "Biocombustíveis". **Passo 2**: como as movimentações são expressas em metros cúbicos, utilizou-se a densidade dos produtos, conforme definido pela ANP, para converter os resultados em toneladas. **Passo 3**: os dados foram agregados a nível de município de origem e município de destino, somando as toneladas. Assumiu-se que os grupos de CNAE das origens e destinos era atacadista. Observação: a base de dados dutoviária não foi agregada com as demais, uma vez que o modelo de alocação encara os dutos como sendo exógenos, e não objeto de escolha modal. Assim, essas movimentações precisam estar destacadas nas matrizes origem-destino.	A última etapa de limpeza dos dados envolve o tratamento de transbordos, que visa construir matrizes de produção, associando origens aos seus destinos finais. Essa etapa é importante por dois motivos principais: remove duplas contagens associadas a movimentações intermediárias, permitindo que os volumes finais das matrizes OD possam ser auditados por meio de dados oficiais de produção; remove rigidez das matrizes OD, permitindo que o modelo de alocação escolha rotas mais vantajosas na construção do cenário-meta. Para implementar esse tratamento, **foram filtrados os registros que possuíam origem ou destino classificados como atacado**. Com base nesse subconjunto, criou-se uma rede entre municípios atacadistas de cada macroproduto. Essa rede foi ordenada, de forma a simular o caminho percorrido pela carga, saindo de municípios que são abastecidos por poucos fluxos e chegando em municípios que recebem fluxos de diversas localidades, como os municípios portuários. Esse ordenamento é importante porque o tratamento feito em um município afeta fluxos que entram e saem dele, alterando volumes de outros municípios no processo. Percorreu-se, então, os municípios desse ordenamento, implementando para cada um deles um algoritmo que removesse as duplas contagens a partir da redistribuição de fluxos. Esse algoritmo foi adaptado em relação ao descrito no relatório metodológico do IPEA. Para fins de exposição, para um município P, denotam-se suas origens como O e seus destinos como D. Foram implementados três tipos de correção: **a. Correções do tipo 1**: implementadas quando os fluxos atacadistas de entrada no município (fluxos OP) são menores ou iguais aos fluxos atacadistas que saem do município (fluxos PD). Isso implica que os atacadistas de P agregaram toneladas na cadeia produtiva. Assim, ligam-se diretamente os fluxos OP nos destinos D, criando uma série de fluxos OD que não passam por P, e apenas o valor agregado por P é distribuído para os destinos D. Esses fluxos OD são criados utilizando a proporção dos destinos nos fluxos PD. **b.Correções do tipo 2:** implementadas quando os fluxos atacadistas de entrada no município (fluxos OP) são maiores que os fluxos atacadistas que saem do município (fluxos PD). Isso implica que os atacadistas de P consumiram toneladas no seu processo de produção. Esse consumo é dado justamente pela diferença entre os fluxos PD e OP. Assim, ajustam-se os fluxos OP para que eles reflitam apenas esse consumo, utilizando como referencial as proporções das origens nos fluxos OP. O saldo restante corresponde ao que os atacadistas de P repassaram para D. Utilizando as proporções dos destinos nos fluxos PD, liga-se esse saldo aos destinos D, criando uma série de fluxos OD que não passam por P. Feita essa redistribuição, removem-se da base de dados os fluxos PD originais, que se tornam redundantes. **c. Correções do tipo 3:** implementada para municípios portuários. Nesse caso, assume-se que os atacados fazem um transbordo total, não agregando, nem consumindo nada localmente. Portanto, ligam-se diretamente os fluxos OP nos destinos D, criando uma série de fluxos OD que não passam por P. Esses fluxos OD são criados utilizando a proporção dos destinos nos fluxos PD. Uma vez feita essa ligação, são deletados os fluxos OP e PD que chegam no município portuário, que se tornam redundantes. É importante ressaltar que esse procedimento trata apenas os fluxos envolvendo operações de atacado. Assim, operações entre produtores e varejo são mantidas sem tratamento, pois se entende que elas já representam fluxos finais.
Estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo: Projeto "BIG DATA"	Os dados do Big Data de Telefonia Móvel foram tratados quanto aos outliers de produção e atração e quanto as transações intermediárias na viagem das pessoas. Os locais geradores ou atratores das viagens foram identificados como Casa, Trabalho ou Outros, sendo os veículos divididos em três classes: Passeio (automóveis, caminhonetes, utilitários e motos); Caminhões leves (caminhões de 2 eixos e 3 eixos); Caminhões pesados (veículos de 4 eixos ou mais). No estudo foram identificados os diferentes tipos de regimes de atividade (RA): dias em útil, finais de semana e feriados. Cada um dos tipos de dias influencia na geração de viagens e tem tratamento diferenciado quando da análise dos dados de telefonia móvel para a calibração da matriz OD. Os volumes de tráfego por dia nas praças de pedágio foram utilizados como balizadores e na aferição do modelo. Para a alocação na rede de transporte, foi utilizado o princípio do custo generalizado, onde a impedância é definida pelos tempos gastos em cada link da rede e seus custos que são transformados em tempo. Para a alocação usou-se o módulo "Tribut" do PT-Visum, utilizado na elaboração do PAM-TL que através dos valores do tempo, transforma os custos de transporte em reais, em impedâncias de tempos. A grande vantagem desse método é que ele considera uma curva de distribuição do valor do tempo, contemplando o valor médio do tempo e sua dispersão. Assim, foram ajustadas as transações de deslocamento dos dados de Telefonia para refletir os fluxos de veículos e gerar a matriz OD, ajustando também o modelo de simulação de transportes com dados complementares para 2019: de empregos formais por município, população estimada, volumes de tráfego nos pedágios da ANTT no ESP e tarifas dos pedágios ARTESP e ANTT. Após a rede rodoviária foi complementada e atualizada, com o uso do software PTV Visum, complementando com os dados das praças de pedágio fora do estado de São Paulo (fluxos e tarifas). Com a rede ajustada foi possível criar as matrizes de passagem pelas praças de pedágio. Foi criada uma matriz unitária para todos os pares das zonas possíveis e alocada. Através do processo de análise de seleção de link, chamado de "FlowBundle" no software PTV-Visum, foi gerada uma matriz de passagem para cada praça PTV-Visum. Com a junção de diversas matrizes foi elaborada uma planilha com os pares OD que passam nas praças e comparada com os volumes classificados das praças. Esses dados foram calibrados, corrigidos e ajustados até a obtenção das matrizes finais de veículos por RA.						
Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL	As entrevistas Origem/Destino compiladas (pesquisas de campo e CET, 2015) foram expandidas com base nas contagens de cada um dos postos de pesquisa. A seguir foi efetuado o tratamento de duplicidades de viagens pesquisadas em mais de um posto. As matrizes de carga obtidas são matrizes em toneladas e em caminhões (não classificados). A transformação foi possível com a utilização do peso médio ponderado dos caminhões pesquisados por categoria. A metodologia utilizada no estudo de demanda de alternativas para sistema de transporte de carga da Macrometrópole Paulista envolve a aplicação de métodos pertinentes ao planejamento estratégico de transportes. As principais áreas de atuação para o trabalho são as seguintes: • Modelo de divisão modal e alocação de viagens; • Geração de Alternativas para cenários formulados a partir da alteração de oferta e da evolução da demanda segundo as perspectivas de evolução das variáveis macroeconômicas. Os modelos de simulação desenvolvidos para o PAM-TL são capazes de estimar até três tipos de demanda captada por determinado serviço de transporte, e são assim definidas: Demanda Desviada: Se refere às viagens que já existem entre determinado par OD e que optam por utilizar o novo serviço, não causando alteração nas matrizes de viagem. Demanda Gerada: Se refere às viagens que já existem mas têm seu par OD alterado devido a disponibilização da nova infraestrutura/serviço, não alterando o número total de viagens da matriz, mas altera sua distribuição nos pares OD. Demanda Induzida: Se refere a viagens que não existem no caso base, mas passam a existir fomentadas pela existência da nova infraestrutura/serviço alterando tanto o total da matriz de viagens como a distribuição dos pares OD. **Escolha Modal de Carga**: Durante a realização dos estudos, foram elaborados em paralelo 2 modelos de escolha modal de carga. O **1º modelo é baseado nas pesquisas PD realizados pelo consórcio e aplicados a uma amostragem das empresas embarcadoras de carga e o 2º modelo é baseado nos dados da Pesquisa OD de Carga da CET-Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, realizada em 2015**. Por apresentar resultados que melhor se adaptaram ao processo de modelagem posterior, optou-se por utilizar o 2º modelo nas simulações. Assim, o procedimento de escolha modal de carga utiliza o modelo de previsão de escolha modal que segue a formulação logit hierárquica (GREENE, 2003), aplicado sobre a base de dados de preferência revelada, de acordo com um procedimento específico para determinação de um conjunto de escolha representativo de demanda de transporte de cargas no município de São Paulo para o período diário, originados da Pesquisa OD de Carga da CET, realizada em 2015. As bases atual e do CET-SP foram compatibilizadas. Depois de serem sistematizados os dados em forma consistente, foi efetuada a segmentação da demanda, de modo a determinar grupos relativamente homogêneos quanto aos respectivos comportamentos de escolha de setores relevantes da economia, bem como considerar a influência de características específicas da oferta. Os setores econômicos considerados para escolha foram setores industriais de bens de capital e de consumo compatibilizados com a Pesquisa de Carga da CET, representando viagens de transferência, e setores de atacado de bens de capital e de consumo, representando viagens de distribuição regional. O questionário da Pesquisa de Carga da CET foi desenvolvido de modo a coletar uma vasta base de dados com informações sobre o número, peso/volume e valor das operações de transporte, classificadas em "expedição" (ou "envio") e "recebimento" (ou "suprimento"). Além disso, a pesquisa coletou informações de OD dos deslocamentos, com base no zoneamento adotado (90 zonas, sendo 49 no município de São Paulo, 27 na RMSP, 12 no ESP, 1 no resto do Brasil e 1 no resto do mundo), bem como os tipos de veículos usados, a hora do dia dos movimentos de carga e as características e porte da empresa. O modelo hierárquico parte do princípio de que cada uma das alternativas de escolha oferece uma utilidade que expressa o benefício comparativo de uma alternativa dada frente às demais, observando variabilidade do erro de escolha de acordo com grupos de alternativas. No processo de decisão sob este paradigma a escolha discreta realizada pelo indivíduo é atribuída ao modo que apresentar a maior utilidade. Para tanto, foram também calculados os custos logísticos de transporte e custos logísticos de transbordo para as 8 classes gerais de produtos consideradas (CGU, GSA, GSNA, GL, Outras CG, Outros Agric., Serviços, Outros) para os modais Rodo, Ferro, Hidro e Dutoviário no caso dos graneis líquidos. Dentre as hipóteses adotadas para a modelagem do custo generalizado, vale esclarecer aquela que trata do cálculo das rotas feito pelo modelo TRIBUT utilizado para a alocação no software PTV VISUM, que é "bi-criterial": (i) tempo de viagem; (ii) custos operacionais, de pedágio ou de tarifa.						

Tabela A-1. Análise das Fontes para a Matriz Origem-Destino Base de Cargas (pg. 3). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

NOME DO ESTUDO	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	APLICAÇÃO NO ESTUDO DO PLI-SP	OBSERVAÇÕES SOBRE AS MATRIZES OD
Plano Nacional de Logística - PNL-2050	O foco do estudo foi o território nacional. Embora os estudos tenham sido realizados por modal, as matrizes origem-destino de cargas foram apresentadas ao público por macroproduto, assim, não se sabe o modal utilizado para o transporte da carga, e não se tem a base de dados dos levantamentos realizados, para uso na calibração da etapa de distribuição modal dos fluxos da matriz base e verificação de sua aderência à realidade. Nota-se que como resultado dos encontros que foram realizados nos estados, houveram alguns ajustes grandes nas matrizes divulgadas no site do PIT, inclusive em relação às quantidades das cargas em toneladas e aos pares OD, uma vez que várias origens ou destinos que haviam sido consideradas como transbordo, foram reinseridas na matriz, principalmente em relação às cargas agrícolas. Dessa forma, a equipe do PNL-2050 recomenda aguardar a nova versão que será divulgada, no mais tardar, até o final de Julho de 2025.	É a matriz mais atual (ano base de 2023) e completa disponível para o Brasil, com os levantamentos dos dados das NF-e e pesquisa extensa, como detalhado nas colunas anteriores. Recomenda-se utilizá-la como Matriz Base e verificar a possibilidade de esperar pela matriz ajustada, que deverá ser divulgada apenas um pouco depois do término das pesquisas de campo do contrato do PLI-SP.	43 matrizes por tipo de produto agrupados em 6 categorias principais: (I) Cargas Gerais Conteinerizáveis (CGC): 1. Alimentos industrializados; 2. Bebidas; 3. Café, chá, mate e especiarias; 4. Carnes; 5. Cimento; 6. Eletrônicos; 7. Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro; 7. Frutas e verduras; 8. Inseticidas, fungicidas e herbicidas; 9. Laticínios; 10 Madeira e carvão; 11 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos; 12 Medicamentos; 13 Obras de ferro fundido; 14 Outras CGC; 15 Papel e celulose; 16 Plásticos e suas obras; 17 Pneus, componentes e acessórios de automóveis; 18 Produtos de higiene e limpeza; 19. Produtos químicos; 20. Ração animal; 21. Vestuário. (II) Cargas Gerais Não Conteinerizáveis (CGNC): 1. Animais vivos; 2. Cargas especiais; 3. Outras CGNC; 4. Produtos siderúrgicos; 5. Veículos automotivos. (III) Graneis Líquidos (GL): 1. Biocombustíveis; 2. Combustíveis derivados do petróleo; 3. GLP; 4. Óleo bruto. (IV) Graneis Sólidos Agrícolas (GSA): 1. Açúcar; 2. Arroz; 3. Farelo de soja; 4. Milho; 5 Soja; 6 Trigo. (V) Graneis Sólidos Minerais (GSM): 1. Minério de Ferro. (VI) Outros Graneis Sólidos Minerais (OGSM): 1. Adubos e fertilizantes; 2. Outros GSM; 3. Carvão mineral; 4. Petroquímicos sólidos; 5. Sal. As 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 horizontes de projeto, constituindo-se em um dos insumos necessários para as simulações de tráfego. Tendo em vista que tanto a produção quanto a demanda evoluem com o passar dos anos, as MOD Carga são um parâmetro temporal, que, portanto, devem ser definidas para cada período em análise. Os horizontes futuros consideram diferentes cenários econômicos (referência e transformador).
Estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo: Projeto "BIG DATA"	Não dá para diferenciar em passeio os automóveis de motos e de veículos de transporte público (vans, furgões, etc.), não foi estudado o transporte coletivo. As matrizes de veículos de carga pesados estão apresentando comportamentos muito similares aqueles dos veículos de carga leves, entretanto, esse comportamento deveria ser distinto. Estudo só apresenta dados para o modal rodoviário.	Pode ser utilizada na epata de distribuição para balizar e aferir os dados da matriz de automóveis e de leves do PNL-2050, uma vez que o foco desse estudo foi o estado de São Paulo.	"O projeto denominado "Big Data" teve como um de seus principais objetivos a estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo. Os principais insumos para a obtenção dessas matrizes foram dados de rastreamento de movimentação de telefonia celular (da operadora de celular Vivo) em todo o Estado de SP, para o período entre março de 2019 e fevereiro de 2020. O período de amostragem foi definido em 12 meses, tendo-se escolhido a janela temporal mais recente sem o efeito da pandemia de Covid-19. Também foram levantados dados secundários de laços contadores de tráfego (ARTESP), radares (DER) e leitores de placa (OCR) em praças de pedágio nas rodovias e matrizes OD existentes (Metrô SP, pesquisa OD Rodoviária (SLT/ARTESP, 2005), matriz insumo-produto (SLT, 2013), matrizes PAM-TL (SLT, 2018)). No projeto "Big Data" foram estimadas **matrizes de viagens rodoviárias regionais de passeio, veículos comerciais leves (com 2 ou 3 eixos) e comerciais pesados (com 4 ou mais eixos)**. É importante destacar os seguintes aspectos sobre essas matrizes, para que sua utilização seja feita de forma criteriosa: 1) As matrizes foram estimadas a partir de rastreamento de movimentação de telefones celulares na malha rodoviária que atende as viagens regionais; **assim viagens urbanas ou mesmo viagens internas às regiões metropolitanas não fazem parte do escopo do trabalho e não foram mapeadas nas matrizes estimadas**; 2) A estimativa das matrizes foi feita utilizando as informações do rastreamento dos celulares e modelagem de transportes, adotando como totais de controle para calibração dados secundários, como contagens de tráfego em praças de pedágio e laços contadores, presentes em pontos distribuídos em todo o estado, porém restritos à malha rodoviária principal. Assim, as análises e avaliações de questões pontuais locais podem requerer um nível de detalhamento que não foi objeto deste estudo.
Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL	Estudo abrange somente as regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista (MMP). Tem foco nos deslocamentos intermunicipais e nas conexões com o transporte internacional.	Estudo é limitado a MMP, porém pode ser utilizado para a calibração das alocações nessa região.	O objeto deste contrato consiste na consolidação das estratégias setoriais, prioritariamente as de transporte metropolitano e macrometropolitano de passageiros e logística de cargas – PAM-TL. • CUSTO: refere-se ao VALOR PAGO PELO TRANSPORTE (pelo passageiro ou pelo dono da carga): no caso de automóveis, trata-se do custo operacional do automóvel + pedágio; no caso de ônibus, trata-se do preço das passagens de ônibus; no caso de carga, trata-se do frete e gastos com transferências modais; • CARGA: quando se fala em carga, dois importantes conceitos precisam ser esclarecidos: PRODUTO; e SETOR DE ATIVIDADE • Um mesmo produto transportado pode ter origem em mais de um setor de atividade. Por exemplo transporte de PNEUS: é um bem de consumo e pode ter origem em uma unidade de produção (fábrica) ou pode ter origem em um centro atacadista de distribuição • PRODUTOS: como se verá adiante, as matrizes OD de carga em toneladas/ano referem-se a 18 produtos distintos: 1 (A a K), 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; • SETOR: identificou-se 17 setores de atividades, conforme classificações identificadas na pesquisa OD de carga da CET-SP (Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, a partir da qual foram calibrados os modelos de escolha para o transporte de carga); • TIPO DE SETOR: dentre os 17 setores, alguns foram agrupados segundo 4 tipos principais, e destacando a vocação destes fluxos para o uso do novo modal ferroviário estudado neste projeto: o produção de bens de capital, o produção de bens de consumo, o atacado de bens de capital; o atacado de bens de consumo; • A identificação entre bens de CONSUMO ou bens de CAPITAL se dá em função do PRODUTO; • A identificação entre PRODUÇÃO ou ATACADO se dá em função da localização da zona de ORIGEM do PRODUTO transportado. Os volumes totais em ton/dia, correspondentes ao total de cargas por produto em 2018.

Tabela A-2. Análise das Fontes para a Matriz Origem-Destino Base de Pessoas (pg. 1). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

ID	FONTE DO ESTUDO	NOME DO ESTUDO	ANO DO ESTUDO	ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	REGIÃO DE FOCO	OBJETIVO DO ESTUDO	ZONEAMENTO	MODAIS CONSIDERADOS	TIPO DE DADO	FORMATO DO DADO	MATRIZES (ANO BASE)	UNIDADE DA MATRIZ	ANO OU PERÍODO DOS LEVANTAMENTOS	MÉTODO UTILIZADO PARA OS LEVANTAMENTOS
1	**Ministério dos Transportes (PIT), INFRA S.A.**	**Plano Nacional de Logística - PNL-2050**	2023-2025	Nacional	Brasil	O PNL é um instrumento do Estado Brasileiro que visa lançar um olhar para as necessidades e oportunidades atuais e futuras dos subsistemas de transporte do país, recomendando estudos de novas infraestruturas e a melhoria em infraestruturas existentes no âmbito do Planejamento Setorial. Este Plano faz parte do conceito de Planejamento Integrado de Transportes - PIT, 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.	5.589 zonas que consideram todos os 5.570 municípios do Brasil e 19 Zonas Externas (Oceania-Austrália; Ásia-África-Países Árabes; Ásia; África; Europa; América do Norte; América Central; Venezuela; Guiana; Guina Francesa; Suriname; Colômbia; Peru; Equador; Bolívia; Chile; Uruguai; Paraguai; e Argentina).	Rodoviário (veículos particulares e de transporte coletivo), Hidroviário, Ferroviário e Aeroviário	Matrizes origem-destino de transporte de pessoas (MOD Pessoas)	Quantidade total de viagens de pessoas entre duas zonas de tráfego (pares OD), por modal	05 matrizes (pessoas x modal) por cenário (base, 2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050)	Quantidade de veículos, por modal	2019	Levantamento de fontes secundárias: As matrizes origem-destino de pessoas utilizam as seguintes fontes de dados, com ano de referência de 2019, a fim de cobrir a maioria das movimentações de pessoas do país: a) Conjunto de dados de Big Data de telefonia móvel, obtidas por meio de contrato com a TELEFONICA BRASIL S.A.; b) Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte coletivo interestadual, por meio do sistema MONITRIIP, disponibilizado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT; c) Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte coletivo aeroviário comercial, por meio dos Dados Estatísticos do Transporte Aéreo, disponibilizado pela Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC; d) Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte coletivo ferroviário, por meio de dados de i) de movimentação de passageiros dos sistemas de João Pessoa-PB, Natal-RN, Recife-PE, Maceió-AL para o ano base de 2019 disponibilizados pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBT; ii) de movimentação de passageiros sobre trilhos do ano de 2015 para os sistemas ferroviários interregionais de passageiros, disponibilizados pela Associação Nacional de Transportadores de Passageiros sobre Trilhos – ANPTrilhos; e) Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte hidroviário, por meio da Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ, obtidos em pesquisa de transporte aquaviário de pessoas na região amazônica em parceria com a Universidade Federal do Pará – UFPA; f) Dados públicos de ligações rodoviárias e hidroviárias, por meio da pesquisa de Ligações Rodoviárias e Hidroviárias (2016), disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.
2	**SEMIL**	**Estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo: Projeto "BIG DATA"**	2021-2023	Estadual (SP)	Estado de São Paulo	O projeto tem como objetivo consolidar e registrar procedimentos metodológicos utilizados para desenvolvimento das atividades de calibração de matrizes origem-destino, utilizando tecnologias de big data e bases de dados de grande volume, em particular as bases de dados de movimentação de telefonia celular.	Obteve dados para todas as 910 zonas, incluindo aquelas fora do estado de São Paulo, sendo o zoneamento no estado de São Paulo feito por município, nos estados limítrofes por microrregião e no restante do Brasil por mesorregião.	Rodoviário	Matrizes OD de viagens de veículos (passeio)	Quantidade total de viagens de veículos (passeio, leves e pesados) entre duas zonas de tráfego (pares OD), por regime de atividade (dia útil, fim de semana e feriado)	9 matrizes (tipo de veículo x tipo de data)	Viagens por tipo de veículo para o regime de atividade	2019-2020	Levantamento de Big Data de Telefonia Móvel (Operadora Vivo, 2019) e dados complementares de praças de pedágio (ARTESP e ANTT) e do IBGE (população e empregos formais)
3	**SEMIL**	**Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL**	2018-2021	Estadual (SP)	Regiões Metropolitanas	Elaboração de uma solução multidisciplinar e integrada para as questões críticas de transporte e logística, de passageiros e de carga, na Macrometrópole Paulista, delimitada pela Região Metropolitana de São Paulo e as quatro outras regiões metropolitanas que a circundam: Campinas, Sorocaba, Baixada Santista e São José dos Campos, para propiciar aumento da eficiência socioeconômica e ambiental da ação governamental nos campos afins do transporte de passageiros e da logística de cargas na MMP e a racionalização do uso dos recursos públicos correspondentes.	O zoneamento de tráfego possui 2060 zonas de tráfego, sendo: 12 zonas internacionais representando países que possuem fronteira com o Brasil; 494 zonas externas ao estado de São Paulo, representando as microrregiões definidas pelo IBGE em 2010; na área que compreende o estado de São Paulo o zoneamento foi definido a nível municipal, sendo uma zona por município; na área da Macrometrópole foram utilizadas as divisões de estudos de pesquisa Origem-Destino residencial realizadas, compreendendo a Região Metropolitana de Campinas com 186 zonas (2011), Região Metropolitana da Baixada Santista com 213 zonas (2007), Região Metropolitana de São Paulo com 460 zonas (2007), São José dos Campos com 55 zonas (2011) e Sorocaba com 59 zonas (2013). Além das regiões metropolitanas citadas, a cidade de Jundiaí foi subdividida em 7 zonas definidas no Conselho Municipal de Políticas Territoriais (CMPT).	**Rodoviário** (automóveis, ônibus rodoviário, ônibus fretado e caminhões) e **cenários futuros** com análises também de outros modais: **ferroviário** (trem intercidades, expresso carga e ferroanel), portuário (Santos), **aeroportuário** (Guarulhos, Viracopos, Congonhas e novo aeroporto) e **dutoviário** (duplicação).	Matrizes OD diárias de veículos (veículos/dia), por tipo de veículo (automóvel,	Origem | Destino | Quantidade (Veículos/Dia ou Toneladas/Dia)	61 matrizes de veículos (veículos/dia), 31 matrizes de carga (tonelada/dia), 1 matriz dutovias (2017, m^3/dia a 20°), 10 matrizes ferrovias (2018, TU). As matrizes de passageiros podem ser obtidas multiplicando-se os dados dos veículos (automóvel, ônibus fretado e ônibus rodoviário) pela sua ocupação (foi adotado, respectivamente, os fatores de ocupação: 1,67; 35 e 20)	Veículos/dia, toneladas/dia, m^3/dia ou TU/dia.	2018 (Todas as pesquisas com exceção das pesquisas nos aeroportos que foram realizadas entre 28/03 e 18/04/2019)	No transporte de passageiros, foram realizadas CVCs manuais em vias urbanas, rodovias, rodoviárias e pontos de ônibus fretados, sendo classificadas 28 classes de veículos. As contagens veiculares foram realizadas além dos pontos citados para passageiros, em praças de pedágio de rodovias por filmagem. Foram realizadas entrevistas OD (Pref. Revelada) e PDs para passageiros (de automóveis em rodovias Estaduais e Federais, passageiros nacionais e internacionais em aeroportos, e passageiros de ônibus fretados e ônibus rodoviários); e OD para cargas (principais rodovias estaduais e federais dos cinco vetores de desenvolvimento e em determinados trechos rodoviários para estudos específicos (Rod. D. Pedro I, em Campinas, e nas rodovias Anchieta e Raposo Tavares, no município de São Paulo). Foram realizadas, também, entrevistas ODs e PDs com diversos embarcadores de carga (rodoviário, ferroviário e hidroviário) no escritório de suas empresas, onde foram obtidos dados de OD predominantes de suas operações e de suas preferências no transporte de cargas.

Tabela A-2. Análise das Fontes para a Matriz Origem-Destino Base de Pessoas (pg. 2). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

NOME DO ESTUDO	POSTOS DE PESQUISA	ANO BASE	MÉTODO UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DAS MATRIZES Níveis de Agregações	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	APLICAÇÃO NO ESTUDO DO PLI-SP	OBSERVAÇÕES SOBRE AS MATRIZES OD
Plano Nacional de Logística - PNL-2050	-	2023	**Espacial**: Nível municipal, assim como o modelo funcional. Uma agregação de municípios em Unidades Territoriais de Planejamento foi necessária para apresentação dos indicadores com foco no transporte interurbano. Após essa etapa foram identificados os fluxos intramunicipais, pois eles impactam o carregamento de certas vias, afetando sua capacidade residual e devem ser considerados para que a matriz final a ser inserida no modelo funcional de simulação não distorça as capacidades de vias urbanas. **Temporal**: Do ponto de vista temporal, as matrizes OD são agregadas anualmente. **Demanda:** A demanda de pessoas é transportada por múltiplos modos nas redes de transporte urbanas e não-urbanas do país. O transporte que caracteriza os fluxos pendulares varia de acordo com a metrópole em questão. Além dos veículos particulares e ônibus urbanos convencionais comuns a qualquer centro, algumas modalidades específicas como metrôs, VLTs e BRTs podem integrar algumas redes. Atualmente a metodologia quantifica dois meios de viagem para identificar as movimentações de pessoas: ônibus coletivo e automóvel particular. Os dados de telefonia móvel permitem identificar, por meio de modelagem estatística (Machine Learning), viagens de caminhoneiros e via modo aéreo. Aquelas devem ser descontadas dado que as viagens de caminhoneiros já são contempladas na MOD Cargas, de forma que haveria dupla contagem caso fossem mantidas. Já as viagens aéreas possuem a peculiaridade de carregarem parcialmente as vias terrestres. Além dos deslocamentos das pessoas ao irem ou saírem dos aeroportos, caso uma pessoa realize uma viagem multi-modal em que maior parte dela foi efetuada por modo aéreo, essa viagem poderá ser identificada na base apenas como modo aéreo. Já para a modelagem do transporte de pessoas via hidrovias e ferrovias, foram necessários dados complementares que auxiliassem nas estimativas, dado que a base de telefonia não identifica esses tipos de viagem.	O foco do estudo foi o território nacional. A matriz hidroviária não foi levantada para o estado de São Paulo.	É a matriz mais atual (ano base de 2023) e completa disponível para o Brasil, já possuindo a divisão modal. A matriz de telefonia móvel foi a mesma utilizada no Projeto do Big Data, estando mais detalhada do que a do Projeto do Big Data, pois fez a classificação veicular entre transporte coletivo (ônibus ou aeronaves) e automóveis.	Buscaram-se dados que possibilitassem uma análise macro estratégica de forma a poder observar o comportamento do deslocamento de pessoas, tendo acesso aos dados de telefonia móvel da operadora Vivo (2018 e 2019). Os dispositivos móveis ligados a uma rede de telecomunicação enviam e recebem dados para as torres que compõem uma rede. Cada informação que transita gera um Registro de Detalhes de Ligação (cuja sigla em inglês é CDR, correspondente a Call Detail Record). O CDR contém informações como, por exemplo, número do telefone, localização, data, horário de comunicação e receptor da comunicação. Cada dispositivo móvel gera dezenas ou até centenas de CDRs diariamente. Consequentemente, a utilização desses aparelhos por dezenas de milhões de pessoas gera bilhões de dados que são armazenados pelas companhias telefônicas. Com uma tecnologia capaz de processar esse conjunto de dados e agregá-los de formas desejadas, e possível gerar bases de dados nas mais diversas configurações com as variadas finalidades de uso. É importante salientar que para a utilização dos dados pelo poder público, a primeira etapa realizada no trabalho foi a anonimização dos dados, de forma que não caracterizassem qualquer hipótese de identificação de dados pessoais. Logo, os dados são tratados de forma agregada, havendo amostras mínimas de agregações para que seja considerado, e nenhuma informação pessoal dos dispositivos são trazidos ao big data de transporte alvo da análise.
Estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo: Projeto "BIG DATA"	-	2019	Os dados do Big Data de Telefonia Móvel foram tratados quanto aos outliers de produção e atração e quanto as transações intermediárias na viagem das pessoas. Os locais geradores ou atratores das viagens foram identificados como Casa, Trabalho ou Outros, sendo os veículos divididos em três classes: Passeio (automóveis, caminhonetes, utilitários e motos); Caminhões leves (caminhões de 2 eixos e 3 eixos); Caminhões pesados (veículos de 4 eixos ou mais). No estudo foram identificados os diferentes tipos de regimes de atividade (RA): dias em útil, finais de semana e feriados. Cada um dos tipos de dias influencia na geração de viagens e tem tratamento diferenciado quando da análise dos dados de telefonia móvel para a calibração da matriz OD. Os volumes de tráfego por dia nas praças de pedágio foram utilizados como balizadores e na aferição do modelo. Para a alocação na rede de transporte, foi utilizado o princípio do custo generalizado, onde a impedância é definida pelos tempos gastos em cada link da rede e seus custos que são transformados em tempo. Para a alocação usou-se o módulo "Tribut" do PT-Visum, utilizado na elaboração do PAM-TL que através dos valores do tempo, transforma os custos de transporte em reais, em impedâncias de tempos. A grande vantagem desse método é que ele considera uma curva de distribuição do valor do tempo, contemplando o valor médio do tempo e sua dispersão. Assim, foram ajustadas as transações de deslocamento dos dados de Telefonia para refletir os fluxos de veículos e gerar a matriz OD, ajustando também o modelo de simulação de transportes com dados complementares para 2019: de empregos formais por município, população estimada, volumes de tráfego nos pedágios da ANTT no ESP e tarifas dos pedágios ARTESP e ANTT. Após a rede rodoviária foi complementada e atualizada, com o uso do software PTV Visum, complementando com os dados das praças de pedágio fora do estado de São Paulo (fluxos e tarifas). Com a rede ajustada foi possível criar as matrizes de passagem pelas praças de pedágio. Foi criada uma matriz unitária para todos os pares das zonas possíveis e alocada. Através do processo de análise de seleção de link, chamado de "FlowBundle" no software PTV-Visum, foi gerada uma matriz de passagem para cada praça PTV-Visum. Com a junção de diversas matrizes foi elaborada uma planilha com os pares OD que passam nas praças e comparada com os volumes classificados das praças. Esses dados foram calibrados, corrigidos e ajustados até a obtenção das matrizes finais de veículos por RA.	Não dá para diferenciar em passeio os automóveis de motos e de veículos de transporte público (vans, furgões, etc.), não foi estudado o transporte coletivo. As matrizes de veículos de carga pesados estão apresentando comportamentos muito similares aqueles dos veículos de carga leves, entretanto, esse comportamento deveria ser distinto. Estudo só apresenta dados para o modal rodoviário.	Pode ser utilizada na epata de distribuição para balizar e aferir os dados da matriz de automóveis do PNL-2050, uma vez que o foco desse estudo foi a região de São Paulo.	Os dados foram obtidos através do rastreamento da movimentação de celulares (da operadora de celular Vivo) em todo o Estado de SP, para o período entre março de 2019 e fevereiro de 2020. O período de amostragem foi definido em 12 meses, tendo-se escolhido a janela temporal mais recente sem o efeito da pandemia de Covid-19. Também foram levantados dados secundários de laços contadores de tráfego (ARTESP), radares (DER) e leitores de placa (OCR) em praças de pedágio nas rodovias e matrizes OD existentes (Metrô SP, pesquisa OD Rodoviária (SLT/ARTESP, 2005), matriz insumo-produto (SLT, 2013), matrizes PAM-TL (SLT, 2018)). No projeto "Big Data" foram estimadas <u>matrizes de viagens rodoviárias regionais de passeio, veículos comerciais leves (com 2 ou 3 eixos) e comerciais pesados (com 4 ou mais eixos).</u>
Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL	(A) 67 postos CVC em rodovias, vias urbanas, pontos de ônibus fretado e em ferrovias; e (B) 38 postos OD e PD: em rodovias ou vias urbanas [15 c/OD (passag. e carga) e PD, 02 c/OD e PD passag., e 06 c/OD passag. e carga (s/PD)]; 04 ônibus fretados; 07 ônibus rodoviários; e 04 em aeroportos.	2018	As entrevistas Origem/Destino compiladas (pesquisas de campo e CET, 2015) foram expandidas com base nas contagens de cada um dos postos de pesquisa. A seguir foi efetuado o tratamento de duplicidades de viagens pesquisadas em mais de um posto. As matrizes de carga obtidas são matrizes em toneladas e em caminhões (não classificados). A transformação foi possível com a utilização do peso médio ponderado dos caminhões pesquisados por categoria. A metodologia utilizada no estudo de demanda de alternativas para sistema de transporte de passageiros e de carga da MMP envolveu a aplicação de métodos pertinentes ao planejamento estratégico de transportes, sendo as principais áreas de atuação para o trabalho: • Modelo de divisão modal e alocação de viagens em sistemas de transporte público de passageiros; • Geração de Alternativas para cenários formulados a partir da alteração de oferta e da evolução da demanda segundo as perspectivas de evolução das variáveis macroeconômicas (os modelos de simulação são capazes de estimar até três tipos de demanda captada por determinado serviço de transporte (demanda desviada; demanda gerada; e semanda induzida). **<u>Escolha Modal de Passageiros</u>**: Depois dos dados de pesquisa OD de passageiros serem tratados e organizados em forma consistente, foi efetuada a segmentação da demanda, de modo a determinar grupos relativamente homogêneos quanto aos respectivos comportamentos de escolha e considerar a influência de características específicas da oferta. Os diversos segmentos foram considerados na medida em que também apresentaram amostra suficiente de casos, para se obter relações estatisticamente significativas na estimativa de parâmetros de modelagem. O modelo base para a seleção do modal de transporte passageiros é o modelo Logit Condicional.	Estudo abrange somente as regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista (MMP). Tem foco nos deslocamentos intermunicipais e nas conexões com o transporte internacional.	Estudo é limitado a MMP, porém pode ser utilizado para a calibração das alocações nessa região.	A metodologia utilizada no estudo de demanda de alternativas para sistema de transporte de passageiros e de carga da Macrometrópole Paulista envolve a aplicação de métodos pertinentes ao planejamento estratégico de transportes. As principais áreas de atuação para o trabalho são as seguintes: • Modelo de divisão modal e alocação de viagens em sistemas de transporte público de passageiros; • Geração de Alternativas para cenários formulados a partir da alteração de oferta e da evolução da demanda segundo as perspectivas de evolução das variáveis macroeconômicas. Os modelos de simulação desenvolvidos para o PAM-TL são capazes de estimar até três tipos de demanda captada por determinado serviço de transporte, e são assim definidas: Demanda Desviada: Se refere às viagens que já existem entre determinado par OD e que optam por utilizar o novo serviço, não causando alteração nas matrizes de viagem. Demanda Gerada: Se refere às viagens que já existem mas têm seu par OD alterado devido a disponibilização da nova infraestrutura/serviço, não alterando o número total de viagens da matriz, mas altera sua distribuição nos pares OD. Demanda Induzida: Se refere a viagens que não existem no caso base, mas passam a existir fomentadas pela existência da nova infraestrutura/serviço alterando tanto o total da matriz de viagens como a distribuição dos pares OD. Escolha Modal de Passageiros: Depois dos dados de pesquisa OD de passageiros serem tratados e organizados em forma consistente, foi efetuada a segmentação da demanda, de modo a determinar grupos relativamente homogêneos quanto aos respectivos comportamentos de escolha e considerar a influência de características específicas da oferta. Os diversos segmentos foram considerados na medida em que também apresentaram amostra suficiente de casos, para se obter relações estatisticamente significativas na estimativa de parâmetros de modelagem. O modelo base para a seleção do modal de transporte passageiros é o modelo Logit Condicional.

Tabela A-2. Análise das Fontes para a Matriz Origem-Destino Base de Pessoas (pg. 3). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

NOME DO ESTUDO	OBSERVAÇÕES SOBRE O ESTUDO
Plano Nacional de Logística - PNL-2050	Além dos Dados do Big Data e, de forma a possibilitar a divisão modal, foram reunidas informações adicionais de transporte de passageiros provenientes de diversas fontes, tais quais: 1) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: dados de transporte rodoviário interestadual e intermunicipal de ônibus de passageiros, e do transporte hidroviário, de abrangência nacional, onde foram coletados dados de frequência das linhas de ônibus rodoviários ou embarcações; 2) Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT: dados de ocupação média de ônibus rodoviários provenientes do MONITRIIP e dos dados estatísticos da ANTT. 3) Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ: Dados do transporte aquaviário de pessoas na região amazônica. 4) Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC: Movimentação de passageiros em aeronaves da aviação comercial. 5) Associação Nacional de Transportadores de Passageiros sobre Trilhos – ANPTrilhos: dados de movimentação de passageiros sobre trilhos para os sistemas ferroviários inter-regionais de passageiros; 6) Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU: dados de movimentação de passageiros dos sistemas de João Pessoa-PB, Natal-RN, Recife-PE, Maceio -AL; 7) Banco de Informações de Movimento de Tráfego Aéreo – BIMTRA: Movimentação de transporte da aviação comercial e geral. **8) Secretaria Estadual de Transportes do Estado de São Paulo: dados da matriz origem-destino do Estado de São Paulo (OD Metro)**; 9) Prefeitura da cidade do Recife: Pesquisa Origem Destino do Recife. 10) Utilização de dados para desenvolvimento de modelos para fluxos intermunicipais urbanos. 11) Departamento de Infraestrutura de Transportes da Bahia-DERBA: Pesquisa de mobilidade na região metropolitana de Salvador - Utilização de dados para desenvolvimento de modelos para fluxos intermunicipais urbanos. 12) Observatório Nacional de Transporte e Logística – ONTL/INFRA: Dados sobre EFVM, EF Carajás.
Estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo: Projeto "BIG DATA"	O projeto denominado "Big Data" teve como um de seus principais objetivos a estimativa de matrizes de viagens rodoviárias regionais no Estado de São Paulo. Os principais insumos para a obtenção dessas matrizes foram dados de rastreamento de movimentação de telefonia celular, para o período entre março de 2019 e fevereiro de 2020. O período de amostragem foi definido em 12 meses, tendo-se escolhido a janela temporal mais recente sem o efeito da pandemia de Covid-19. É importante destacar os seguintes aspectos sobre essas matrizes, para que sua utilização seja feita de forma criteriosa: 1) As matrizes foram estimadas a partir de rastreamento de movimentação de telefones celulares na malha rodoviária que atende as viagens regionais; viagens urbanas ou mesmo viagens internas às regiões metropolitanas não fazem parte do escopo do trabalho e não foram mapeadas nas matrizes estimadas; 2) A estimativa das matrizes foi feita utilizando as informações do rastreamento dos celulares e modelagem de transportes, adotando como totais de controle para calibração dados secundários, como contagens de tráfego em praças de pedágio e laços contadores, presentes em pontos distribuídos em todo o estado, porém restritos à malha rodoviária principal. Assim, as análises e avaliações de questões pontuais locais podem requerer um nível de detalhamento que não foi objeto deste estudo.
Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL	O objeto deste contrato consiste na consolidação das estratégias setoriais, prioritariamente as de transporte metropolitano e macrometropolitano de passageiros e logística de cargas – PAM-TL. • CUSTO: refere-se ao VALOR PAGO PELO TRANSPORTE (pelo passageiro ou pelo dono da carga): no caso de automóveis, trata-se do custo operacional do automóvel + pedágio; no caso de ônibus, trata-se do preço das passagens de ônibus; no caso de carga, trata-se do frete e gastos com transferências modais; • CARGA: quando se fala em carga, dois importantes conceitos precisam ser esclarecidos: PRODUTO; e SETOR DE ATIVIDADE • Um mesmo produto transportado pode ter origem em mais de um setor de atividade. Por exemplo transporte de PNEUS: é um bem de consumo e pode ter origem em uma unidade de produção (fábrica) ou pode ter origem em um centro atacadista de distribuição • PRODUTOS: como se verá adiante, as matrizes OD de carga em toneladas/ano referem-se a 18 produtos distintos: 1 (A a K), 2 a 8; • SETOR: identificou-se 17 setores de atividades, conforme classificações identificadas na pesquisa OD de carga da CET-SP (Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, a partir da qual foram calibrados os modelos de escolha para o transporte de carga); • TIPO DE SETOR: dentre os 17 setores, alguns foram agrupados segundo 4 tipos principais, e destacando a vocação destes fluxos para o uso do novo modal ferroviário estudado neste projeto: o produção de bens de capital, o produção de bens de consumo, o atacado de bens de capital; o atacado de bens de consumo; • A identificação entre bens de CONSUMO ou bens de CAPITAL se dá em função do PRODUTO; • A identificação entre PRODUÇÃO ou ATACADO se dá em função da localização da zona de ORIGEM do PRODUTO transportado. Os volumes totais em ton/dia, correspondentes ao total de cargas por produto em 2018.

Tabela A-3. Análise das Fontes para a Matrizes Origem-Destino Parciais de Cargas e Pessoas (pg. 1). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

MODAL	FONTE	TIPO DE DADO	LINK DA INFORMAÇÃO	PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	DESCRITIVO DOS DADOS	PROPÓSITO DOS DADOS	AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DA MATRIZ MODAL	OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES
Dutoviário	Anuário Estatístico da ANP	Anuário	https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2024	2014-2023	2024	Volume de carga processada, segundo origem (nacional e importada) por refinaria	Volume de petróleo processado por refinaria, configurando o destino final nacional do petróleo	-	-
Dutoviário	Anuário Estatístico da ANP	Anuário	https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2024	2014-2023	2024	Reservas totais de petróleo e gás natural por unidade da federação; Evolução das Reservas provadas de petróleo e gás natural por unidade da federação; Número de poços produtores de petróleo e de gás natural por unidade da federação; Produção de LGN, segundo unidades da Federação; Produção de petróleo e gás natural, por concessionário; Produção de petróleo e gás natural, por operador; Produção de gás natural, por localização (terra e mar, pré-sal e pós-sal; Reinjeção de gás natural, por localização (terra e mar); Queima e perda de gás natural, por localização (terra e mar); Evolução da capacidade de processamento de gás natural, segundo polos produtores; Volumes de gás natural processado e produção de gás natural seco, GLP, C5+, etano, propano e LGN, segundo polos produtores – 2023; Importação de gás natural, segundo países de procedência; Exportação de gás natural liquefeito (GNL); Balanço do gás natural no Brasil.	Dados de produção e origem de gás natural	-	-
Dutoviário	Anuário Estatístico da ANP	Anuário	https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2024	2014-2023	2024	Produção de derivados de petróleo energéticos e não energéticos – 2013-2023; Produção de derivados de petróleo energéticos e não energéticos, por refinarias – 2023; Produção de derivados de petróleo energéticos em centrais petroquímicas – 2014-2023.	Dados de produção e origem de derivados do petróleo	-	-
Dutoviário	Estatístico Aquaviário ANTAQ	Anuário	https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/estatistico-aquaviario-ea	2010-2025	-	Dados de movimentação de petróleo no terminal de São Sebastião e demais terminais com armazenagem de petróleo.	Identificação dos volumes de petróleo nacional e importado movimentados no Terminal de São Sebastião (SP). Terminal de origem para embarque via dutos.	-	-
Dutoviário	Movimentação dutoviária em dutos de transporte Logum	Atendimento a Resolução Resolução ANP nº 35, de 13 de novembro de 2012	https://www.logum.com.br/Informa%C3%A7%C3%B5es-ANP	2019-2025	-	Volume de etanol por ponto de entrega, ponto de interconexão e ponto de recepção.	Mapeamento da origem e dos destino da rede de dutos de transporte do estado de são paulo e estados adjacentes	-	-
Dutoviário	Movimentação dutoviária em dutos de transporte NTS	Atendimento a Resolução Resolução ANP nº 35, de 13 de novembro de 2012	https://www.ntsbrasil.com/sistema-de-transporte/#volumes	2016-2025	-	Volume de gás natural por ponto de entrega, ponto de interconexão e ponto de recepção.	Mapeamento da origem e dos destino da rede de dutos de transporte do estado de são paulo e estados adjacentes	-	-
Dutoviário	Movimentação dutoviária em dutos de transporte TGB	Atendimento a Resolução Resolução ANP nº 35, de 13 de novembro de 2012	https://www.tbg.com.br/informacoes-a-anp	2011-2025	-	Volume de gás natural por ponto de entrega, ponto de interconexão e ponto de recepção.	Mapeamento da origem e dos destino da rede de dutos de transporte do estado de são paulo e estados adjacentes	-	-
Dutoviário	Movimentação dutoviária em dutos de transporte Transpetro	Atendimento a Resolução Resolução ANP nº 35, de 13 de novembro de 2012	https://transpetro.com.br/transpetro-institucional/negocios/informacoes-legais/informacoes-em-atendimento-a-anp.htm	2000-2025	-	Volume de derivados por ponto de entrega, ponto de interconexão e ponto de recepção.	Mapeamento da origem e dos destino da rede de dutos de transporte do estado de são paulo e estados adjacentes	-	-
Ferroviário	Anuário Estatístico ferroviário da ANTT	Anuário do Setor Ferroviário	https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/anuario-do-setor-ferroviario	2019-2025	2025	O Anuário do Setor Ferroviário é elaborado anualmente pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT e consolida os dados referentes à prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas e à exploração da infraestrutura ferroviária pelas concessionárias e subconcessionárias federais. Seção 1: Panorama do Transporte Ferroviário de Cargas - Dados consolidados; Seção 2: Dados por concessionária; Seção 2.2: Acidentes; Seção 2.3: Velocidade e movimentação de trens; Seção 2.4: Desempenho, disponibilidade e manutenção de locomotivas; Seção 2.5: Desempenho, disponibilidade e manutenção de vagões.	1) Volume e Produção de Cargas das Concessionárias Ferroviárias Brasileiras, destacado-se as 5 malhas que atendem o Estado de São Paulo; 2) Volume e Produção das 5 Malhas de Cargas com Origem e Com Destino ao Estado de São Paulo; 3) Mercadorias Transportadas com Origem e com Destino no Estado de São Paulo para cada uma das 5 Malhas, em TU e TKU; Mercadorias Transportadas por cada uma das 5 Malhas com Origem e Destino no Estado de São Paulo, em TU e TKU; Mercadorias Transportadas pelas 5 Malhas com Origem e com Destino à Conceiçãozinha, à Estação TUF (FCA/VLI) e ao Porto de Santos;	-	-

Tabela A-3. Análise das Fontes para a Matrizes Origem-Destino Parciais de Cargas e Pessoas (pg. 2). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

MODAL	FONTE	TIPO DE DADO	LINK DA INFORMAÇÃO	PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	DESCRITIVO DOS DADOS	PROPÓSITO DOS DADOS	AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DA MATRIZ MODAL	OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES
Hidrovia	SEMIL / ANTAQ	Estatísticas de movimentação de cargas		2022 - 2025	2025	Movimento Carga e Tipologia. Anos 2022, 2023, 2024 e 2025.	Movimentação anual de cargas na hidrovia Tietê-Paraná	Dados de movimentação de cargas na hidrovia.	-
Portos	Agência Nacional de Transporte Aquaviário ANTAQ	Estatístico Aquaviário	https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/indicadores.html#pt	2020 - 2024		Movimentação de carga anual, mensal, importação e exportação por tipo de carga e por tipo de navegação no porto e nos terrminais privados fora do porto. Movimentação de contêineres por tamanho e peso, anual e mensal, exportação e importação por tipo de navegação. Taxa anual de ocupação do berço. Tempo médio de espera.	Movimentação anual e mensal de cargas e passageiros. Dados dos portos de Santos e São Sebastião e de portos privados no entorno dos portos públicos. Dados complementares aos coletados nos portos.	Dados de Origem e Destino para Cabotagem	-
Portos	Autoridade Portuária - Porto de São Sebastião (APSS)	Estatísticas	https://portoss.sp.gov.br/home/administracao/estatisticas/	2020 - 2024	2025	Movimentação de carga anual, mensal, importação e exportação por tipo de carga e por tipo de navegação. Taxas mensal e anual de ocupação do berço. Tempo médio de espera por mês.	Movimentação anual e mensal de cargas . Dados do porto de São Sebastião e do terminal TEBAR, no entorno do porto público.	Trata-se de dados portuários sem indicação de origem ou destino, cuja coleta é realizada pelas docas. As informações serão utilizadas para fins de validação dos dados.	-
Todos	MDIC / SECEX / Comex Stat	Dados históricos de importação / exportação	https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/base-de-dados-bruta	2001 - 2024	2025	Descritivo das importações/exportações realizadas por modal de transporte, com NCM, Valor da Carga (FOB e CIF) e peso líquido. Apresenta todos os dados utilizados para construção da balança comercial brasileira, bem como a fonte de dados do sistema Comex Stat, detalhados por NCM ou por Municípios do exportador/importador (e SH4). Os dados estão disponíveis em CSV com os nomes das colunas na primeira linha. Para aproveitamento completo dos arquivos de dados será necessário utilizar as Tabelas de Correlações de Códigos e Classificações.	Validação da movimentação de cargas para importação/exportação, considerando seus volumes totais (para validação das matrizes do PNL 2050) e os volumes agregadas por modal (para a validação e construção das matrizes parciais modais).	Dados de movimentação de cargas de importação/exportação (com caracterização específica) por modal.	-
Aeroviário	ANAC	Dados Históricos do Transporte Aéreo	https://sistemas.anac.gov.br/dadosabertos/Voos%20e%20opera%C3%A7%C3%B5es%20a%C3%A9reas/Dados%20Estat%C3%ADsticos%20do%20Transporte%20A%C3%A9reo/	2001 - 2024	2025	Movimentação mensal de vôos com origem e destino, número de passageiros pagos e não pagos, carga paga em kg, carga não paga e correios.	Movimentação anual de passageiros e cargas nos aeroportos	Dados de movimentação de passageiros e cargas (sem caracterização específica) nos aeroportos	-
Portos	Autoridade Portuária - Porto de Santos APS	Mensário Estatístico	https://www.portodesantos.com.br/informacoes-operacionais/estatisticas/mensario-estatistico/	2020 - 2024	2025	Movimentação de carga anual, mensal, importação e exportação por tipo de carga e por tipo de navegação no porto e nos terminais privados fora do porto, Movimentação de contêineres por tamanho e peso, anual e mensal, exportação e importação por tipo de navegação. Movimento anual e mensal de embarcações de carga e passageiros, por tipo de navegação. Movimento de passageiros anual e mensal. Utilização do cais no porto, por tipo de carga.	Movimentação anual e mensal de cargas e passageiros. Dados do porto de Santos e portos privados no entorno do porto público.	Trata-se de dados portuários sem indicação de origem ou destino, cuja coleta é realizada pela autoridade portuária. As informações serão utilizadas para fins de validação dos dados.	-
Rodoviário, dutoviário (só carga), ferroviário e aeroviário	Plano de Ação de Transporte de Passageiros e Logística de Cargas para a Macrópole Paulista - PAM-TL (GESP/SEMIL)	Banco de Dados das pesquisas OD, PD e Matrizes diárias de veículos e cargas	Rede Consórcio*: DADOS E INFORMAÇÕES\00_INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO CLIENTE\PAM_TL	2018-2019	2018-2021	61 matrizes de veículos (veículos/dia), 31 matrizes de carga (tonelada/dia), 1 matriz dutovias (2017, m^3/dia a 20°), 10 matrizes ferrovias (2018, TU). As matrizes de passageiros podem ser obtidas multiplicando-se os dados dos veículos (automóvel, ônibus fretado e ônibus rodoviário) pela sua ocupação; Banco de dados das 38 pesquisas OD e PD em rodovias ou vias urbanas; 04 ônibus fretados; 07 ônibus rodoviários; e 04 em aeroportos.	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de cargas e pessoas na MMP	Dados de movimentação de carga e pessoas na MMP	-
Rodoviário	Banco de Dados das Pesquisas OD realizadas para os Estudos de Tráfego dos lotes rodoviários do novo Programa de Concessão do Estado de São Paulo - Pesquisas OD SP-055 - Lote A (IFC)	Banco de Dados de pesquisas OD	Rede Consórcio*: EXECUÇÃO\00_BASE SIG_GEO\POD_PPD\Pesquisas_existentes\DIV_pesquisas_ate2017\Originais Pesquisas\OD_Lote A	2017	2017	Banco de Dados das pesquisas OD realizadas em 5 postos na SP-055, para os Estudos de Tráfego dos lotes rodoviários do novo Programa de Concessão do Estado de São Paulo - Pesquisas OD Lote A, e análise dos resultados (linhas de desejo).	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de cargas e pessoas nos segmentos estudados e entorno	Dados de movimentação de carga e pessoas nas rodovias estudadas	-
Rodoviário	Estudo de Tráfego para Avaliação e Estruturação de Concessão de Cinco Lotes de Rodovias no Estado de São Paulo - Segmentos Renovias, ViaOeste e DER (GESP/SPI, IFC)	Estudo de Concessões Rodoviárias	Rede Consórcio*: EXECUÇÃO\00_BASE SIG_GEO\POD_PPD\Pesquisas_existentes\SPI_recebido em 17-02-2025	2023-2024	2025	Dados da demanda de veículos automóveis e comerciais nos lotes da concessão e entornos, levantados através de 48 pesquisas OD/PD e 85 CVCs.	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de cargas e pessoas nas rodovias dos 5 lotes estudados e região de entorno	Dados de movimentação de carga e pessoas em rodovias	-
Rodoviário	Pesquisa Nacional de Tráfego - PNT (DNIT)	Banco de Dados da pesquisa PNT 2016 e 2017	Rede Consórcio**: DADOS E INFORMAÇÕES\04_RODOVIAS\PESQUISAS TRÁFEGO\DNIT\PNT	2016-2017	2018	Banco de Dados das pesquisas OD e CVCs realizadas para o PNT em 2016 e 2017, com informações socioeconômicas e sobre origem e destino das viagens e em um período de 12h (6h a 18h) diretamente com os condutores dos veículos e das CVCs nos postos de Cobertura (7 dias, 24h/dia).	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de cargas e pessoas no estado de São Paulo.	Dados de movimentação de carga e pessoas nas rodovias federais estudadas.	-
Rodoviário	Quinta Rodada de Concessões Rodoviárias do Estado de São Paulo - Bloco Noroeste Paulista (GESP/Secretaria de Projetos, Orçamentos e Gestão do Estado de São Paulo, FIPE)	Estudo de Concessões Rodoviárias	Rede Consórcio*: EXECUÇÃO\00_BASE SIG_GEO\POD_PPD\Pesquisas_existentes\SPI_recebido em 03-06-2025_POD_PPD_Noroeste	2021	2022	Dados da demanda de veículos automóveis e comerciais no lote da concessão (Bloco Noroeste Paulista) e entornos, levantados através de 39 pesquisas OD/PD e 47 CVCs.	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de cargas e pessoas nas rodovias do Bloco Noroeste Paulista	Dados de movimentação de carga e pessoas em rodovias	-
Rodoviário	Serviços de Consultoria Especializada para Elaboração do Inventário de Emissões de Poluentes Atmosféricos e Gases de Efeito de Estufa por Veículos Automotores no Estado de São Paulo (GESP/SEMIL/SLT/DER-SP)	Matriz de viagens rodoviárias dentro do estado de São Paulo	Rede Consórcio*: DADOS E INFORMAÇÕES\00_INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO CLIENTE\Inventario_Emissoes	2020	2022	Matrizes de viagens rodoviárias dentro do estado de São Paulo, para o ano base de 2019, por tipo de veículo: automóveis, caminhões de 2 e 3 eixos, caminhões de 4 e 5 eixos e caminhões de 6 ou mais eixos.	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de cargas e pessoas no estado de São Paulo	Dados de movimentação de carga e pessoas	-

Tabela A-3. Análise das Fontes para a Matrizes Origem-Destino Parciais de Cargas e Pessoas (pg. 3). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

MODAL	FONTE	TIPO DE DADO	LINK DA INFORMAÇÃO	PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	DESCRITIVO DOS DADOS	PROPÓSITO DOS DADOS	AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DA MATRIZ MODAL	OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES
Rodoviário	Dados das contagens volumétricas e classificatórias do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) e dos radares nas rodovias federais; e dados da Estimativa do VMDA, para os anos com dados de pesquisas OD analisados (DNIT)	Banco de dados de demanda de tráfego	- http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/mapa - Rede Consórcio**: DADOS E INFORMAÇÕES\04_RODOVIAS\PESQUISAS TRÁFEGO\DNIT	2016 a 2023	Anual	PNCT- Coletas de dados nos Postos de Cobertura e Contínuos entre 2016 a 2023; Estimativa do VMDA em toda a malha rodoviária federal pavimentada, de 2016 a 2023.	Mapeamento dos fluxos de tráfego nas rodovias federais da rede de estudo.	Atualização, correção sazonal e expansão dos dados das pesquisas OD nas rodovias federais da rede de estudo.	-
Rodoviário	Dados das contagens volumétricas e classificatórias nas rodovias estaduais concessionadas e do DER-SP, para os anos com dados de pesquisas OD analisados e dados das estimativas do VMD (DER-SP).	Banco de dados de demanda de tráfego	https://www.der.sp.gov.br/WebSite/Servicos/ConjuntoDados.aspx?tema=Volume_Diario_Medio_Das_Rodovias_VDM&conjunto=	2016 a 2025	Periódico	Contagem Volumétrica e Classificatória; Volume Diário Médio das Rodovias (VDM).	Mapeamento dos fluxos de tráfego nas rodovias estaduais (concessionadas e não concessionadas) da rede de estudo.	Atualização, correção sazonal e expansão dos dados das pesquisas OD nas rodovias estaduais (concessionadas e não concessionadas) da rede de estudo.	-
Rodoviário	Dados das contagens volumétricas e classificatórias nas rodovias federais concessionadas (praças de pedágio, equipamentos SAT e radares), para os anos com dados de pesquisas OD analisados (ANTT)	Banco de dados de demanda de tráfego	https://dados.antt.gov.br/dataset?q=volume+de+tr%C3%A1fego&sort=score+desc%2C+metadata_modified+desc	2016 a 2025	Periódico	Volume de Tráfego nas Praças de Pedágio; Volume de Tráfego Equivalentes nas Praças de Pedágio; Tráfego de veículos nos radares de controle de velocidade; Tráfego de veículos nos Equipamentos de Contagem Veicular (SATs).	Mapeamento dos fluxos de tráfego nas rodovias federais concessionadas da rede de estudo.	Atualização, correção sazonal e expansão dos dados das pesquisas OD nas rodovias federais concessionadas da rede de estudo.	-
Ferroviário	Dados VLT Santos	Passageiros Embarcados Acumulados da EMTU - VLT Santos	https://www.emtu.sp.gov.br/emtu/pdf/relatorio-gestao-24.pdf	2024	2024	Relatório do sistema de transporte coletivo do Estado. Incluíndo VLT.	Dados do transporte de VLT	Dados pontuais, sem histórico de origem e destino	-
Ferroviário	Dados Estatísticos de Passageiros do METRÔ, CPTM e EMTU	Passageiros Embarcados Acumulados da CPTM - 2019 -2024	https://www.cptm.sp.gov.br/Transparencia/Pages/Embarcados-Acumulados.aspx	2019-2024	2024-2025	Planilhas e Tabelas com Embarque de Passageiros.	Estações de origem	-	-
Ferroviário	Dados Estatísticos de Passageiros do METRÔ, CPTM e EMTU	Passageiros Embarcados Acumulados da METRÔ- 2019 -2024.	https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/demanda	2020-2025	2024-2025	Planilhas e Tabelas com Entrada de Passageiros e passageiros transportados por linha.	Entrada de passageiro por estação e demanda de passageiro por estação	https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/Sigla%20das%20Esta%C3%A7%C3%B5es.pdf Sigla de estações	-
Ferroviário	Dados Estatísticos de Passageiros do METRÔ, CPTM e EMTU	Passageiros Embarcados Acumulados da METRÔ- 2019 -2024.	https://ri.metrosp.com.br/wp-content/uploads/2024/03/Relatorio-integrado-2023.pdf	2023	2024	Relatório para avaliação da movimentação do ano referência 2023.	Avaliação detalhada do ano de referência de 2023	-	-
Ferroviário	Dados Estatísticos de Passageiros da Via Quatro, Via Mobilidade e LinhaUni (esta em Construção)	Movimentação de Passageiros	https://mobilidade.grupoccr.com.br/content/dam/conteudo-multicanal/mobilidade/conteudo/pt/midia/documentos/passageiros-transportados/viamobilidade/linha-5/entrada-de-passageiros-por-estacao/Entrada%20de%20passageiros%20por%20esta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Novembro%20de%202024.pdf	2024	2024	Planilhas e Tabelas com Movimentação de Passageiros.	Movimentação de Passageiros	Dados pontuais, sem histórico de origem e destino	-
Ferroviário	Dados Estatísticos de Passageiros da Via Quatro, Via Mobilidade e LinhaUni (esta em Construção)	Movimentação de Passageiros	http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/noticias/noticia-detalhes.aspx?id=1433	2023	2024	Planilhas e Tabelas com Movimentação de Passageiros.	Movimentação de Passageiros	Dados pontuais, sem histórico de origem e destino	-
Ferroviário	Metrô de São Paulo	Relatórios e dados operacionais	Relatório Integrado – Metrô	Anual (2022 a 2024) e histórico	2022, 2023, 2024	Relatórios anuais, dados de estações: informações sobre a malha metroviária, número de estações, total de passageiros transportados, dados financeiros, de gestão e uma lista de siglas das estações.	Avaliação do desempenho operacional e financeiro do Metrô de São Paulo.	Dados oficiais que complementam as pesquisas de origem-destino com informações operacionais e de infraestrutura.	Os relatórios integrados fornecem uma visão abrangente da gestão e operação, útil para análises institucionais e financeiras.
Ferroviário	Dados Estatísticos de Passageiros da Via Quatro, Via Mobilidade e LinhaUni (esta em Construção)	Movimentação de Passageiros	https://mobilidade.grupoccr.com.br/	2024	2024	Planilhas e Tabelas com Movimentação de Passageiros.	Movimentação de Passageiros	Dados pontuais, sem histórico de origem e destino	-
Ferroviário	ViaQuatro (Concessionária)	Dados operacionais	https://mobilidade.grupoccr.com.br/viaquatro/historico-de-pessoas-transportadas	2010 até 2025	Não informado	Histórico de pessoas transportadas: histórico mensal de passageiros transportados na Linha 4-Amarela.	Validação e quantificação do volume de passageiros.	Fonte primária e oficial da concessionária, utilizada para aferição dos volumes de passageiros transportados no modal metroviário.	O dado é oficial da concessionária e complementa a base de dados da pesquisa OD, especialmente na quantificação da demanda das linhas concedidas.

Tabela A-3. Análise das Fontes para a Matrizes Origem-Destino Parciais de Cargas e Pessoas (pg. 4). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

MODAL	FONTE	TIPO DE DADO	LINK DA INFORMAÇÃO	PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	DESCRITIVO DOS DADOS	PROPÓSITO DOS DADOS	AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DA MATRIZ MODAL	OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES
Ferroviário	CPTM - Relatórios Históricos (trens turisticos)	Balanços e relatórios operacionais	Relatório Integrado CPTM 2018 (1).pdf, Balanço Social 2014.pdf, Relatório da Administração 2017.pdf	2014, 2017, 2018	2014, 2017, 2018	Dados operacionais e turísticos: Dados operacionais, balanços sociais, e informações sobre o número de passageiros transportados nos trens turísticos.	Análise do desempenho operacional em anos anteriores e avaliação do segmento de trens turísticos.	Fonte de dados histórica para análise de tendências de longo prazo e avaliação de projetos específicos, como os trens turísticos.	Os dados de trens turísticos são encontrados apenas nestes relatórios mais antigos, conforme indicado.
Ferroviário	CPTM - Relatórios Recentes e Projetos	Relatórios de administração e empreendimentos	Relatório Integrado da Administração e Informações Trimestrais | CPTM	2023 e 2024	2023 e 2024	Dados de projetos e gestão: Informações sobre a malha, novos projetos, dados de gestão, mapa da rede e balanços de administração.	Avaliação da performance recente da CPTM e dos planos de expansão.	Dados oficiais essenciais para o diagnóstico operacional e o planejamento de projetos futuros.	Os relatórios mais recentes não contêm dados detalhados sobre trens turísticos, mas focam em empreendimentos e gestão.
Portos	Concais S.A.	Estatísticas do Terminal Marítimo de Passageiros Giusfredo Santini - Santos	https://www.concais.com/estatisticas	2020 - 2024	2025	Movimentação anual de passageiros - embarque e desembarque. Número de escalas e de navios no terminal por ano.	Movimentação anual de passageiros no Terminal Marítimo de Passageiros Giusfredo Santini - Porto de Santos	Dados do porto, sem origem ou destino	-
Rodoviária e Ferroviária	SEMIL/Sucol	Informações sobre o sistema de transporte coletivo de passageiros	U:\PLI-SP\01_Banco_de_Dados\DADOS E INFORMAÇÕES\06_TRANSPORTE COLETIVO SOBRE RODAS\Dados Requisitados Sucol	2014-2025	2025	Quadro informativo operacional mensal; Dados de operação das linhas metropolitanas; Dados dos veículos para fretamento; e Informações operacionais do VLT da Baixada Santista e do respectivo projeto de expansão (traçado, estações, demanda, capacidade, previsão de início e fim).	Análise da movimentação de Passageiros nas linhas metropolitanas e no VLT da Baixada Santista	Validação dos dados de transporte coletivo rodoviário de passageiros. Validação dos dados do VLT/ Complementação da matriz ferroviária.	-
Rodoviário	ANTT Dados Abertos Passageiros do Sistema MONITRIIP	Dados de viagem de transporte rodoviário	https://dados.antt.gov.br/group/passageiros	2019-2025	2025	A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) disponibiliza informações detalhadas sobre o transporte rodoviário de passageiros, incluindo dados sobre: Licenças de Viagens do Fretamento Eventual e Turístico, Seguro de Responsabilidade Civil, Linhas Acordadas Mercosul, Licenças de Viagens do Fretamento Contínuo, Taxa de Fiscalização, Gerenciamento de Autorizações, Motoristas Habilitados, Empresas Habilitadas, e Veículos Habilitados. Também são fornecidos dados do sistema Monitriip, que abrange Indicadores de Implantação, Bilhetes de Passagem, Paradas de Serviço Fretado, Viagens de Serviço Fretado, Viagens de Serviço Regular, e Paradas de Serviço Regular. Há também informações descontinuadas, como Solicitações de Novos Mercados, Licenças Operacionais, Autorizações de Viagem Nacional – Serviço Fretado (Contínuo), Licenças de Viagem Nacional – Serviço Fretado, e Licenças de Viagem Internacional – Serviço Fretado.	Análise da movimentação de passageiros no transporte de ônibus rodoviário, incluindo dados de origem e destino das viagens e trajetos das linhas.	Validação dos dados de transporte coletivo rodoviário de passageiros.	-
Rodoviário	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU)	Dados de linhas de ônibus	https://www.emtu.sp.gov.br/EMTU/home/home.htm	2014-2023	2025	Dados da EMTU das linhas de ônibus que estão em operação nas regiões metropolitanas RMSP, RMBS, RMC, RMS e RMVPLN.	Validação dos dados de transporte coletivo rodoviário de passageiros.	Validação dos dados de transporte coletivo rodoviário de passageiros.	-
Rodoviário / Ferroviário / Aeroviário	IBGE/REGIC	Informações sobre as regiões de influência brasileiras	https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html	2018	2020	A REGIC 2018 (Regiões de Influência das Cidades), realizada pelo IBGE com dados de 2018 e publicada em 2020, é um estudo que mapeia e classifica a hierarquia e as relações de influência entre as cidades brasileiras, desde metrópoles globais até centros locais. Ela revela um aumento na complexidade da rede urbana nacional, com a emergência de novos centros regionais e a intensificação dos fluxos populacionais e de serviços, sendo fundamental para o entendimento da dinâmica territorial e o planejamento de políticas públicas no Brasil.	Validação da importância das cidades na geração/atração de viagens.	Validação da importância das cidades na geração/atração de viagens.	-
Todos (passageiros)	OD Pesquisa Origem Destino 2023 (GESP/STM/Metrô)	Banco de dados da pesquisa domiciliar OD2023 (Metrô)	https://www.metro.sp.gov.br/pt_BR/pesquisa-od/	2023	2025	Passageiros, total e por modo principal: Relatório de Pesquisa, dados origem/destino e perfil socioeconomico das zonas de tráfego; comparativo com 2017. Banco de dados da pesquisa domiciliar OD2023, com os dados das movimentações das pessoas na RMSP por modo (metrô; trem; monotrilho; ônibus/micro-ônibus/van (metropolitano, município de São Paulo ou outros municípios); transporte fretado; transporte escolar; automóvel (passageiro ou motorista); táxi (convencional ou não convencional/aplicativo); mototáxi; moto (passageiro ou motorista); bicicleta; a pé; ou outros).	Avaliação da mobilidade das pessoas na RMSP (por município, renda, motivo, atividade, grau de instrução, etc.) no ano de referência de 2023 e matriz de viagens de pessoas entre municípios da RMSP.	Dados confiáveis e recentes para viagens internas à RMSP que podem ser utilizados na calibração da matriz modal (ferroviária e rodoviária) de pessoas na RMSP.	-
Todos (passageiros)	Plano Integrado de Transporte Urbano da RMSP - PITU 2040 (GESP/STM)	Matrizes de Transporte Privado (car), de Transporte Público (PuT) de Passageiros e de Pedestres (Walk)	Rede Consórcio*: DADOS E INFORMAÇÕES\00_INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO CLIENTE\Estudos_PITU	2017-2018	2021-2024	Matrizes de Transporte de Passageiros Privado (PrT) e Público (PuT) e de Pedestres (Walk) na RMSP, indicando o quantitativo da movimentação de pessoas/dia entre os pares de OD, para cada tipo de transporte (PrT, PuT e Walk), por motivo de viagem (educação, trabalho_renda 1, trabalho_renda 2, trabalho_renda 3, trabalho_renda 4 e outros) e total, para o ano base (2017) e horizontes 2025 (tendencial_inicial), 2030 (tendencial_inicial), 2035 (tendencial_inicial), 2040 (tendencial_inicial), 2040 (pessimista_inicial) e 2040 (otimista_inicial).	Mapeamento das origens e dos destinos da movimentação de pessoas na RMSP	Dados de movimentação de pessoas na RMSP	-
Travessias	SEMIL	Estatísticas de movimentação de veículos e passageiros	Rede Consórcio*: DADOS E INFORMAÇÕES\00_INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO CLIENTE	2019 - 2024	2025	Movimento anual de veículos e passageiros por travessia (14 travessias consioderadas).	Movimentação anual de veículos e passageiros nas travessias	Dados de movimentação nas travessias.	-

Tabela A-3. Análise das Fontes para a Matrizes Origem-Destino Parciais de Cargas e Pessoas (pg. 5). Fonte: Consórcio Concremat - Transplan.

MODAL	FONTE	TIPO DE DADO	LINK DA INFORMAÇÃO	PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	DESCRITIVO DOS DADOS	PROPÓSITO DOS DADOS	AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DA MATRIZ MODAL	OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES
Trem e Monotrilho	ViaMobilidade (Concessionária)	Dados operacionais	https://mobilidade.grupoccr.com.br/viamobilidade8e9/historico-de-pessoas-transportadas/ e https://mobilidade.grupoccr.com.br/viamobilidade5/historico-de-pessoas-transportadas	2023 até 2025	Não informado	Histórico de pessoas transportadas: histórico mensal de passageiros transportados nas linhas 5-Lilás (Metrô) e 8/9-Diamante/Esmeralda (Trem).	Validação e quantificação do volume de passageiros.	Fonte primária e oficial da concessionária, utilizada para aferição dos volumes de passageiros transportados nas linhas concedidas.	O dado é oficial da concessionária e complementa a base de dados da pesquisa OD, especialmente na quantificação da demanda das linhas concedidas.

Apêndice B: Comparação entre as versões do Plano Nacional de Logística: PNL 2035 e PNL 2050

B Comparação entre as Versões do Plano Nacional de Logística: PNL 2035 e PNL 205

O Plano Nacional de Logística (PNL) é um plano em nível estratégico, sendo um dos instrumentos do Planejamento Integrado de Transportes (PIT) do Governo Federal. Seus estudos acontecem de forma cíclica, ou seja, são atualizados periodicamente, identifica-se em cada ciclo o aprimoramento da metodologia utilizado quando comparado com a versão anterior.

A versão indicada no Termo de Referência refere-se ao PNL 2035, correspondente ao ciclo vigente (2024–2027). No entanto, o Consórcio tem acompanhado o processo de atualização do plano para a versão PNL 2050, com o objetivo de realizar um diagnóstico completo dessa nova edição, avaliar os avanços incorporados e, com base nisso, indicar sua eventual adoção em substituição ao PNL 2035.

Nesse sentido, o processo de atualização do PNL 2050 teve início em 2024, com a criação de uma articulação interministerial[5] voltada à elaboração dos estudos do novo Plano Nacional de Logística. No início de 2025, os primeiros resultados desse estudo foram divulgados para consulta pública, incluindo os dados insumos das matrizes de origem e destino de cargas.

Ressalta-se que esses dados ainda são preliminares e foram apresentados ao público com o objetivo de validar, junto ao setor produtivo, a dinâmica atual e futura da produção brasileira, promovendo a construção de uma rede qualificada e colaborativa.

Nesse enfoque, pela primeira vez o PNL foi aberto à participação popular já na etapa de construção das matrizes origem-destino de cargas. No 1º Ciclo - Construção das Matrizes, composto por cinco encontros técnicos regionais, que reuniram a sociedade, especialistas e representantes de diversos setores que discutiram as matrizes origem-destino de cargas divulgadas e o futuro da logística no Brasil. Esses encontros foram realizados em todas as cinco regiões do país[6], no período de 02/04/2025 a 07/05/2025.

Com as conclusões desses encontros e com o avanço dos trabalhos deu-se início ao 2º Ciclo - Construção do Diagnóstico, também composto por cinco encontros técnicos regionais, que reuniram especialistas e representantes do setor produtivo para discutir validar os fluxos de carregamento, os corredores de transporte e os principais gargalos regionais no sistema de transportes. Esses encontros foram realizados, no período de 13/05/2025 a 09/06/2025[7]. Além dos encontros técnicos, para esse 2º ciclo foi realizada ampla consulta pública sobre os carregamentos, saturações e corredores de exportação, assim como pesquisas qualitativas, pela aplicação de um questionário online elaborado pela Fundação Dom Cabral, com contribuições até 13/07/2025[8].

Com as críticas recebidas nesses encontros, pesquisas e outros contatos realizados no escopo desse projeto, estão sendo realizadas validações nas matrizes preliminarmente divulgadas, havendo uma previsão para a divulgação oficial de uma nova versão dessas matrizes origem-

[5] Foi criado o Comitê de Governança do Planejamento Integrado de Transportes (CGPIT), envolvendo além do Ministério dos Transportes, o Ministério de Portos e Aeroportos, a Casa Civil da Presidência da República e o Ministério do Planejamento e Orçamento.

[6] 1º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Sul: em 02/04/2025, em Curitiba (PR), no Centro de Eventos da FIEP; 2º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Centro-Oeste: em 16/04/2025, em Cuiabá (MT), na FIEMT; 3º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Sudeste: em 22/04/2025, em São Paulo (SP), na FIESP; 4º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Norte: em 30/04/2025, em Manaus (AM), no SENAI-AM; 5º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Nordeste: em 07/05/2025, em Recife (PE), na FIEPE-PE.

[7] 6º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Sudeste: em 13/05/2025, no Rio de Janeiro (RJ), na FIRJAN; 7º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Nordeste: em 20/05/2025, em Salvador (BA), na FIEB; 8º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Norte: em 26/05/2025, em Belém (PA), na FIEPA; 9º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Centro-Oeste: em 03/06/2025, em Campo Grande (MS), no Sistema FAMASUL; 10º Encontro Regional do PNL 2050 – Região Sul: em 09/06/2025, em Porto Alegre (RS), no Hotel Deville.

[8] Segundo a Sra. Gabriela Monteiro Avelino, Subsecretária de Fomento e Planejamento do MT, para qualificar o PNL 2050 em cada uma de suas etapas, foram incorporados ao processo parceiros externos que estão prestando apoio técnico e permitindo o aprimoramento dos produtos em cada uma das etapas intermediárias. Para a primeira etapa de insumos, contou-se com a Fundação Dom Cabral que colaborou para o alcance do setor produtivo, e uma boa compreensão da dinâmica de produção brasileira, assim como para a obtenção de matrizes de origem destino de qualidade. A Dom Cabral tem feito entrevistas, pesquisas qualitativas com o setor produtivo, para ouvir as percepções do setor a respeito da projeção de crescimento da produção brasileira, resultando em insumos de mais qualidade e validados com o setor produtivo, que é quem mais sabe sobre essas matrizes. Além da Dom Cabral, também foram feitas parcerias com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e com a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária (CNA) para realmente alcançar os produtores, sendo essas confederações importantes na capilaridade para o alcance das empresas, dos pontos de produção e para poder ouvir os agentes interessados no tema.

destino para cargas (MODs Cargas) em 31/07/2025[9]. Observa-se que a versão preliminar das matrizes origem-destino de pessoas (MODs Pessoas) foi divulgada em 03/07/2025.

Embora ainda não haja a divulgação oficial da última versão das MODs Cargas do PNL 2050 para cargas, buscou-se avaliar ambas as versões – 2035 e 2050 – com o objetivo de identificar qual delas é mais adequada para aplicação, especialmente em relação às modificações realizadas na elaboração da matriz OD. A análise comparativa das duas versões detalha critérios que vão além da avaliação da matriz, conforme apresentado na tabela abaixo, que apresenta todos os critérios comparativos analisados para avaliação das duas versões do PNL.

Tabela B-1. Comparação PNL 2035 e PNL 2050. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

Critério	PNL 2035	PNL 2050
Período de projeção	Até o ano de 2035	Até o ano de 2050
Responsável técnico	EPL (atualmente INFRA S.A.)	INFRA S.A., com aprimoramento da governança
Abrangência institucional	Foco em modais e infraestrutura	Ampla articulação com temas logísticos, sociais, ambientais e produtivos
Participação social	Consulta pública digital	Consulta pública com ampla escuta, oficinas, envolvimento de estados e setores *(Cronograma de eventos regionais, reuniões bilaterais e pesquisas qualitativas em momentos estratégicos do cronograma para garantir participação social efetiva de mercado, sociedade civil e outras partes interessadas. As consultas já iniciam na etapa de construção das matrizes, passando pelo diagnóstico e demais etapas do estudo)*
Integração com políticas públicas	Pouca articulação com planos estaduais	Maior articulação com planos estaduais
Fonte de dados	Big Data de NF-e (2013) e Comex Stat, com outras fontes de dados de transportes.	Big Data de NF-e (2019) e Comex Stat, com incorporação de novas fontes de dados para aumentar precisão das matrizes do cenário atual e pesquisa qualitativa para incorporar percepção do mercado nas projeções de futuro.
Ano Base das Matrizes	2017	2023
Zoneamento - Unidade Base	Municípios (5.570) para matrizes domesticadas e agrupamentos de países em zonas internacionais para fluxo externo	
Número aproximado de zonas logísticas	~150, sendo realizado para as análises o agrupamento dos municípios por regiões e afinidades logísticas (rodovias, ferrovias, hidrovias, portos) e considerando número inferior de eixos logísticos principais e interfaces multimodais.	~450, sendo os agrupamentos ajustados por eixos (rodovia, ferrovia, hidrovia, rodovio-portuário), com as finalidades de: identificar gargalos locais em escala municipal; priorizar investimentos em terminais e infraestrutura regional; integrar dimensionamento intermodal detalhado; e obter um maior alinhamento com corredores estratégicos.
Foco geográfico	Análise nacional com detalhamento por macrorregião	Inclusão de corredores estratégicos, com maior ênfase nas conexões inter-regionais e fronteiriças
Grupos de carga e macroprodutos	38 macroprodutos agrupados em 6 grandes grupos de carga	43 macroprodutos agrupados em 6 grandes grupos de carga
Sazonalidade	Genérica, anualizada	Específica, mês a mês por produto, com a identificação de gargalos a partir da saturação (análise de onde a capacidade do sistema de transportes atual não comporta o volume transportado trimestralmente).
Intermodalidade	Considerada, mas com menor aprofundamento	Fortemente priorizada, com propostas para aumento da participação ferroviária e hidroviária
Indicadores de desempenho	Principalmente custo e tempo de transporte	Adição de indicadores de emissões de CO_2, segurança viária e confiabilidade
Cenários prospectivos	Crescimento de demanda e infraestrutura existente	Inclusão de cenários de transição energética, descarbonização e digitalização
Tecnologias e inovação	Pouca ênfase	Ênfase em automação, hidrogênio, eletromobilidade e tecnologias de baixo carbono
Ferramentas de modelagem	Modelo de Simulação de Transporte Multimodal	Nova plataforma, com modelagem mais robusta e transparente. É o ambiente digital interoperável utilizado pela Infra S.A. para modelagem logística e simulação, que reúne dados empíricos das NF-e informações de infraestrutura, rotas rodoviárias, ferroviárias, hidrovias e portos e atua como ferramenta para análise de fluxos, identificação de gargalos e simulação de cenários de investimento (ex.: novos corredores intermodais, terminais etc.).

Dentre os critérios avaliados, destacam-se principalmente os seguintes:

- **Período de projeção**: a versão PNL 2050 apresenta projeções até o horizonte definido no PLI, o ano 2050;
- **Abrangência institucional**: a versão do PNL 2050 contempla temas sociais, ambientais e produtivos, ampliando o escopo de análise em sinergia com as diretrizes do PLI;
- **Fontes de dados**: as bases de dados das Notas Fiscais Eletrônicas e do Comex Stat foram atualizadas, adotando 2019 como novo ano de referência em substituição a 2013;

- **Ano base das matrizes:** o ano base do PNL 2035 é 2017 (atualização dos dados de 2013), enquanto na versão do PNL 2050 é 2023 (atualização dos dados de 2019), mesmo ano base pretendido para os estudos do PLI;
- **Grupos de cargas e macroprodutos**: o PNL 2035 trabalha com 38 macroprodutos; já o PNL 2050 contempla 43 macroprodutos;
- **Zoneamento da unidade base**: manutenção do zoneamento para todos os municípios do Brasil.

Além das alterações citadas, a principal alteração na versão do PNL 2050, na análise conduzida pelo Consórcio, refere-se a limpeza dos dados com o tratamento de transbordo**.**

Apêndice C: Avaliação Metodológica das Matrizes de Cargas do PNL 2050

C Avaliação Metodológica das Matrizes de Carga do PNL 2050

Essa avaliação teve como objetivo compreender as etapas envolvidas na construção das matrizes origem-destino de cargas do PNL 2050, com foco na identificação das premissas metodológicas adotadas. Foram analisados aspectos como os critérios utilizados para definição do zoneamento, as fontes de dados e os procedimentos de tratamento aplicados, a forma de agregação das cargas por grupo de produto, entre outros elementos relevantes.

A metodologia completa encontra-se descrita no documento "Metodologia de Construção das Matrizes Origem-Destino Cargas – Etapa Insumos", disponível no endereço eletrônico: https://pit.infrasa.gov.br/insumos-matrizes/.

C.1 Análise do Zoneamento

O zoneamento adotado no PNL 2050 – mesmo adotado para a versão anterior do PNL 2035 -, de forma geral, tem uma ótica macronacional para os fluxos logísticos de cargas, segmentados por polos de produção e consumo e pela oferta de infraestrutura. Desse modo, a malha modelada para alocação da demanda é simplificada para grandes corredores de fluxo de demanda por transporte.

No entanto, para que fluxos intrazonais – que foram descartados nas versões anteriores ao PNL 2035 – fossem considerados, foi adotada uma divisão mais detalhada, representada por uma Zona de Tráfego para cada um dos 5.570 municípios do território nacional, excluindo, dessa forma, apenas as diagonais matriciais que representam os fluxos intramunicipais.

Fora dos limites nacionais, denominado zoneamento externo no contexto das versões do PNL 2035 e 2050, foram definidos 19 centroides. Para a América do Sul, cada país é representado por uma zona de tráfego. Para o restante do zoneamento internacional, tem-se uma zona de tráfego para cada agregação de países, a saber: América Central; América do Norte; Europa; Oriente Médio (Ásia-África-Países Árabes); África; Oceania (Oceania-Austrália); e Ásia.

No contexto do PNL 2050, ainda foram levantados todos os trechos ferroviários e terminais ativos, bem como as redes de navegação interiores, lacustre, cabotagem e de longo curso e suas devidas instalações portuárias, sejam públicas ou privadas. No zoneamento isso se concretizou com a definição de terminais ferroviários, portos e aeroportos com voos regulares, sendo esses agregados à zona do município ao qual pertence, tendo em vista que a premissa do modelo se baseia na obtenção de origens/destinos finais e não de possíveis pontos de transbordos.

C.2 Análise das Fontes de Dados

Conforme compartilhado, as matrizes origem-destino de cargas do PNL 2050 utilizam as seguintes fontes de dados, a fim de cobrir a maioria das movimentações de cargas do país, todas obtidas com o ano de referência de 2019:

- Conjunto de dados de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e), da Secretaria da Receita Federal do Brasil, que cobre grande parte da movimentação doméstica de cargas do país;
- Microdados de comércio exterior do Comex Stat, desagregados por município e SH4 (composto pelos 4 primeiros dígitos da NCM) disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC);
- Microdados de movimentação portuária, disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ);

- Informações sobre movimentação ferroviária de minério de ferro, geradas a partir do Sistema de Acompanhamento do Desempenho Operacional das Concessionárias (SIADE) e disponibilizadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT);
- Informações sobre as movimentações de Granéis Líquidos (GL) por dutos longos da Petrobras Transporte SA (Transpetro).

Além disso, foram obtidos os dados das matrizes de origem-destino de cargas aéreas levantadas pela Secretaria de Aviação Civil (SAC), através de documentos de Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e) que informam a origem e o destino da carga. Esses dados foram utilizados para validar as origens e destinos dos produtos registrados nas NF-e.

Para a associação dos dados também foram utilizados dados de tabelas secundárias, disponibilizados publicamente, com as seguintes listas: municípios da Comex Stat; instalações portuárias; municípios pertencentes a arranjos populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

C.3 Análise do Tratamento dos Dados

Os dados das matrizes foram agregados anualmente, porém também foi realizado tratamento da sazonalidade dos produtos. Quanto ao tratamento dos dados levantados nas fontes citadas, procedeu-se com os seguintes passos, por fonte de dado:

- **dados de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e):**
  1) os dados das NF-e foram limpos, em conformidade com a metodologia do IPEA, removendo itens que não implicam em movimentação física - que poderiam superestimar os volumes em circulação no país - e invertendo, quando cabível, as ODs para corrigir distorções de fluxos;
  2) os CNAE do emitente e destinatário foram agregados em produtor, atacado ou varejo. Essa informação é relevante para que seja identificado o elo da cadeia produtiva em que se encontra aquela operação, o que influencia o preço do produto e o processo de tratamento de transbordos;
  3) foi realizado um levantamento dos preços para associar a cada possível SH2, SH4 e NCM um valor monetário da unidade, sendo que esses preços variam em função do emitente ser um produtor, atacadista ou varejista. A divisão do valor total do item na NF-e pelo preço resulta na estimativa de toneladas daquele item;
  4) utilizou-se o NCM para associar itens a um determinado macroproduto do PIT;
  5) agregou-se a base de dados a nível de município de origem, município de destino, grupo de CNAE de origem, grupo de CNAE de destino e macroproduto do PIT, somando as toneladas.
- **dados do Comex Stat:**
  1) foi realizado um tratamento prévio dos códigos dos municípios que apresentavam divergências em relação aos códigos dos municípios do IBGE;
  2) foi realizada a associação dos produtos (identificados a nível de SH4, já com a identificação dos pesos) aos macroprodutos do PIT;
  3) foi feita a agregação dos países do resto do mundo em zonas externas, para fins de simplificação do modelo de alocação utilizado para visualizar os carregamentos na rede de simulação;
  4) foi realizada a agregação dos dados a nível de município (zona externa) de origem, município (zona externa) de destino e macroproduto do PIT, somando as toneladas. Para operações de exportação, assumiu-se que a origem possuía um CNAE de atacado e o destino um CNAE de varejo. Para operações de importação, assumiu-se que a origem possuía um CNAE de produtor e o destino um CNAE de atacado.
- **dados da movimentação portuária:** as notas fiscais não apresentavam boa cobertura de fluxos de cabotagem e navegação interior. Assim, foi necessário utilizar a base de dados

de movimentação portuária da ANTAQ para complementar esses fluxos, que foram tratados da seguinte forma:

1) os microdados estão a nível de instalações portuárias de origem e destino, sendo necessário limpar a tabela auxiliar de instalações portuárias, atribuindo a cada porto o código IBGE do seu respectivo município (porto-cidade);
2) foi realizada a associação dos produtos (identificados a nível de SH4, já com a identificação dos pesos) aos macroprodutos do PIT;
3) agregou-se a base de dados a nível de município de origem, município de destino e macroproduto do PIT, somando as toneladas. Como regra geral, assumiu-se que origem e destino possuíam CNAE de atacado, com algumas exceções.

- **dados da movimentação ferroviária de minério de ferro:** as notas fiscais não apresentavam boa cobertura de fluxos domésticos de minério de ferro, devido à verticalização da cadeia produtiva desse produto. Portanto, foram utilizados os dados de movimentação do SIADE para complementar esses fluxos, que foram tratados da seguinte forma:
  1) os dados estão a nível de terminais ferroviários de origem e destino. Dessa forma, foi necessário associar a cada terminal o seu respectivo município de origem e destino;
  2) como esses dados foram utilizados apenas para o minério de ferro, bastou filtrar os registros com base na definição de mercadorias da ANTT, não sendo necessário trabalhar com NCM, SH2 ou SH4. Também foram removidos os registros em que os destinos eram municípios portuários, a fim de evitar dupla contagem com os dados de comércio exterior;
  3) os dados foram agregados a nível de município de origem e município de destino, somando as toneladas. Assumiu-se que os grupos de CNAE das origens e destinos era atacadista.
- **dados da movimentação dutoviária:** as notas fiscais não apresentavam boa cobertura de fluxos domésticos dutoviários, que são especialmente relevantes para o grupo de carga GL. Portanto, foram utilizados os dados de movimentação de dutos longos da Transpetro (operadora que apresenta a maior parte das movimentações desse modal) para complementar esses dados. Nota-se que a base de dados dutoviária não foi agregada com as demais, uma vez que o modelo de alocação encara os dutos como sendo exógenos, e não objeto de escolha modal. Assim, essas movimentações foram destacadas nas matrizes origem-destino. O tratamento dos dados da Transpetro foi realizado da seguinte forma:
  1) como as informações estão a nível de terminais de origem e destino e estão desagregadas por produtos que não seguem uma divisão clara de NCM, foi necessário realizar uma associação manual entre terminais e municípios, assim como entre produtos da Transpetro e os macroprodutos do PIT, seguindo as regras: Diesel, gasolina, querosene, nafta, gasóleo, óleo combustível, gasóleo para craqueamento e gasóleo pesado de coque foram associados ao macroproduto "Combustíveis derivados do petróleo"; Gás liquefeito foi associado ao macroproduto "GLP"; Álcool foi associado ao macroproduto "Biocombustíveis";
  2) como as movimentações são expressas em metros cúbicos, utilizou-se a densidade dos produtos, conforme definido pela ANP, para converter os resultados em toneladas;
  3) os dados foram agregados a nível de município de origem e município de destino, somando as toneladas. Assumiu-se que os grupos de CNAE das origens e destinos era atacadista.

C.4 Análise da Seleção dos Macroprodutos

Quanto à agregação dos dados, a fonte original de dados, tipifica as cargas em termos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Como a granularidade do NCM e muito alta para fins do planejamento logístico nacional, optou-se por agrupamentos em macroprodutos e grupos de carga. Assim, os macroprodutos estudados no PNL 2050 foram definidos com base em critérios logísticos e econômicos, a partir dessa nomenclatura da NCM, e agrupam produtos com comportamento semelhante em termos de transporte, valor, volume, sazonalidade e

escolha modal, conforme metodologia desenvolvida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), com melhorias implementadas para o PNL 2050, principalmente relacionadas as pesquisas qualitativas com empresas e associações do setor produtivo, para melhor entender a dinâmica da produção e validar os macroprodutos selecionados.

Seguindo os passos da metodologia do IPEA, a partir do banco de dados de NF-e 2019 tratado, foi realizada uma análise inicial baseada na somatória dos valores monetários das NF-e para cada NCM (8 dígitos). Estes NCM foram primeiramente agrupados por capítulo (SH2) e verificado o valor monetário total de cada produto. Caso um ou mais produtos representassem 30% ou mais em termos monetários do capítulo (SH2) ele era destacado como um produto separado.

Uma vez agrupados, procedeu-se a análise logística dos NCMs contidos em cada macroproduto, verificando-se a característica logística de cada NCM, de modo que produtos com características de transportes diferentes de seu macroproduto, foram alocados a outros Macroprodutos no qual mantivessem maior similaridade logística ou foram destacados com um macroproduto específico. A análise logística foi realizada, por exemplo, para a definição do Etanol, que foi agrupado com o biodiesel, formando um macroproduto "biocombustíveis". Nota-se que esse produto estava inicialmente agrupado em função do NCM como "Produto Químico Orgânico", produtos estes tipicamente transportados como carga geral conteinerizável, característica logística bastante distinta do Etanol, granel líquido tipicamente transportado em caminhões tanques.

Do processo das análises iniciais, resultaram dois ranqueamentos por produto segundo o critério: (i) baseado na ordem decrescente de valor financeiro total e, (ii) baseado na ordem decrescente de volume total transportado.

Dando continuidade as análises, considerando os critérios de representativa acumulada de 75% em valor financeiro e 75% em volume, chegou-se a uma lista de 43 macroprodutos representativos.

Após esta etapa foi feita uma análise de similaridade entre os produtos incluídos nesta primeira fase de seleção e aqueles fora da análise por este critério. Foi observado que a classificação da RFB por NCM para cada produto separa produtos de natureza semelhante, os quais representam um mesmo tipo de produto para fins de transporte. Um exemplo é o Capítulo 3, que se refere às carnes de pescados (peixes, frutos do mar etc.), que havia se estabelecido inicialmente dentre os demais capítulos não representativos, mas foi incorporado a classe de produtos "Carnes" pela similaridade.

Adicionalmente foi realizada uma análise produto a produto de forma a identificar aqueles produtos contidos na Base de Dados das NF-e, mas que não geram transporte, tais quais: energia elétrica (NCM 2716.00.00); plataformas de perfuração ou de exploração, flutuantes ou submersíveis (NCM 8905.20.00), navios de guerra (NCM 8906.10.00), dentre outros.

A partir desta lista, observou-se que mais de 90% das NF-e tratadas estavam contempladas e assim optou-se em fazer uso de todo o banco de dados de NF-e, sendo os macroprodutos não selecionados pelos critérios anteriores agrupados com as seguintes nomenclaturas: Outras Cargas Gerais Conteinerizáveis (OCGC) e Outras Cargas Gerais Não Conteinerizáveis (OCGNC).

Ao final, obtive-se uma relação de 43 macroprodutos, conforme disposto na Tabela C-1.

Tabela C-1. Grupos de Carga e Macroprodutos. Fonte: PNL 2050.

Grupo de Carga	Macroproduto
Cargas Gerais Conteinerizáveis (CGC)	Alimentos industrializados
	Bebidas
	Café, chá, mate e especiarias
	Carnes
	Cimento
	Eletrônicos
	Embalagens plásticas, botijões para gás, pallets de madeira e garrafas de vidro
	Frutas e verduras
	Inseticidas, fungicidas e herbicidas
	Laticínios
	Madeira e carvão
	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
	Medicamentos
	Obras de ferro fundido
	Outras CGC
	Papel e celulose
	Plásticos e suas obras
	Pneus, componentes e acessórios de automóveis
	Produtos de higiene e limpeza
	Produtos químicos
	Ração animal
	Vestuário
Cargas Gerais Não Conteinerizáveis (CGNC)	Animais vivos
	Cargas especiais
	Outras CGNC
	Produtos siderúrgicos
	Veículos automotivos
Graneis Líquidos (GL)	Biocombustíveis
	Combustíveis derivados do petróleo
	GLP
	Óleo bruto
Graneis Sólidos Agrícolas (GSA)	Açúcar
	Arroz
	Farelo de soja
	Milho
	Soja
	Trigo
Graneis Sólidos Minerais (GSM)	Minério de Ferro
Outros Graneis Sólidos Minerais (OGSM)	Adubos e fertilizantes
	Outros GSM
	Carvão mineral
	Petroquímicos sólidos
	Sal

Por sua vez, esses macroprodutos estão relacionados a 161 produtos separados por SH2 ou SH4, conforme listado no arquivo auxiliar "dicionário-bases-dados.xlsx" disponibilizado em conjunto com as matrizes origem-destino dos 43 macroprodutos do PNL 2050.

C.5 Análise da Conversão dos Preços das NF-e em Toneladas

Para a conversão dos valores da Nota Fiscal Eletrônica (NF-e) 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:

- Verificação da representatividade de cada produto (NCM com 8 dígitos) em cada capítulo;
- Seleção dos produtos principais (até 65% de representatividade em valor acumulado no capítulo, resultando em 487 produtos);
- Diferenciação por agente da cadeia (produtor/atacado/varejo), a partir da análise do código da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) de origem;
- 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 (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 NF-e em Volumes de Carga. Para a obtenção dos preços unitários resultados de operações comerciais nacionais para os principais produtos, foi realizada 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 dos 487 produtos principais (que representam cerca de 60% de toda a matriz de valor), associados a três possíveis agentes da cadeia e a três tipos de operação comercial, resultou em 4.383 preços. 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, baseadas nas relações entre valores do comércio nacional com comércio exterior encontrados para os produtos principais. Dessa forma, a base final de preços para conversão dos valores para peso, possui 88.182 preços diferenciados.

Nota-se que os preços – com distinção entre preços de atacado, produtor e varejo – foram levantados em uma pesquisa de preços de 2017 que foi atualizada para 2019. Eles não foram regionalizados na ocasião dessa atualização, porém, para as projeções das matrizes de 2019 para 2023 e depois para os cenários até 2050 foram.

C.6 Análise do Tratamento dos Transbordos

A última etapa de limpeza dos dados envolve o tratamento de transbordos. Para implementar esse tratamento, foram filtrados os registros que possuíam origem ou destino classificados como atacado. Com base nesse subconjunto, criou-se uma rede entre municípios atacadistas de cada macroproduto. Essa rede foi ordenada, de forma a simular o caminho percorrido pela carga, saindo de municípios que são abastecidos por poucos fluxos e chegando em municípios que recebem fluxos de diversas localidades, como os municípios portuários.

Esse ordenamento é importante porque o tratamento feito em um município afeta fluxos que entram e saem dele, alterando volumes de outros municípios no processo. Percorreu-se, então, os municípios desse ordenamento, implementando para cada um deles um algoritmo que removesse as duplas contagens a partir da redistribuição de fluxos. Esse algoritmo foi adaptado em relação ao descrito no relatório metodológico do IPEA.

O tratamento de transbordo buscou construir matrizes de produção, associando origens aos seus destinos. Essa etapa é importante por dois motivos principais: removeu duplas contagens associadas a movimentações intermediárias, permitindo que os volumes finais das matrizes OD pudessem ser auditados por meio de dados oficiais de produção, assim como removeu a

rigidez das matrizes OD, permitindo que o modelo de alocação escolhesse rotas mais vantajosas na construção do cenário-meta.

Foram implementados três tipos de correção, a seguir expostos, onde, para fins de explanação, denotam-se para um município P, suas origens como O e seus destinos como D:

- **Correções do tipo 1**: implementadas quando os fluxos atacadistas de entrada no município (fluxos OP) são menores ou iguais aos fluxos atacadistas que saem do município (fluxos PD). Isso implica que os atacadistas de P agregaram toneladas na cadeia produtiva. Assim, ligam-se diretamente os fluxos OP nos destinos D, criando uma série de fluxos OD que não passam por P, e apenas o valor agregado por P é distribuído para os destinos D. Esses fluxos OD são criados utilizando a proporção dos destinos nos fluxos PD;
- **Correções do tipo 2:** implementadas quando os fluxos atacadistas de entrada no município (fluxos OP) são maiores que os fluxos atacadistas que saem do município (fluxos PD). Isso implica que os atacadistas de P consumiram toneladas no seu processo de produção. Esse consumo é dado justamente pela diferença entre os fluxos PD e OP. Assim, ajustam-se os fluxos OP para que eles reflitam apenas esse consumo, utilizando como referencial as proporções das origens nos fluxos OP. O saldo restante corresponde ao que os atacadistas de P repassaram para D. Utilizando as proporções dos destinos nos fluxos PD, liga-se esse saldo aos destinos D, criando uma série de fluxos OD que não passam por P. Feita essa redistribuição, removem-se da base de dados os fluxos PD originais, que se tornam redundantes;
- **Correções do tipo 3:** implementada para municípios portuários. Nesse caso, assume-se que os atacados fazem um transbordo total, não agregando, nem consumindo nada localmente. Portanto, ligam-se diretamente os fluxos OP nos destinos D, criando uma série de fluxos OD que não passam por P. Esses fluxos OD são criados utilizando a proporção dos destinos nos fluxos PD. Uma vez feita essa ligação, são deletados os fluxos OP e PD que chegam no município portuário, que se tornam redundantes. É importante ressaltar que esse procedimento trata apenas os fluxos envolvendo operações de atacado. Assim, operações entre produtores e varejo são mantidas sem tratamento, pois se entende que elas já representam fluxos finais.

Apêndice D: Avaliação Metodológica das Matrizes de Pessoas do PNL 2050

D Avaliação Metodológica das Matrizes de Pessoas do PNL 2050

Essa avaliação teve como objetivo compreender as etapas envolvidas na construção das matrizes origem-destino de pessoas do PNL 2050, com foco na identificação das premissas metodológicas adotadas. Foram analisados aspectos como os critérios utilizados para definição do zoneamento, as fontes de dados e os procedimentos de tratamento aplicados, a forma de agregação dos dados por modal, entre outros elementos relevantes.

A metodologia completa encontra-se descrita no documento "Metodologia de Construção das Matrizes Origem-Destino Pessoas – Etapa Insumos", disponível no endereço eletrônico: https://pit.infrasa.gov.br/insumos-matrizes/.

D.1 Análise do Zoneamento

O zoneamento adotado no PNL 2050 para a matriz de pessoas, foi o mesmo já analisado para a matriz de cargas, representado por uma Zona de Tráfego para cada um dos 5.570 municípios do território nacional, excluindo apenas as diagonais matriciais que representam os fluxos intramunicipais e para cada uma das 19 zonas de tráfego externas, correspondentes a cada país da América do Sul e as agregações de países: América Central; América do Norte; Europa; Oriente Médio (Ásia-África-Países Árabes); África; Oceania (Oceania-Austrália); e Ásia.

D.2 Análise das Fontes de Dados

As matrizes origem-destino de pessoas (MOD Pessoas) do PNL 2050 utilizam as seguintes fontes de dados, com ano de referência de 2019, a fim de cobrir a maioria das movimentações de pessoas do país:

- Conjunto de dados de Big Data de telefonia móvel, obtidas por meio de contrato com a TELEFONICA BRASIL S.A. (Operadora Vivo). A metodologia completa de construção desses dados está disponibilizada publicamente.
- Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte coletivo interestadual, por meio do sistema MONITRIIP[10], disponibilizado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT));
- Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte coletivo aeroviário comercial, por meio dos Dados Estatísticos do Transporte Aéreo, disponibilizado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)[11];
- Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte coletivo ferroviário, por meio de dados de i) de movimentação de passageiros dos sistemas de João Pessoa-PB, Natal-RN, Recife-PE, Maceió-AL para o ano base de 2019 disponibilizados pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBT); ii) de movimentação de passageiros sobre trilhos do ano de 2015 para os sistemas ferroviários interregionais de passageiros, disponibilizados pela Associação Nacional de Transportadores de Passageiros sobre Trilhos (ANPTrilhos)[12]; iii) dados da matriz origem-destino do Estado de São Paulo do ano de 2017 (Secretaria Estadual dos transportes metropolitanos – SP. Resultados finais da pesquisa origem e destino 2017. OD Metrô 2017) - utilização de dados para desenvolvimento de modelos para fluxos intermunicipais urbanos;
- Dados públicos de movimentação de passageiros em transporte hidroviário, por meio da Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ), obtidos em pesquisa de transporte aquaviário de pessoas na região amazônica em parceria com a Universidade Federal do Pará (UFPA);

[10] https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/passageiros/monitriip
[11] https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-do-transporte-aereo/demanda-e-oferta
[12] https://anptrilhos.org.br/

- Dados públicos de ligações rodoviárias e hidroviárias, por meio da pesquisa de Ligações Rodoviárias e Hidroviárias (2016), disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para o tratamento dos dados também foram utilizados dados de tabelas secundárias, disponibilizados publicamente, com as seguintes listas:

- Lista de municípios brasileiros, identificados pelo código do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizados publicamente;
- Lista de ligações aeroviárias, identificadas por meio de dados do Banco de Informações de Movimento de Tráfego Aéreo (BIMTRA);
- Lista de municípios pertencentes a Unidades Territoriais de Planejamento (UTP), definidas como as regiões onde se concentram as populações e agrupam os fluxos intraurbanos;
- Matriz de distâncias geodésicas entre pares de municípios brasileiros;
- Dados estatísticos dos municípios brasileiros – Produto Interno Bruto (PIB) e população residente – disponibilizados publicamente pelo IBGE.

D.3 Análise do Tratamento dos Dados

Segundo a Infra S.A. (Matrizes Origem-Destino do PIT, 2024), a demanda de pessoas é transportada por múltiplos modos nas redes de transporte urbanas e não-urbanas do país. O transporte que caracteriza os fluxos pendulares varia de acordo com a metrópole em questão. Além dos veículos particulares e ônibus urbanos convencionais comuns a qualquer centro, algumas modalidades específicas como metrôs, VLTs e BRTs podem integrar algumas redes.

Assim, uma matriz de origem e destino das viagens interurbanas é fundamental para entender padrões de deslocamento populacional entre áreas urbanas. O transporte de pessoas compete com o de cargas em diversas instancias e sua inclusão torna a modelagem de todo o sistema mais realista.

Para entender o deslocamento de pessoas é preciso antes definir como o estudo do PNL considerou o transporte de pessoas, uma vez que em vários estudos esse transporte se apresenta como sinônimo do transporte de passageiros. Para o PNL, entende-se como transporte de passageiros todo e qualquer serviço de transporte de pessoa de um local para outro prestado por um transportador mediante retribuição, cuja responsabilidade civil encontra suporte legal no Código Civil Brasileiro, abrangendo os veículos de transporte rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo. Esse entendimento, no entanto, exclui todos os deslocamentos de pessoas realizados por meio de veículos particulares, autopropelidos ou não, ou mesmo os deslocamentos a pé.

Para um planejamento de transporte integrado deve-se considerar não somente o recorte dos passageiros, mas também os deslocamentos em que não há uma prestação direta de serviço como o transporte pelas pessoas por meio de veículos particulares de transporte, automotores ou não. Trata-se de um recorte particularmente importante, pois representa uma parcela relevante da ocupação dos sistemas de transporte nacional.

Os dados de telefonia móvel permitem identificar, por meio de modelagem estatística, viagens rodoviárias de automóveis, transporte coletivo e caminhões, além de viagens via modo aéreo. As viagens com caminhões foram descontadas das matrizes de passageiros, dado que as viagens de caminhoneiros já são contempladas na MOD Cargas, de forma que haveria dupla contagem caso fossem mantidas.

Já as viagens aéreas possuem a peculiaridade de carregarem parcialmente as vias terrestres. Além dos deslocamentos das pessoas ao irem ou saírem dos aeroportos, caso uma pessoa realize uma viagem multimodal em que maior parte dela foi efetuada por modo aéreo, essa viagem poderá ser identificada na base apenas como modo aéreo. Essa viagem multimodal é possível em casos em que a estadia intermediária dura menos de quatro horas. Isto é, se uma pessoa for de A até B de avião, permanecer menos de 4 horas em B e for de B até C de

automóvel, a viagem poderá ser identificada no banco como A até C, via modo aéreo. Esses casos podem ser identificados sempre que a origem ou destino não estiverem integrados ao sistema aéreo nacional ou ainda se carecem de aeródromos.

O conjunto de dados de telefonia móvel é composto pelos seguintes dados: pontos de origem e destino da viagem; mês e ano do deslocamento; faixa de distância percorrida; faixa de tempo decorrido na viagem; faixa de velocidade média de deslocamento na viagem; identificador de viagens aéreas (0 ou 1); identificador de viagem coletiva (0 ou 1); identificador de viagem de caminhoneiro (0 ou 1); e quantidade de viagens efetuadas com informações das características anteriores.

Nos estudos do PNL 2050 foram obtidos dados para os anos de 2018 (cerca de 6,99 milhões de viagens registradas) e 2019 (cerca de 7,16 milhões de viagens registradas), optando-se somente pela utilização dos dados de 2019 devido ao impacto nos fluxos de transportes no país ocasionado pela greve dos caminhoneiros transcorrida em maio de 2018.

Esses dados possuem cobertura para 4.465 municípios. Assim, 1.105 municípios não estavam contemplados. Para estimar a demanda das viagens que saem de e chegam a esses municípios sem cobertura, foi aplicada metodologia de expansão geográfica das viagens, baseado na metodologia já utilizada no PNL anterior (PNL 2035), que utiliza modelagem econométrica, e é composta pelas seguintes etapas:

1) Geração de viagens: estimação da quantidade de viagens demandadas pelos municípios não cobertos;
2) Quantidade de conexões: estimação da quantidade de conexões ou ligações que um município possui na matriz;
3) Distribuição de viagens entre os municípios, através de modelo gravitacional.

Na metodologia mencionada, apresentada em sua integra no documento "Metodologia de Construção das Matrizes Origem-Destino Pessoas – Etapa Insumos" (MT, 2025), é identificada a necessidade de separação de fluxos de viagens urbanas e interurbanas, por representarem demandas de natureza distinta. Enquanto fluxos urbanos apresentam características tipicamente pendulares, com uma porcentagem considerável da população realizando deslocamentos diários entre municípios de uma mesma zona urbana – muitas vezes para fins de trabalho, estudo ou acesso a serviços —, os fluxos interurbanos tendem a ocorrer com menor frequência e são motivados por finalidades diversas, como férias, negócios ou visitas pessoais. Além disso, as viagens interurbanas geralmente envolvem distâncias maiores, com escolhas modais diferenciadas, como ônibus de média ou longa distância, automóveis particulares ou transporte aéreo, ao passo que as viagens urbanas são majoritariamente realizadas por transporte coletivo urbano, automóveis ou trens urbanos em grandes regiões metropolitanas.

Para expandir as viagens interurbanas, dividiu-se os municípios em dois casos:

1) Municípios pertencentes a uma Unidade Territorial de Planejamento (UTP) coberta nos dados de telefonia móvel: a demanda de viagens de um município não coberto nos dados de telefonia móvel, porém pertencente a uma UTP coberta por esses dados, segue uma distribuição proporcional a partir das viagens observadas nos outros municípios dessa mesma UTP. Não é aplicada modelagem econométrica nesse processo.
2) Municípios pertencentes a uma UTP não coberta nos dados de telefonia móvel: a demanda de viagens de um município não coberto nos dados de telefonia móvel e pertencentes a uma UTP também não coberta por esses dados segue as etapas de modelagem econométrica já apresentadas. Assim, o total de viagens para cada município de UTP não coberta é estimado pelo modelo de geração de viagens. Posteriormente, o modelo de conexões calcula o total de conexões que cada município terá; por último, aplica-se um algoritmo para distribuir a demanda estimada no modelo de geração de viagens para os n_i primeiros municípios em ordem decrescente de demanda a partir do share s_i desses

municípios na demanda total de i, em que n_i é obtido a partir do modelo de conexões e s_i é obtido a partir do modelo de distribuição de viagens.

Após a expansão de viagens intermunicipais urbanas e modelagem de divisão modal, chegou-se a um total de viagens expandidas de cerca de 488,093 milhões de viagens, divididos da seguinte forma: 209.208.749 viagens interurbanas de municípios de uma UTP com cobertura; 180.993.497 viagens interurbanas de municípios de uma UTP sem cobertura; e 97.890.887 de viagens intermunicipais.

Para a modelagem do transporte de pessoas via hidrovias e ferrovias, foram necessários dados complementares que auxiliassem nas estimativas, dado que a base de telefonia não identifica esses tipos de viagem. Desse modo, foram levantados os dados das fontes indicadas no item anterior.

D.4 Análise da Divisão Modal da Demanda

Diferentemente da Matriz OD Cargas, a Matriz OD Pessoas do PNL 2050 já veio agrupada para os diferentes modais de transporte de pessoas: rodoviário, hidroviário, ferroviário e aeroviário. A matriz do transporte rodoviário veio ainda segmentada em duas matrizes, sendo uma matriz referente aos veículos de transporte individual (automóvel particular) e outra aos veículos de transporte coletivo (ônibus urbano e interurbano).

Para a divisão modal das viagens, inicialmente, no intuito de se obter a **Matriz Aeroviária**, foi utilizado como referência o identificador de viagens aéreas disponível nos dados de telefonia móvel. A partir dessa matriz inicial, foram realizados alguns ajustes para torná-la mais aderente à realidade.

Primeiramente, foi feita uma adequação de pares origem-destino, uma vez que diversos dos pares obtidos pelos dados de telefonia móvel são atípicos por representarem grande fluxo de viagens aéreas entre municípios em que não se observa essa demanda, seja por dados da aviação comercial ou do tráfego de aeronaves. A metodologia de adequação do PNL seguiu os passos:

1) Seleção dos pares pertencentes às UTPs dos municípios com o dado de demanda da ANAC;
2) Seleção dos pares distantes em mais de 150 quilômetros entre si;
3) Seleção dos pares pertencentes ao BIMTRA;
4) Adequação de pares que não passam por etapa de controle de outliers, dada pelo z-score da razão entre viagens aéreas e soma da população do par. Assim, os z-scores acima de 5 são truncados neste valor e o total de viagens é recalculado para esses pares;
5) Escalonamento dos dados, uma vez que os cortes efetuados no passo 1, apesar de deixarem os pares OD mais razoáveis e alinhados com a demanda aérea observada, reduziu muito o total da matriz. Assim, o estudo do PNL adotou fatores de ajuste baseados nos dados da ANAC para se fazer um escalonamento dos dados e elevar o volume de viagens da matriz. O escalonamento considerou as seguintes etapas:
    a) Construção de matrizes OD entre as Unidades da Federação (UF) tanto para os dados da ANAC quanto para os dados tratados de telefonia móvel obtidos após a primeira etapa da adequação de pares OD;
    b) Cálculo, por par OD estadual, da taxa de variação entre os dados da ANAC e os da matriz manipulada;
    c) Aplicação de controle de outliers às taxas obtidas na etapa anterior, seguindo o mesmo procedimento de z-score supracitado.
    d) Aplicação das taxas à matriz manipulada, expandindo seus valores.

Resumidamente, inicialmente os volumes de viagens aéreas sem tratamento, obtidas dos dados brutos de telefonia móvel (2019) foram de cerca de 74,865 milhões de viagens e dos dados brutos da matriz aérea de aviação da ANAC de cerca de 97, 144 milhões de viagens. Após os tratamentos realizados para o PNL na etapa de adequação de pares OD esse volume de viagens foi reduzido para cerca de 51, 006 milhões de viagens. Com o escalonamento dos dados o volume final resultou em 98.183.683 viagens aéreas.

A **Matriz Ferroviária** baseou-se em duas modalidades de transporte: trens urbanos (intermunicipais) e trens interurbanos.

A principal diferença entre trens urbanos (ou intermunicipais) e trens interurbanos reside na distância e frequência do serviço. Trens urbanos, ou intermunicipais, atendem áreas metropolitanas e regiões próximas, com foco em deslocamentos diários (pendulares) de curta distância (entre cidades vizinhas), com alta frequência e maior concentração nos horários de pico do dia. Como exemplo tem-se os trens do Metrô e da CPTM em São Paulo. Já os trens interurbanos atendem a viagens de média e longa distância, com menor frequência, muitas vezes utilizando menos estações (menos paradas intermediárias) e ligando diferentes cidades do país.

Para trens urbanos, a estimação da quantidade de usuários do transporte ferroviário intermunicipal foi realizada com base na variação populacional dos municípios atendidos, utilizando como referência os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2017 e do Censo Demográfico de 2022. Utilizou- se premissa de que a estrutura de utilização do transporte ferroviário permaneceu constante no período analisado, uma vez que o PNL considerou que não foram registradas mudanças significativas na oferta de serviços ou no padrão de deslocamento dos usuários.

Para trens interurbanos, utilizou-se os pares OD com base nas estações de embarque e desembarque da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM) e da Estrada de Ferro Carajás (EFC). Esses dados foram tratados conforme explicado no documento "Metodologia de Construção das Matrizes Origem-Destino Pessoas – Etapa Insumos" e não será aqui explanado, por não haver na base do PNL 2050 trens interurbanos considerados para o estado de São Paulo.

A **Matriz Hidroviária** foi obtida diretamente dos dados da pesquisa de transporte aquaviário de pessoas na região amazônica, não havendo dados para o estado de São Paulo na matriz hidroviária do PNL 2050.

Isso ocorre, pois esse modo de transporte de pessoas para longas distâncias é inexpressivo no estado paulista, sendo caracterizado somente pelo transporte de pessoas por balsas em travessias aquaviárias de curta distância, como é o caso das travessias litorâneas (Litoral Norte: São Sebastião – Ilhabela; Litoral Centro: Santos – Vicente de Carvalho, Santos – Guarujá e Bertioga – Guarujá; e Litoral Sul: Cananéia – Ilha Comprida, Iguape – Juréia, Cananéia – Continente e Cananéia – Ariri); das travessias no Paraibuna (Terminal de Varginha: Varginha – Comércio, Terminal Paraitinga: Capim D'Angola - Ribeirão Branco e Terminal Natividade da Serra: Natividade da Serra - Pouso Alto - Bairro Alto) e das travessias Metropolitanas (João Basso – Riacho Grande, Taquacetuba – Bororé 1 e Bororé 2 – Grajaú), operadas pela Empresa Metropolitana de Águas e Energia (EMAE).

A **Matriz Rodoviária** foi segmentada entre veículos particulares e ônibus, de forma a refletir as distintas naturezas de demanda e oferta associadas a cada um.

Os ônibus, assim como no caso dos trens, podem ser urbanos (intermunicipais) ou interurbanos, atendendo, em cada caso, a perfis de viagens e usuários diferenciados. Além disso, as características de oferta também variam entre esses modos, com restrições de capacidade distintas e padrões diferentes de ocupação média

Para a estimativa da demanda no transporte interurbano por ônibus, foram utilizadas duas fontes de dados complementares:

1) Sistema MONITRIIP da ANTT (2023): base de dados oficial que registra informações operacionais de viagens interestaduais e internacionais de transporte rodoviário coletivo de passageiros, com origem na bilhetagem eletrônica das operadoras.
2) Pesquisa de Ligações Hidroviárias e Rodoviárias do IBGE (2016, projetada para 2023): pesquisa amostral que mapeia as ligações existentes entre os municípios brasileiros por modais rodoviário e hidroviário, utilizada aqui com atualização para o ano-base de 2023.

Foi adotado como critério metodológico a priorização dos dados da fonte 1, por oferecer maior atualidade e precisão. Na ausência de informações para determinado par OD na base MONITRIIP, recorreu-se aos dados da pesquisa do IBGE, de forma a complementar as lacunas e garantir a cobertura nacional da Matriz OD interurbana por ônibus.

Para estimar a demanda no transporte urbano (intermunicipal) de ônibus, foram utilizadas as etapas abaixo:

1) Definição de ligações de interesse (entre municípios não cobertos e as sedes de suas UTP). Para tal, foi realizada uma pesquisa para levantar matrizes OD de regiões metropolitanas, visando estimar os fluxos por automóvel e ônibus urbanos entre municípios das UTP de grandes aglomerações urbanas, conforme o conceito do IBGE. Essa pesquisa abrangeu as regiões metropolitanas de Recife/PE, Salvador/BA, **São Paulo/SP** e o Distrito Federal/DF com sua região do entorno.
2) Com base nesses dados, desenvolveu-se um modelo gravitacional para estimar o fluxo por automóvel em todas as ligações internas das UTP que abrigam grandes aglomerações urbanas.
3) Posteriormente, aplicou-se um modelo gravitacional para estimar a demanda total entre os municípios (incluindo todos os modos de transporte urbano, como ônibus, automóveis e trens urbanos); dessa estimativa, subtraíram-se as demandas por automóvel e outros modos conhecidos (como metrô e trens urbanos).

Para estimar a demanda no transporte rodoviário particular (automóveis), optou- se por uma solução residual, subtraindo as viagens feitas pelos meios de transporte coletivos (aviões, hidrovias e ônibus) das viagens totais. As viagens totais foram obtidas seguindo o procedimento descrito anteriormente e detalhado no documento "Metodologia de Construção das Matrizes Origem-Destino Pessoas – Etapa Insumos". Essa abordagem permite isolar a parcela da demanda atribuída a veículos particulares, considerando que todas as demais formas de transporte coletivo foram previamente contabilizadas. Nos casos em que a subtração resulta em valor negativo – o que pode ocorrer por inconsistências entre fontes ou superposição de registros —, adota-se o critério conservador de assumir a demanda por transporte particular como igual a zero.

Para tornar a matriz de transporte intermunicipal aderente ao modelo funcional do PNL, foi necessária a conversão de viagens individuais para viagens veiculares rodoviárias, considerando ônibus e automóveis particulares. A exceção foi feita para fluxos interurbanos provenientes da pesquisa de ligações rodoviárias do IBGE, que já estava adequada a demanda veicular. Para a conversão, utilizou-se uma média de 2,08 pessoas por automóvel e considerou-se dois tipos de ônibus (urbano e rodoviário), com diferentes capacidades e ocupações médias, conforme dados de pesquisa e MONITRIIP da ANTT.

D.5 Análise da Projeção dos Dados de 2019 para 2023

As matrizes OD oriundas da seção anterior possuem ano-base de 2019. Para projetar os dados para 2023, ano-base das matrizes do Plano Nacional de Logística 2050, foram utilizadas as seguintes fontes de dados de demanda para obter fatores de projeção:

1) Melhores Rodovias do Brasil – ABCR, para o transporte rodoviário;
2) ANAC para o transporte aeroviário;
3) Censo Demográfico 2022, para o transporte urbano;

4) Dados Metrô 2023.

Para o Brasil, como um todo, o total de viagens anuais urbanas (intermunicipais) e interurbanas estimado para 2023, por modo de transporte, pode ser visualizado na tabela a seguir.

Tabela D-1. Total de Viagens de Pessoas estimadas para 2023 no PNL 2050, por modo. Fonte: PIT, 2025.

MODO DE TRANSPORTE	TOTAL DE VIAGENS INTERMUNICIPAIS	TOTAL DE VIAGENS INTERURBANAS	TOTAL DE VIAGENS (2023)
Aeroviário	91,048 milhões	87,674 milhões	178,722 milhões
Ferroviário	199,452 milhões	1,132 milhões	200,584 milhões
Hidroviário	4,238 milhões	4,238 milhões	8,476 milhões
Rodoviário – Coletivo	6,498 bilhões	908,236 milhões	7,407 bilhões
Rodoviário – Particular	6,201 bilhões	4,449 bilhões	10,650 bilhões
Total	**12,995 bilhões**	**5,450 bilhões**	**18,445 bilhões**

Apêndice E: Análise Comparativa das Bases Ferroviárias do PNL 2050 (2023) e da OD Metrô (2023)

E Análise Comparativa das Bases Ferroviárias do PNL 2050 (2023) e da OD Metrô (2023)

Este relatório técnico apresenta a análise detalhada e o comparativo de duas bases de dados distintas, relacionadas ao transporte de pessoas por trilhos (ferrovia, monotrilho e metrô) no Estado de São Paulo, com o objetivo de validar e recomendar a fonte mais completa e adequada para alimentar o sistema ferroviário do modelo de transportes do PLI-SP 2050 (VISUM).

As duas fontes principais analisadas são:

1) Pesquisa Origem Destino 2023 da Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô), aqui denominada como **OD2023 Metrô**: trata-se da base de dados detalhada, divulgada em fevereiro de 2025, com os resultados das pesquisas domiciliares realizadas no ano de 2023 pela Metrô. É uma fonte de natureza primária e amostral, focada nos deslocamentos dentro da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP);

2) Matriz das origens e destinos dos deslocamentos de pessoas pelo modal ferroviário, para o ano base (2023), do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL 2050), aqui denominada como **MOD2023_Pessoas_PNL**: trata-se de matriz OD sintética e consolidada, de abrangência nacional, construída a partir de dados secundários e modelagem para representar os fluxos intermunicipais de pessoas que realizam suas viagens utilizando o modal ferroviário no Brasil.

E.1 OD 2023 Metrô

A base de dados da Pesquisa OD2023 Metrô documenta os resultados de uma extensa pesquisa domiciliar realizada em 2023 em zonas da RMSP (nível distrital). Conforme o relatório de resultados apresentados (MetroSP_OD2023_Ebook_Resultados_0.pdf), trata-se de uma fonte de dados brutos e desagregados sobre o comportamento de viagem da população. Os arquivos analisados foram:

1) Banco2023_divulgacao_190225.dbf: arquivo com a base de dados completa e bruta (microdados), tratada e formatada, das pesquisas domiciliares da OD2023 Metrô, contendo informações sobre pessoas, domicílios e cada etapa das viagens individuais;

2) Layout_BD_OD2023_190225.xlsx: arquivo com a descrição de cada uma das 147 colunas do arquivo anterior;

3) Tabelas_Site_OD2023_REV_190225: 30 tabelas com dados gerais das pesquisas OD 2023, para as 527 zonas da RMSP pesquisadas;

4) MetroSP_OD2023_Ebook_Resultados_0.pdf: Relatório Síntese da OD2023 Metrô que apresenta os principais resultados e descreve a metodologia da pesquisa de campo.

As 147 colunas citadas acima, possuem informações detalhadas sobre:

1) entrevista: código (detalhando se a entrevista foi completa com viagem ou completa sem viagem) e data;

2) domicílio:
   a. identificadores do domicílio e respectivos fatores: id domicílio, número do domicílio, id dos registros do domicílio e fator de expansão;
   b. localização: zona, município e coordenadas;
   c. tipo de domicílio: particular ou coletivo;
   d. facilidades do domicílio: água encanada, rua pavimentada, quantidade de banheiros, quantidade de eletrônicos (microcomputadores e DVDs) e eletrodomésticos (máquinas de lavar louças e roupas, geladeiras, freezers, micro-ondas, secadora de roupas)];
   e. condições da moradia: alugada, própria, cedida, outros ou não respondeu;

f. pessoas no domicílio: total de famílias, moradores e empregados domésticos;
g. veículos no domicílio: total de automóveis, total de motos e total de bicicletas, incluindo e ano de fabricação dos veículos automóveis.

3) família:
   a. identificação da família e registros, número e fator de expansão) e total de moradores na família;
   b. classificação econômica, pontos critério Brasil e renda familiar mensal (valor e código da renda).

4) pessoa entrevistada:
   a. identificação da pessoa entrevistada, dos seus registros, número e fator de expansão;
   b. situação familiar da pessoa entrevistada: pessoa responsável, cônjuge/ companheiro(a), filho(a)/enteado(a), outro parente, agregado, empregado residente ou parente do empregado residente;
   c. características socioeconômicas da pessoa entrevistada: idade, sexo, raça/cor, estuda atualmente, grau de instrução, condição de atividade, condição de renda individual e valor de renda individual.

5) Alterações em função da pandemia:
   a. deixou de usar algum modo de transporte habitual por causa da pandemia: sim ou não;
   b. se deixou de utilizar algum modo de transporte, indicar qual: metrô/monotrilho, trem, ônibus/micro-ônibus/van, transporte fretado, transporte escolar, automóvel – dirigindo ou passageiro, táxi convencional, táxi não convencional/aplicativo, moto – dirigindo ou passageiro e bicicleta).

6) Dados dos locais frequentados:
   a. relativos à escola: zona, município, coordenadas, tipo (pública ou particular), como participa das aulas (presencial, remoto ou híbrido), se ensino híbrido indicar a frequência;
   b. relativo ao trabalho (1º e/ou 2º): zona, município, coordenadas, o trabalho é igual a residência (sim, não ou sem endereço fixo), realiza trabalho externo (sim ou não), descrição da ocupação, setor de atividade (agrícola, construção civil, indústria, comércio, serviço de transporte de carga, serviço de transporte de passageiros, serviço creditício-financeiro, serviço pessoal, serviço de alimentação, serviço de saúde, serviço de educação, serviço especializado, serviço de administração pública, outros serviços), vínculo empregatício (assalariado com carteira, assalariado sem carteira, funcionário público, profissional liberal, autônomo com CNPJ, autônomo sem CNPJ, empregador, dono de negócio familiar, trabalhador familiar), forma de trabalho para quem tem trabalho regular ou faz bico (presencial, remoto ou híbrido), se trabalho híbrido indicar a frequência.

7) Viagem:
   a. dados gerais: número da viagem e fator de expansão da viagem, dia da semana (segunda a sexta) e total de viagens por pessoa;
   b. dados da origem, destino e transferências de veículo (1ª, 2ª e 3ª): zona, município e coordenadas;
   c. dados do motivo geral e específico das viagens de origem e de destino: trabalho indústria, trabalho comércio, trabalho serviços, escola/educação, compras, médico/dentista/ saúde, recreação/visitas/lazer, residência, procurar emprego, assuntos pessoais e refeição;
   d. descrição do modo utilizado para a viagem (principal, origem, destino e transferências): metrô, trem, monotrilho, ônibus/micro-ônibus/van do município de São Paulo, ônibus/micro-ônibus/van de outros municípios, ônibus/micro-ônibus/van metropolitano, transporte fretado, transporte escolar, dirigindo automóvel,

passageiro de automóvel, táxi convencional, táxi não convencional/aplicativo, dirigindo moto, passageiro de moto, bicicleta, a pé, outros;

e. dados do estacionamento: tipo de estacionamento do automóvel/moto (não estacionou, zona azul, patrocinado, próprio, meio-fio, avulso, mensal, não respondeu) e valor, tipo do estacionamento da bicicleta (não estacionou, bicicletário pago, bicicletário gratuito, outro local) e propriedade (própria, compartilhada);
f. dados temporais: hora e minuto de saída e chegada da viagem, tempo andando na origem, tempo andando no destino e duração total da viagem;
g. dados do tipo de viagem: coletivo, individual, a pé ou bicicleta;
h. dados do motivo por que viajou a pé ou de bicicleta: pequena distância, condução cara, ponto/estação distante, condução demora para passar, viagem demorada, condução lotada, atividade física, medo de contágio, outros motivos;
i. distância em linha reta.

Tem-se assim, que a base de dados da OD2023 Metrô caracteriza o transporte de pessoas em sua totalidade, incluindo não apenas os serviços de transporte público de passageiros, mas também os deslocamentos em veículos particulares (automotores ou não) e a pé. Sua riqueza de detalhes permite análises profundas sobre o perfil do usuário, motivo da viagem, encadeamento de modos e distribuição temporal. No entanto, sua complexidade e granularidade exigem um extenso trabalho de tratamento para ser convertida em uma matriz OD agregada por modo e por zona de tráfego.

E.2 MOD2023 Pessoas PNL

A base de dados divulgada pelo PNL 2050, em junho de 2025, contém os arquivos referentes à matriz das origens e destinos das viagens de pessoas que utilizam o modal ferroviário, para o ano base (2023) e suas projeções (2025, 2030, 2035, 2040, 2045 e 2050). Neste caso, para título de comparação das bases de dados, foram analisados os seguintes arquivos:

1) base_dados_ferroviaria_2023.csv: matriz ferroviária de pessoas para o ano base de 2023, composta unicamente de 3 campos: município de origem, município de destino e quantidade de pessoas entre o par OD da viagem;
2) caderno-metodologico-matrizes-pessoas.pdf: documento que descreve a metodologia de coleta, o layout dos campos da pesquisa e os conceitos empregados.

Conforme relatado no Anexo G e descrito no caderno metodológico citado acima, a Matriz Ferroviária do PNL 2050 baseou-se em duas modalidades de transporte, com abrangência nacional: trens urbanos (intermunicipais) e trens interurbanos, cuja principal diferença reside na distância e frequência do serviço. Trens urbanos, ou intermunicipais, atendem áreas metropolitanas e regiões próximas, com foco em deslocamentos diários (pendulares) de curta distância (entre cidades vizinhas), com alta frequência e maior concentração nos horários de pico do dia. Como exemplo tem-se os trens do Metrô e da CPTM em São Paulo. Já os trens interurbanos atendem a viagens de média e longa distância, com menor frequência, muitas vezes utilizando menos estações (menos paradas intermediárias) e ligando diferentes cidades do país, como exemplo, têm-se os trens interurbanos das Estradas de Ferro Vitória-Minas (EFVM) e Carajás (EFC).

Assim, para o estado de São Paulo foram considerados somente o transporte ferroviário de trens urbanos. Nesse caso, embora se tenha utilizado como fonte a base da OD2023 Metrô, a estimação da quantidade de usuários do transporte ferroviário intermunicipal foi realizada com base na variação populacional dos municípios atendidos, utilizando como referência os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2017 e do Censo Demográfico de 2022. Utilizou- se premissa de que a estrutura de utilização do transporte ferroviário permaneceu constante no período analisado, uma vez que o PNL considerou que não foram registradas mudanças significativas na oferta de serviços ou no padrão de deslocamento dos usuários.

E.3 OD2023 Metrô x MOD2023 Pessoas PNL

Após a verificação das bases dessas duas fontes, os arquivos foram tratados para compatibilização delas, assim, foram eliminadas da base do PNL 2050 as viagens em ferrovias de outros estados fora de São Paulo. Desse modo, das 898 linhas com dados do arquivo original, restaram apenas 120, correspondentes aos pares de viagens OD dentro do estado paulista.

Na sequência, para facilitar as análises dos dados fornecidos no arquivo da MOD2023 Pessoas PNL, os municípios de origem e destino e respectivas Unidades da Federação (UFs) foram decodificados segundo a sua correspondência com os códigos do IBGE fornecidos no material do PNL 2050.

Com as duas bases com os municípios do estado de São Paulo decodificados, pôde-se comparar, inicialmente, se os pares de OD eram os mesmos. Nessa atividade, conforme apresentado na Tabela E-1, foram verificados 14 pares que estavam na MOD2023 Pessoas PNL e que não estavam na OD2023 Metrô, correspondentes à 7.554 pessoas viajando com o modal rodoviário.

Tabela E-1: Pares relacionados na MOD2023 Pessoas do PNL 2050 que não possuem correspondência com a OD2023 Metrô. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

	PAR OD	PESSOAS		PAR OD	PESSOAS
Viagens Externas (DE ou PARA)					**7.554**
1	Franco da Rocha - Osasco	1.172	2	Osasco - Franco da Rocha	1.172
3	Caieiras - Franco da Rocha	901	4	Franco da Rocha - Caieiras	901
5	Mogi das Cruzes - Santo André	652	6	Santo André - Mogi das Cruzes	652
7	Mauá - Osasco	576	8	Osasco - Mauá	576
9	Itaquaquecetuba - Ribeirão Pires	296	10	Ribeirão Pires - Itaquaquecetuba	296
11	Osasco - São Caetano do Sul	137	12	São Caetano do Sul - Osasco	137
13	Francisco Morato - Itaquaquecetuba	44	14	Itaquaquecetuba - Francisco Morato	44

Na tabela anterior pode-se perceber que os dados do PNL 2050 já passaram por processo de calibração, sendo igualado o número de viagens em ambos os sentidos (ida e volta).

Em contrapartida, 152 pares que estavam na OD2023 Metrô, não estavam relacionados na MOD2023 Pessoas PNL. Desses, 10 pares são correspondentes a viagens intramunicipais (dentro de um mesmo município), conforme apresentado na Tabela E-2. Embora sejam só 10 pares, eles correspondem a 86,3% do total das viagens de pessoas que ficaram de fora da relação.

Tabela E-2: Pares relacionados na OD2023 Metrô que não possuem correspondência com a MOD2023 Pessoas do PNL 2050 – Viagens Internas. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

	PAR OD	PESSOAS		PAR OD	PESSOAS
Viagens Internas (DE e PARA)					**2.049.408**
1	Barueri - Barueri	2.059	6	Mogi das Cruzes - Mogi das Cruzes	2.873
2	Franco da Rocha - Franco da Rocha	769	7	Osasco - Osasco	678
3	Itapevi - Itapevi	3.199	8	Santo André - Santo André	922
4	Itaquaquecetuba - Itaquaquecetuba	1.844	9	São Caetano do Sul - São Caetano do Sul	499
5	Mauá - Mauá	1.543	10	São Paulo - São Paulo	2.035.023

A Tabela E-3 apresenta os pares que não foram apresentados no PNL para as viagens intermunicipais (DE ou PARA um município dentro da RMSP). Percebe-se nessa tabela que há pares OD que ainda não passaram por um processo de calibração dos quantitativos da viagem, apresentando volumes de viagens diferentes entre a IDA e a VOLTA (destaque em azul), ou mesmo, não apresentando as viagens correspondentes ao par no sentido oposto (destaque em salmão).

Tabela E-3: Pares relacionados na OD2023 Metrô que não possuem correspondência com a MOD2023 Pessoas do PNL 2050 – Viagens Internas. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

	PAR OD	PESSOAS		PAR OD	PESSOAS
Viagens Externas (DE ou PARA)					**326.383**
1	Arujá - São Paulo	1.594	2	São Paulo - Arujá	1.594
3	Barueri - Caieiras	278	4	Caieiras - Barueri	278
5	Barueri - Diadema	729	6	Diadema - Barueri	729
7	Barueri - Ferraz de Vasconcelos	1.011	8	Ferraz de Vasconcelos - Barueri	1.011
9	Barueri - Guarulhos	669	10	Guarulhos - Barueri	669
11	Barueri - Itaquaquecetuba	270	12	Itaquaquecetuba - Barueri	270
13	Barueri - Mogi das Cruzes	1.266	14	Mogi das Cruzes - Barueri	1.266
15	Barueri - Pirapora do Bom Jesus	105	-	-	0
16	Barueri - Suzano	394	17	Suzano - Barueri	394
18	Barueri - Taboão da Serra	1.207	19	Taboão da Serra - Barueri	1.207
20	Biritiba-Mirim - São Paulo	166	21	São Paulo - Biritiba-Mirim	166
22	Caieiras - Mauá	162	23	Mauá - Caieiras	162
24	Caieiras - Mogi das Cruzes	360	25	Mogi das Cruzes - Caieiras	360
26	Caieiras - Santo André	330	27	Santo André - Caieiras	330
28	Caieiras - São Caetano do Sul	311	29	São Caetano do Sul - Caieiras	311
30	Cajamar - Francisco Morato	300	31	Francisco Morato - Cajamar	300
32	Cajamar - São Paulo	116	33	São Paulo - Cajamar	116
34	Carapicuíba - Embu das Artes	348	35	Embu das Artes - Carapicuíba	348
36	Carapicuíba - Francisco Morato	197	37	Francisco Morato - Carapicuíba	197
38	Carapicuíba - Pirapora do Bom Jesus	144	39	Pirapora do Bom Jesus - Carapicuíba	144
40	Carapicuíba - Santana de Parnaíba	328	41	Santana de Parnaíba - Carapicuíba	328
42	Carapicuíba - São Caetano do Sul	380	43	São Caetano do Sul - Carapicuíba	380
44	Cotia - São Paulo	5.961	45	São Paulo - Cotia	5.961
46	Diadema - Mauá	444	47	Mauá - Diadema	714
48	Diadema - Santo André	13	49	Santo André - Diadema	13
50	Diadema - São Paulo	12.295	51	São Paulo - Diadema	12.937
52	Diadema - Suzano	620	53	Suzano - Diadema	620
54	Embu das Artes - Itaquaquecetuba	164	55	Itaquaquecetuba - Embu das Artes	164
56	Embu das Artes - Santo André	1.381	57	Santo André - Embu das Artes	1.381
58	Embu das Artes - São Paulo	17.430	59	São Paulo - Embu das Artes	20.205
60	Embu-Guaçu - São Paulo	3.383	61	São Paulo - Embu-Guaçu	3.285
62	Ferraz de Vasconcelos - Guarulhos	1.726	63	Guarulhos - Ferraz de Vasconcelos	918
64	Ferraz de Vasconcelos - Poá	1.850	65	Poá - Ferraz de Vasconcelos	1.650
66	Francisco Morato - Mauá	218	67	Mauá - Francisco Morato	218
68	Guararema - Mauá	131	69	Mauá - Guararema	131
70	Guararema - São Paulo	506	71	São Paulo - Guararema	131
72	Guarulhos - Itaquaquecetuba	894	73	Itaquaquecetuba - Guarulhos	894
74	Guarulhos - Mogi das Cruzes	56	75	Mogi das Cruzes - Guarulhos	56
76	Guarulhos - Osasco	221	77	Osasco - Guarulhos	221
78	Guarulhos - Pirapora do Bom Jesus	105	79	Pirapora do Bom Jesus - Guarulhos	105
80	Guarulhos - Poá	254	-	-	0
81	Guarulhos - Santo André	520	82	Santo André - Guarulhos	520
83	Guarulhos - São Bernardo do Campo	680	84	São Bernardo do Campo - Guarulhos	680
85	Guarulhos - São Caetano do Sul	575	86	São Caetano do Sul - Guarulhos	575
87	Guarulhos - São Paulo	35.034	88	São Paulo - Guarulhos	35.166
89	Guarulhos - Suzano	1.444	90	Suzano - Guarulhos	830
91	Guarulhos - Taboão da Serra	392	92	Taboão da Serra - Guarulhos	392
93	Itapecerica da Serra - São Paulo	14.337	94	São Paulo - Itapecerica da Serra	14.083
95	Itapevi - Santana de Parnaíba	477	96	Santana de Parnaíba - Itapevi	477
97	Itapevi - Santo André	474	98	Santo André - Itapevi	474
99	Itaquaquecetuba - Santo André	310	100	Santo André - Itaquaquecetuba	310
101	Itaquaquecetuba - São Bernardo do Campo	243	102	São Bernardo do Campo - Itaquaquecetuba	243
103	Itaquaquecetuba - Suzano	1.002	104	Suzano - Itaquaquecetuba	1.137
105	Itaquaquecetuba - Taboão da Serra	215	106	Taboão da Serra - Itaquaquecetuba	215
107	Juquitiba - São Paulo	373	108	São Paulo - Juquitiba	546
109	Mairiporã - São Paulo	2.695	110	São Paulo - Mairiporã	2.250
111	Osasco - Mogi das Cruzes	287	-	-	0
112	Osasco - Pirapora do Bom Jesus	75	113	Pirapora do Bom Jesus - Osasco	75
114	Osasco - Suzano	1.011	115	Suzano - Osasco	1.011
116	Osasco - Taboão da Serra	498	117	Taboão da Serra - Osasco	498
118	Pirapora do Bom Jesus - São Paulo	791	119	São Paulo - Pirapora do Bom Jesus	791
120	Poá - Ribeirão Pires	122	121	Ribeirão Pires - Poá	122
122	Poá - Salesópolis	340	123	Salesópolis - Poá	340
124	Poá - Santo André	121	125	Santo André - Poá	121
126	Ribeirão Pires - São Bernardo do Campo	1.723	127	São Bernardo do Campo - Ribeirão Pires	83
128	Salesópolis - São Paulo	174	-	-	0
129	Santa Isabel - São Paulo	224	130	São Paulo - Santa Isabel	224
131	Santana de Parnaíba - São Paulo	1.799	132	São Paulo - Santana de Parnaíba	2.481
133	Santo André - São Bernardo do Campo	16	134	São Bernardo do Campo - Santo André	1.655
135	São Bernardo do Campo - Mauá	87	-	-	0
136	São Bernardo do Campo - São Paulo	14.046	137	São Paulo - São Bernardo do Campo	12.620
138	São Caetano do Sul - São Bernardo do Campo	617	-	-	0
139	São Lourenço da Serra - São Paulo	156	140	São Paulo - São Lourenço da Serra	156
141	São Paulo - Taboão da Serra	25.707	142	Taboão da Serra - São Paulo	23.274

Observa-se que foram entrevistadas nas pesquisas domiciliares da OD2023 Metrô 143.038 pessoas. Dessas, 30.125 pessoas não realizaram viagens, restando 112.913 registros de viagens na base filtrada. Processando novamente os dados, filtrando somente os registros de viagens que utilizaram, em alguma de suas etapas (viagem principal ou transbordos), o transporte ferroviário (metrô, monotrilho ou trem), obteve-se uma base de 11.927 registros, compostos, basicamente, por viagens dentro do próprio município, ou seja, 8.638 viagens internas (72,4% da amostra de viagens ferroviárias), sendo 8.589 (99,4% das viagens internas) dentro do município de São Paulo. Dos 3.289 registros de viagens intermunicipais levantados, 2.996 (91,1%) foram relativos às viagens sem transbordos, onde o modal ferroviário foi o principal. Ainda, desses 3.289 registros de viagens intermunicipais, 2.725 (82,9%) tiveram a origem ou o destino no município de São Paulo.

Com isso, verifica-se que as viagens registradas pela OD2023 Metrô são referentes, na sua grande maioria, às viagens realizadas DE e/ou PARA o município de São Paulo. Por sua vez, a pesquisa do PNL 2050 não considerou, como já comentado, viagens intramunicipais.

Embora, sem um quantitativo grande de pares OD, inclusive em questões de número de viagens (326.383 viagens entre municípios da RMSP, sem correspondência na Matriz OD de pessoas do PNL 2050) os dados finais do número de viagens do PNL 2050 DE e PARA o município de São Paulo apresentaram valores muito altos, enquanto aqueles para os outros municípios da RMSP ficaram em uma mesma ordem de grandeza, como se pode verificar na Tabela H-4.

Tabela H-4: Resumo Comparativo das Bases de Dados da OD2023 Metrô e da MOD2023 Pessoas PNL.
Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

DESCRIÇÃO	OD2023 METRÔ			PNL 2050	
	Nº PARES	Nº REGISTROS	QTD. PESSOAS	Nº PARES	QTD. PESSOAS
Município São Paulo	**74**	**11.314**	**2.954.557**	**36**	**11.569.376**
DE	36	1.358	460.010	18	5.784.688
PARA	37	1.367	459.524	18	5.784.688
INTERNA (DE e PARA)	1	8.589	2.035.023	-	-
Outros Municípios RMSP	**183**	**613**	**229.839**	**84**	**213.368**
DE ou PARA (sem DE ou PARA MSP)	174	564	215.454	84	213.368
INTERNA (DE e PARA)	9	49	14.385	-	-
TOTAL	**257**	**11.927**	**3.184.396**	**120**	**11.782.744**

Considerou-se que os dados do PNL 2050 estão muito elevados em relação aos quantitativos DE e PARA da OD2023 Metrô, que já estão com os fatores de expansão dos dados aplicados. Os dados do PNL 2050, correspondem a 392% da amostra total da OD2023 Metrô para o município de São Paulo, entretanto, ressalta-se que a maioria das viagens desse município são de natureza intramunicipal e não estariam demostradas na base regional do PNL.

Devido a essa inconsistência, e ao fato de que as pesquisas OD do Metrô serem uma base de dados já bem consolidada e confiável, recomenda-se o seu uso de seus dados no lugar dos dados da Matriz OD de Pessoas do PNL, para o modal ferroviário.

Ressalta-se que a grande força da OD Metrô 2023 não reside em sua estrutura (que é complexa), mas na profundidade e na qualidade da informação. Trata-se de uma fotografia detalhada e recente da mobilidade, enquanto a matriz do PNL é um retrato sintético e agregado.

Diferente de uma matriz consolidada, os microdados da OD permitem "abrir a caixa-preta" dos deslocamentos e entender o comportamento por trás dos números, permitindo:

1) caracterização do usuário: acesso a variáveis socioeconômicas (renda, posse de veículo, idade, ocupação) que são cruciais para entender quem viaja e por que faz certas escolhas;
2) análise do motivo da viagem: distinção entre viagens por trabalho, estudo, saúde, lazer etc., permitindo modelar diferentes padrões de demanda para cada finalidade;
3) encadeamento de viagens e integração modal: a base revela a sequência completa de viagens de uma pessoa (ex: casa → trabalho → estudo → casa) e, mais importante, como os modos são combinados (ex: carro até a estação, trem, e depois ônibus);
4) distribuição temporal: permite analisar a demanda por faixa horária, essencial para estudos de pico e entre pico, dimensionamento de frota e planejamento operacional;
5) análise de equidade e acessibilidade: permite avaliar se os serviços de transporte atendem adequadamente a diferentes segmentos da população (baixa renda, idosos etc.) e identificar "desertos de transporte";
6) análise de elasticidade-preço: combinada com dados tarifários, permite estudar como a demanda reage a mudanças no preço das passagens.

Assim, conclui-se que a abordagem tecnicamente mais robusta é a de utilizar a matriz OD 2023 do Metrô, podendo, a complementar com os dados dos pares OD que estavam na Matriz do PNL.

Em resumo, enquanto a matriz PNL responde "quantos" e "de onde para onde", a OD Metrô 2023 responde "quem", "como", "quando" e, fundamentalmente, "por quê".

Apêndice F: Justificativa da Escolha da Matriz do Projeto Big Data

F Justificativa da Escolha da Matriz do Projeto Big Data

Estudo: Consistência de Matrizes OD no Modelo VISUM — Fluxos de Carga do Estado de São Paulo.

Objetivo: Comparar o desempenho de duas matrizes (Projeto Big Data e PNL 2050) frente às contagens observadas, com base nos indicadores GEH, desvio percentual e R^2, e fundamentar a seleção da matriz final.

F.1 Base de Dados e Métodos

Foram analisadas duas planilhas de consistência (aba 'VL') contendo, para cada ponto de contagem, os volumes observados (Census), simulados (Model), o desvio percentual (*Evaluation = %-Deviation*) e o GEH por link. As planilhas também trazem um bloco de agregados (*Evaluation aggregate*), incluindo GEH médio, fração de links com GEH<10, desvio médio simples e ponderado e fração de links com |desvio|<20%. O coeficiente de determinação (R^2) foi recalculado diretamente a partir dos pares observado–simulado.

F.2 Indicadores Consolidados

Tabela F-1. Indicadores Consolidados. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan.

Indicador	Big Data	PNL
GEH médio	44.0	68.4
% links GEH<10	12%	7%
Desvio médio (%)	42%	55%
Desvio médio ponderado (%)	40%	42%
% links |Desvio|<20%	17%	12%
R^2 (calculado)	43.76%	53.18%

Observa-se que, embora a matriz PNL apresente R^2 global ligeiramente superior, os indicadores de ajuste por link (GEH e frações dentro de faixas-alvo) são consistentemente melhores na matriz Big Data.

F.3 Interpretação Técnica

O GEH médio é uma métrica clássica para avaliar compatibilidade entre volumes observados e simulados por seção. Valores abaixo de 5 são usualmente considerados bons; entre 5 e 10, aceitáveis; acima disso, demandam revisão. Nesta avaliação, ambos os conjuntos apresentam GEH médio elevado, porém a matriz Big Data (44,0) supera a PNL (68,4), com maior parcela de links em faixas mais restritivas (GEH<10 e |desvio|<20%).

O desvio percentual médio e o ponderado também são menores na Big Data, indicando menor erro relativo médio em relação às contagens. Isso tende a produzir melhor distribuição espacial de fluxos na rede e reduz vieses de super/ subestimação em grupos de arcos.

O R^2 mede aderência global, mas pode ser influenciado por amplitudes de volumes e outliers. O fato de a PNL apresentar R^2 superior (≈53%) não compensa o pior desempenho por link quando analisamos GEH e desvios, que são diretamente utilizados como critérios operacionais de calibração.

F.4 Critérios de Seleção e Decisão

Considerando as metas do estudo (prioridade de GEH médio < 5 e melhoria da aderência por seção), a matriz Big Data apresenta desempenho relativamente superior: menor GEH médio, maior proporção de links dentro de faixas-alvo e menores desvios médios. Assim, apesar do R^2 ligeiramente menor, a Big Data oferece base mais favorável para os ciclos seguintes de calibração e ajuste fino (p.ex., fatores por cordão, correção de demandas específicas, ajuste de capacidades e custos generalizados na rede).

F.5 Conclusão

À luz dos indicadores analisados, o Consórcio opta pela utilização da matriz do Projeto Big Data como base para a continuidade da calibração do modelo. Próximos passos recomendados incluem: (i) foco na redução de GEH em corredores críticos, (ii) revisão de parâmetros de rede que impactem a escolha de rotas, e (iii) ajustes direcionados em OD setoriais com altos desvios.

As figuras a seguir apresentam evidências gráficas das análises realizadas.

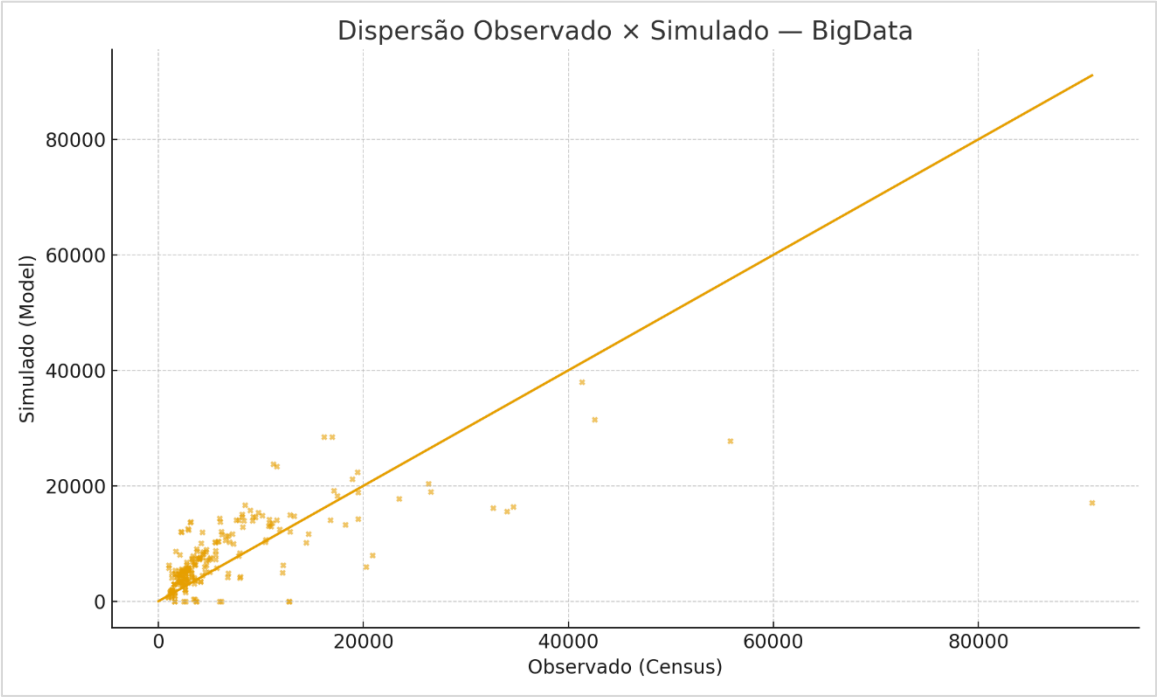


Figura F.1: Dispersão Observado × Simulado (Projeto Big Data). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

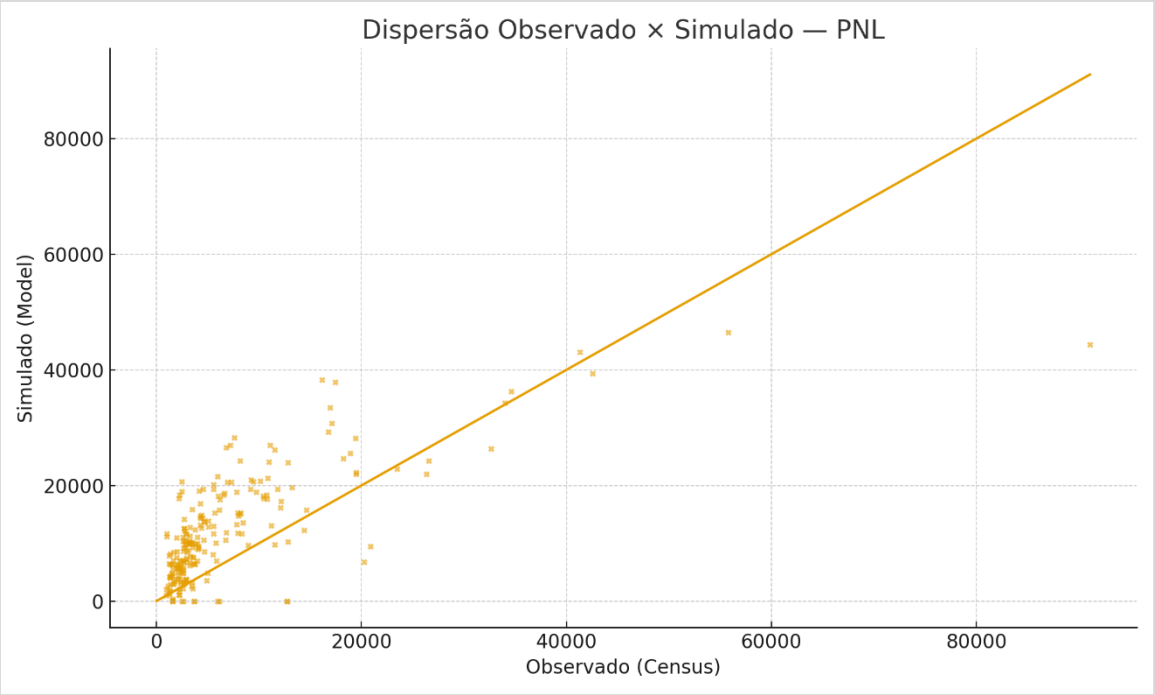


Figura F-2: Dispersão Observado × Simulado (PNL 2050). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

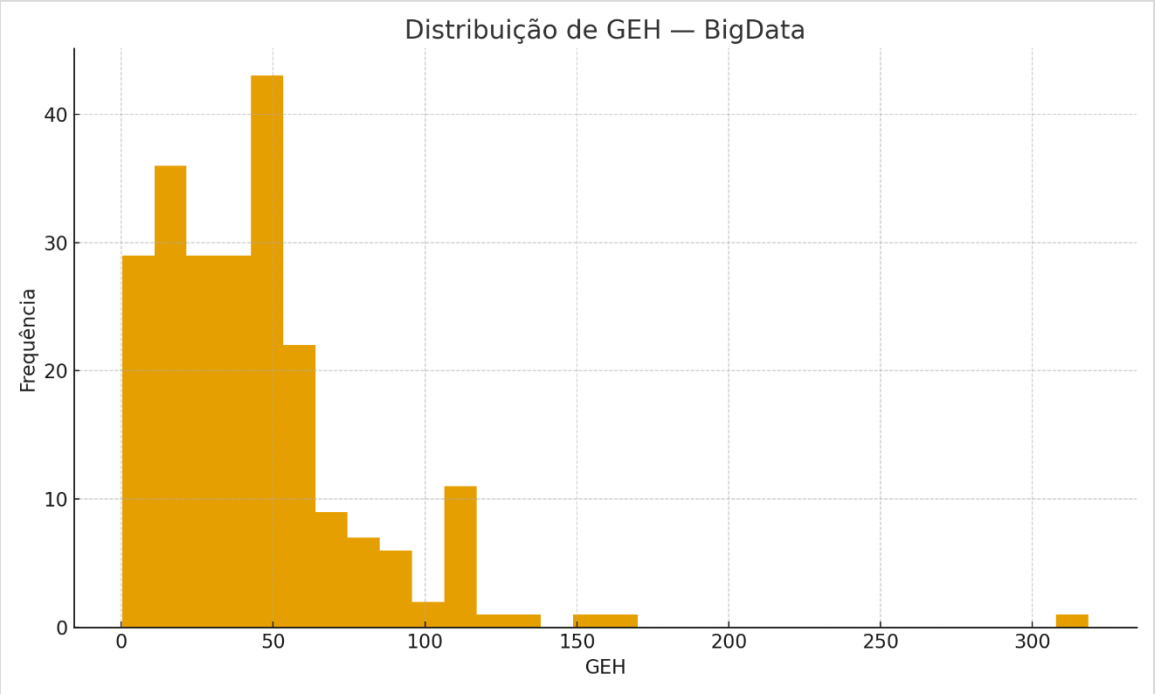


Figura F-3: Histograma de GEH (Projeto Big Data). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

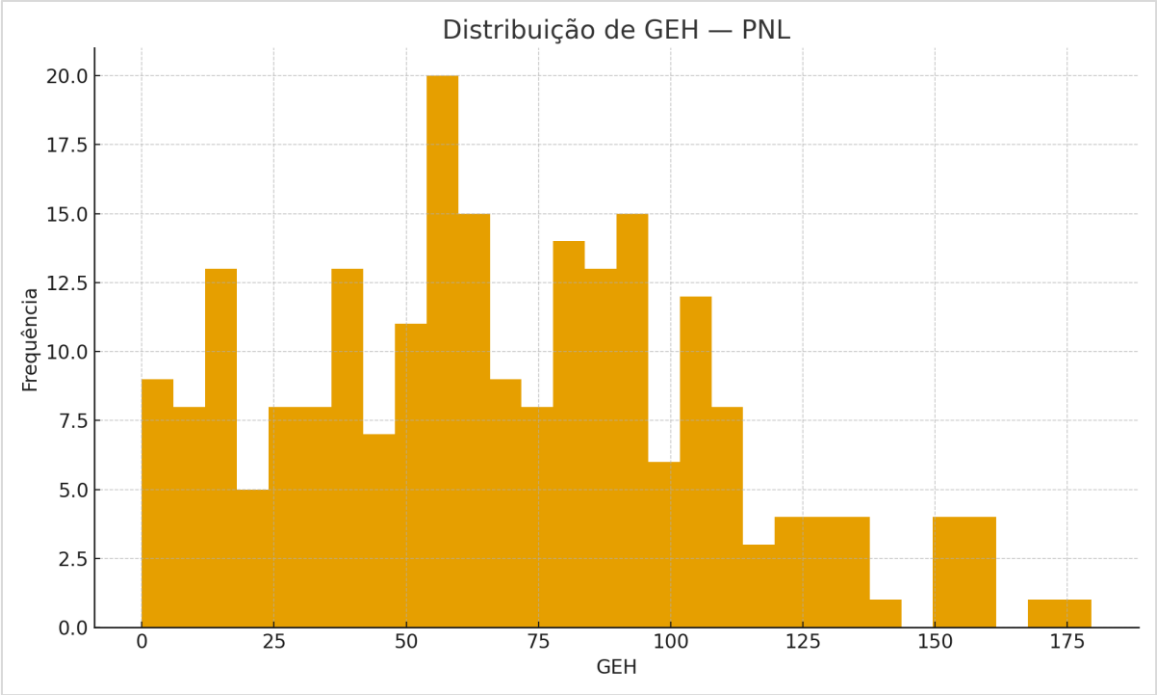


Figura F-4: Histograma de GEH (PNL 2050). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

Uma relação do Top 20 de trechos críticos do Projeto Big Data, considerando o GEH, está apresentada na Tabela F-2. Por sua vez, a relação dos Top 20 considerando o Desvio_PCT está apresenta na Tabela F-3.

Tabela F-2. Top 20 por GEH (Projeto Big Data). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

Label	Observado	Simulado	Desvio_PCT	GEH
OSASCO	91.066	17.047	-81.0%	318.4
P1 - SERTÃOZINHO OESTE	12.772	0	-100.0%	159.8
P1 - SERTÃOZINHO LESTE	12.696	0	-100.0%	159.3
CAMPO LIMPO	55.786	27.810	-50.0%	136.8
INDAIATUBA SUL	20.237	5.954	-71.0%	124.8
ENG. COELHO (SP-332) SUL	2.208	12.075	82.0%	116.8
ITUPEVA SUL	33.980	15.614	-54.0%	116.6
JABOTICABAL OESTE	3.134	13.812	77.0%	116.0
ENG. COELHO (SP-332) NORTE	2.235	12.005	81.0%	115.8
JABOTICABAL LESTE	3.106	13.643	77.0%	115.1
ITAPEVI	34.619	16.410	-53.0%	114.0
INDAIATUBA (BLOQUEIO) SUL	6.129	0	-100.0%	110.7
ENG. COELHO (SP-147) OESTE	2.886	12.521	77.0%	109.8
INDAIATUBA (BLOQUEIO) NORTE	5.948	0	-100.0%	109.1
ENG. COELHO (SP-147) LESTE	2.908	12.349	76.0%	108.1
INDAIATUBA NORTE	20.902	7.938	-62.0%	108.0
ITUPEVA NORTE	32.657	16.146	-51.0%	105.7
STA. CRUZ DAS PALMEIRAS LESTE	1.701	8.638	80.0%	96.5
P1 - JAMBEIRO SUL	11.175	23.739	53.0%	95.1
P1 - JAMBEIRO NORTE	11.533	23.383	51.0%	89.7

Tabela F-3. Top 20 por |Desvio| (BigData). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

Label	Observado	Simulado	Desvio_PCT	GEH
P10 - CORONEL MACEDO SUL	1.562	0	-100.0%	55.9
P1 - SERTÃOZINHO OESTE	12.772	0	-100.0%	159.8
INDAIATUBA (BLOQUEIO) SUL	6.129	0	-100.0%	110.7
INDAIATUBA (BLOQUEIO) NORTE	5.948	0	-100.0%	109.1
BOITUVA (BLOQUEIO) OESTE	2.493	0	-100.0%	70.6
BOITUVA (BLOQUEIO) LESTE	2.634	0	-100.0%	72.6
COLINA SUL	3.653	0	-100.0%	85.5
COLINA NORTE	3.703	0	-100.0%	86.1
P10 - CORONEL MACEDO NORTE	1.547	0	-100.0%	55.6
P1 - SERTÃOZINHO LESTE	12.696	0	-100.0%	159.3
AGULHA SUL	3.428	358	-90.0%	70.6
AGULHA NORTE	3.519	411	-88.0%	70.1
PIRANGI LESTE	1.013	6.308	84.0%	87.5
PIRANGI OESTE	1.012	5.783	83.0%	81.9
ENG. COELHO (SP-332) SUL	2.208	12.075	82.0%	116.8
ENG. COELHO (SP-332) NORTE	2.235	12.005	81.0%	115.8
OSASCO	91.066	17.047	-81.0%	318.4
STA. CRUZ DAS PALMEIRAS LESTE	1.701	8.638	80.0%	96.5
JABOTICABAL OESTE	3.134	13.812	77.0%	116.0
JABOTICABAL LESTE	3.106	13.643	77.0%	115.1

Comparativamente, a relação do Top 20 de trechos críticos do PNL 2050, considerando o GEH, está apresentada na Tabela F-4. Por sua vez, a relação dos Top 20 considerando o Desvio_PCT está apresenta na

Tabela F-5.

Tabela F-4. Top 20 por GEH (PNL 2050). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

Label	Observado	Simulado	Desvio_PCT	GEH
OSASCO	91.066	44.351	-51.0%	179.5
GRAMADÃO NORTE	2.485	20.660	88.0%	169.0
P1 - SERTÃOZINHO OESTE	12.772	0	-100.0%	159.8
P1 - SERTÃOZINHO LESTE	12.696	0	-100.0%	159.3
GRAMADÃO SUL	2.482	18.968	87.0%	159.2
ENG. COELHO (SP-332) NORTE	2.235	18.394	88.0%	159.1
ENG. COELHO (SP-332) SUL	2.208	17.744	88.0%	155.5
IGARATÁ NORTE	7.617	28.294	73.0%	154.3
ITATINGA LESTE	6.794	26.559	74.0%	153.1
QUADRA LESTE	7.202	27.001	73.0%	151.4
RIO CLARO (SP-127) SUL	4.135	19.067	78.0%	138.6
ALAMBARI LESTE	4.538	19.386	77.0%	135.8
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS OESTE	16.121	38.259	58.0%	134.3
PIRANGI OESTE	1.012	11.709	91.0%	134.1
PAULÍNIA A SUL	5.985	21.532	72.0%	132.5
PIRANGI LESTE	1.013	11.147	91.0%	130.0
P3 - SALES DE OLIVEIRA SUL	5.556	20.129	72.0%	128.6
IGARATÁ SUL	8.127	24.221	66.0%	126.5
ELIAS FAUSTO NORTE	3.464	15.822	78.0%	125.8
RIO DAS PEDRAS (SP-308) NORTE	2.671	14.160	81.0%	125.2

Tabela F-5. Top 20 por |Desvio| (PNL 2050). Fonte: Consórcio Concremat-Transplan

Label	Observado	Simulado	Desvio_PCT	GEH
P1 - SERTÃOZINHO LESTE	12.696	0	-100.0%	159.3
BOITUVA (BLOQUEIO) OESTE	2.493	0	-100.0%	70.6
P10 - CORONEL MACEDO SUL	1.562	0	-100.0%	55.9
P10 - CORONEL MACEDO NORTE	1.547	0	-100.0%	55.6
COLINA NORTE	3.703	0	-100.0%	86.1
P1 - SERTÃOZINHO OESTE	12.772	0	-100.0%	159.8
BOITUVA (BLOQUEIO) LESTE	2.634	0	-100.0%	72.6
COLINA SUL	3.653	0	-100.0%	85.5
INDAIATUBA (BLOQUEIO) NORTE	5.948	0	-100.0%	109.1
INDAIATUBA (BLOQUEIO) SUL	6.129	0	-100.0%	110.7
PIRANGI OESTE	1.012	11.709	91.0%	134.1
PIRANGI LESTE	1.013	11.147	91.0%	130.0
ENG. COELHO (SP-332) NORTE	2.235	18.394	88.0%	159.1
ENG. COELHO (SP-332) SUL	2.208	17.744	88.0%	155.5
GRAMADÃO NORTE	2.485	20.660	88.0%	169.0
ARARAS OESTE	1.590	212	-87.0%	45.9
GRAMADÃO SUL	2.482	18.968	87.0%	159.2
BURI OESTE	1.329	8.141	84.0%	99.0
ITARARÉ OESTE	1.256	7.871	84.0%	97.9
MORRO DO ALTO (ITAPETININGA) - MORRO II SUL	1.986	10.997	82.0%	111.8

Apêndice G: Avaliação das fontes de dados para Matriz Aeroviária

G Avaliação das fontes de dados para Matriz Aeroviária

Esta seção define qual Matriz Origem-Destino (OD) melhor representa o movimento de pessoas no modal aéreo coletivo no Brasil, entre duas alternativas: (i) a matriz referente ao ano de 2017 proveniente do Sistema HORUS, da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SNAC), realizada em conjunto com o LabTrans da Universidade Federal de Santa Catarina, para base de dados do Plano Aeroviário Nacional 2018-2038 (PAN) e (ii) a matriz para ano de 2019 disponibilizada no âmbito do Plano Nacional de Logística 2050 (PNL), do Ministério dos Transporte e Ministério de Portos e Aeroportos. A estratégia é verificar a metodologia para produção de cada base e comparar seus resultados frente os diferentes pares OD resultantes e ao volume das viagens alocadas.

G.1 PAN

A base do PAN foi composta com os dados provenientes da rede de telefonia móvel da Vivo de 2017 (BigData), que passou por definições de regras de consulta e padrões de deslocamento para identificação de viagens realizadas pelo modal aeroviário, validações por pesquisas anteriores (EPL 2014) e dados sistemáticos de órgãos federais. Os resultados passaram ainda por um modelo de expansão para superar lacunas de pares OD não identificados dentro dos dados do BigData e regiões fora da cobertura da empresa contratada, para as quais, considerando variáveis determinantes do volume de viagens, como gravitacionais, de natureza socioeconômicas e de natureza logística, e aplicado a Análise de Componentes Principais (ACP), foram estimadas as viagens a partir dos indicadores e dados disponíveis.

G.2 PNL

A fonte de dados utilizada pela matriz do PNL foi o levantamento de BigData pelo contrato com a Telefônica Brasil, com ano de referência de 2019, utilizando o identificador de viagens aéreas dos dados como referência inicial e selecionados por apresentarem diferentes Unidades Territoriais de Planejamento (UTP) no par OD, estarem a mais de 150 km de distância e pertencerem ao Banco de Informações de Movimento de Tráfego Aéreo (BIMTRA), para adequação dos pares de modo a tornar a matriz mais aderente à realidade, como pelo recálculo nos pares que apresentam razão entre o volume de viagens do par e a soma da população dos municípios do par acima de valor determinado. O resultante total da matriz sofreu uma redução maior que esperado, para correção foi aplicado escalonamento de dados a partir da comparação do volume de viagens entre UF dos dados do BigData com dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), utilizando a taxa de variação para correção do volume de viagens. A matriz resultante apresenta dados de pares OD classificados pelos códigos do IBGE e projetados para 2023, por meio de fatores de projeção provenientes da ANAC, para os municípios e caracterizando também os deslocamentos entre os aeroportos e os domicílios/empresas.

G.3 Análise comparativa

Para composição da base georreferenciada da matriz do PAN foram recuperados os códigos dos aeroportos associados às coordenadas e transposto em formato WKT (*well-known text*) entre as viagens registradas na base da PAN após agrupamento dos pares com aeroportos iguais, de modo a remover linhas duplicadas por terem origem ou destino trocados (*cidadeA-cidadeB = cidadeB-cidadeA*) e somar todas as viagens em um par OD agrupado (*viagens_cidadeA-cidadeB + viagens_cidadeB-cidadeA = viagens_AB*). Como resultado foram agrupados 5.273 pares OD, nos quais estão distribuídas 74.527.688 viagens, e gerado arquivo SHP (*shapefile*) das linhas OD entre os aeroportos com o volume de viagens agrupado, além da somatória de viagens por aeroporto, gerando um arquivo de SHP de pontos (Figura G-1).

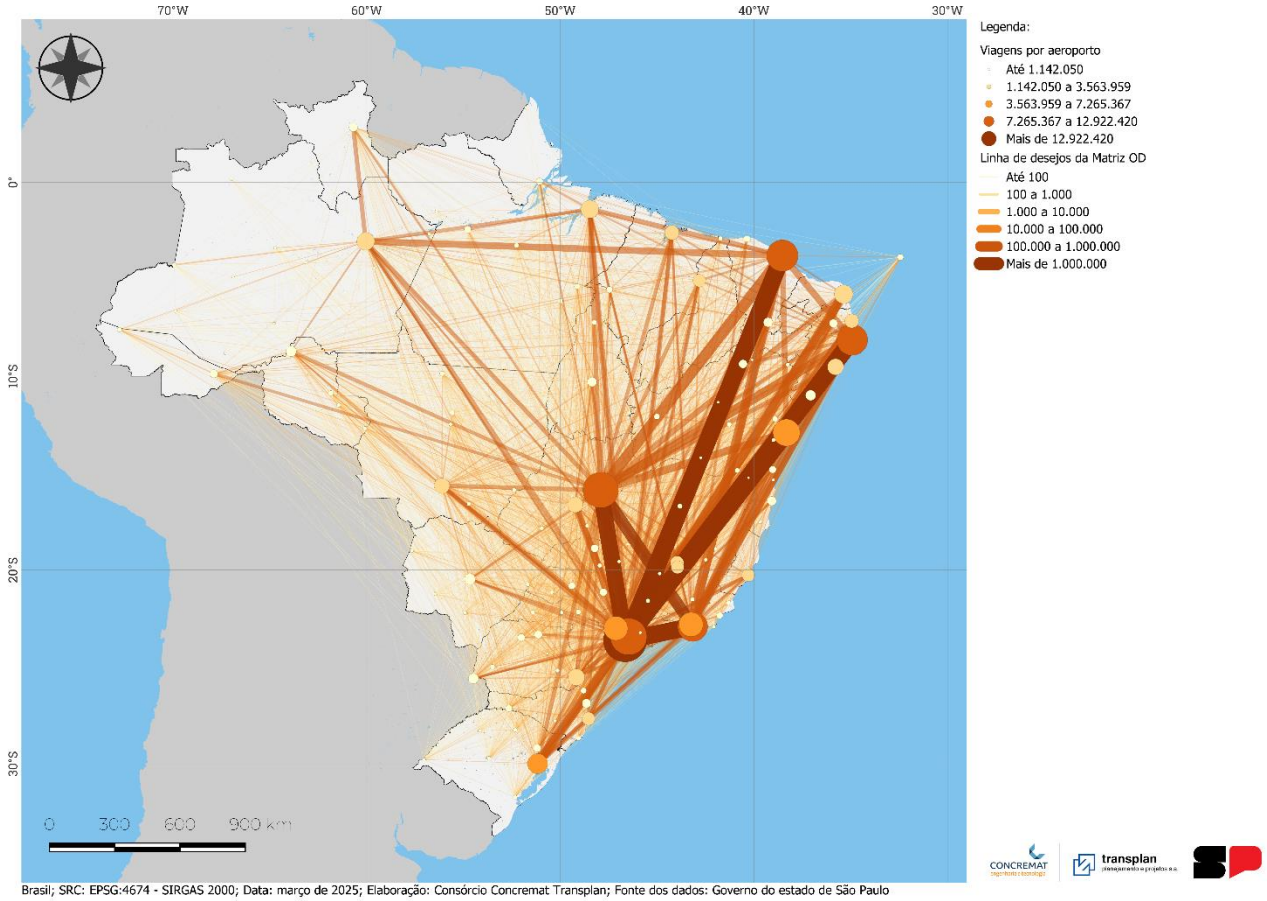


Figura G-1: Linhas de desejo da matriz OD do PAN e passageiros por aeroporto. Fonte: Consórcio Concremat-Transplan. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Com objetivo de checar os volumes de passageiros alocados nos pares OD e total de viagens, foi feito uma análise cruzada da movimentação dos três maiores aeroportos no estado de São Paulo, GRU em Guarulhos, CGH em São Paulo e VCP em Campinas. Os valores apresentados pela soma de todas as viagens alocadas nos pares OD de cada aeroporto e os reportados pela Polícia Aeroportuária e compilados na seção de Aeródromos do Sistema HORUS demonstra uma sub-representação do volume real da matriz resultante do processamento dos dados de BigData, como ilustra a tabela seguinte:

Tabela G-1. Comparação de viagens e passageiros em GRU, CGH e VCP. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

	Viagens segundo Matriz OD	**Movimentação de passageiros reportada**
GRU	12.922.420	23.654.795
CGH	17.850.796	21.581.274
VCP	5.781.922	8.711.154

Para validação dos dados processados, a base do PAN foi analisada em comparação com a base apresentada pelo PNL. Considerando a matriz do PNL (Figura G-2), a somatória das viagens foi de 91.048.566, uma diferença de 16.520.878 viagens do PAN (aumento de 22,17%). As viagens do PNL estão alocadas em 74.226 pares OD agrupados, tendo 2.816 (3,79% dos pares do PNL) em comum com os pares do PAN (53,4% dos pares do PAN), nos quais estão alocados 73.348.913 viagens do PAN (98,41% do total) e 46.716.303 viagens do PNL (51,3% do total).

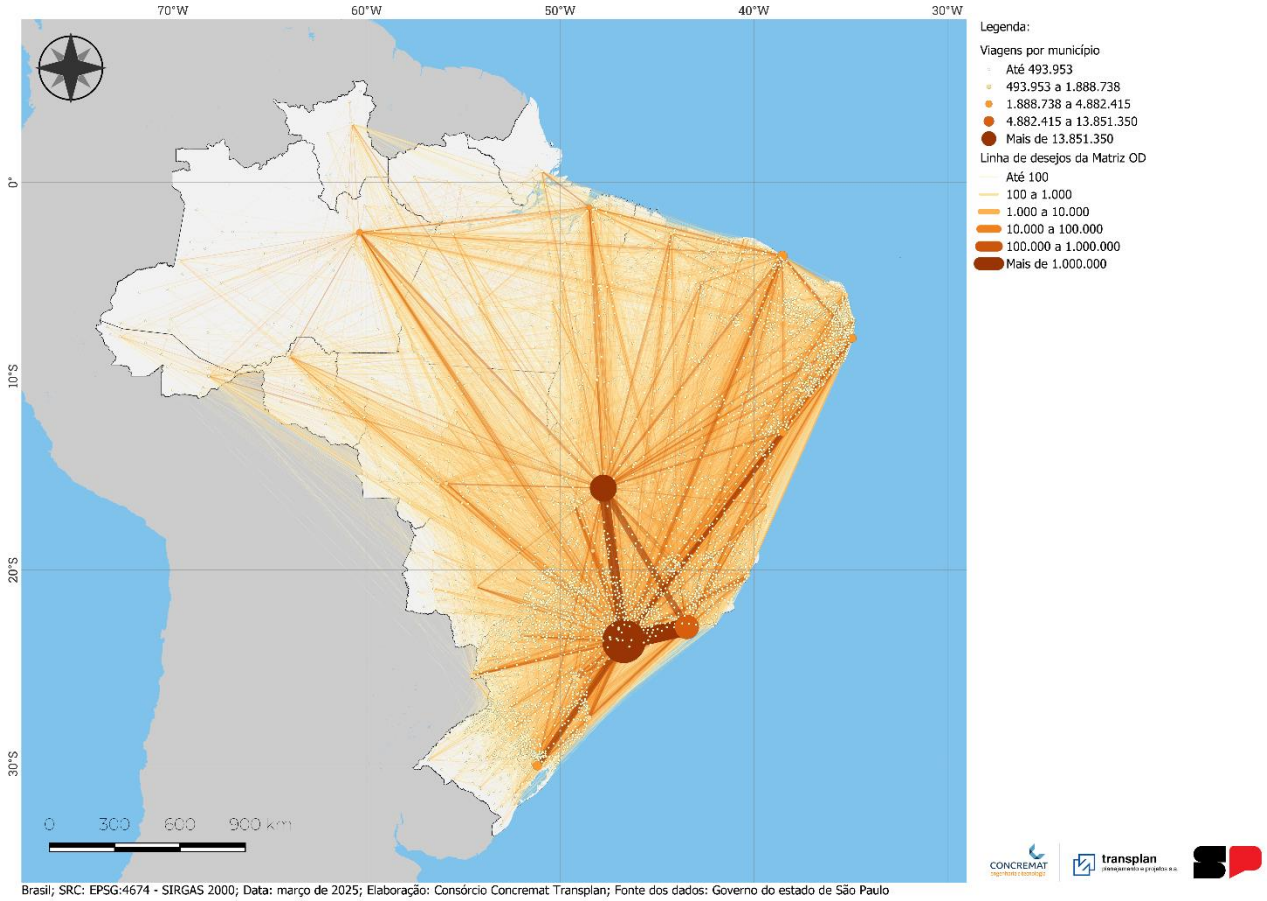


Figura G-2 – Linhas de desejo da matriz OD do PNL e passageiros por aeroporto. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Ao comparar as metodologias de obtenção das duas matrizes observamos aumentos no volume de viagens inicialmente identificados e o final alocado. A matriz do PAN passou de 68.565.473 viagens para 74.527.688, um aumento de 7,66%, enquanto a matriz do PNL foi de 74.865.262 viagens para 91.048.566, tendo aumento de 17,7%.

Tabela G-2. Estatísticas descritivas.

	PAN	**PNL**
Número de pares OD	5.273	74.226
Viagens no ano de referência	74.527.688	91.048.566
Média de viagens anuais por habitante	0,3589	0,4333

Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

G.4 Síntese e recomendação quanto à matriz de passageiros do transporte rodoviário coletivo

A diferença no volume decorre do procedimento de filtragem e correção dos dados levantados do BigData, seja para definir os pares OD ou para alocar viagens neles, dado a diferença de metodologias entre PAN e PNL. As metodologias variam na cobertura de municípios dado empresa contratada para BigData, no modelo de identificação de modal e expansão para considerar os municípios fora da cobertura (PAN) e nos métodos para seleção de pares entre os identificados como viagens aéreas, além da aplicação de escalonamento no volume de viagens (PML). Considerando a sub-representação de viagens e passageiros para os três maiores aeroportos do estado de São Paulo entre a matriz do PAN e o reportado pela Polícia

Aeroportuária (67,76% do total real), e a maior precisão dos critérios e seleção direcionada na matriz do PNL, **recomenda-se adotar a matriz PNL como referência**.

Apêndice H: Avaliação da Matriz Rodoviária Coletiva

H Avaliação da Matriz Rodoviária Coletiva

Esta seção define qual Matriz Origem-Destino (OD) melhor representa o movimento de pessoas no modal rodoviário coletivo em São Paulo, entre duas alternativas: (i) a matriz OD do PNL e (ii) a matriz resultante da junção ARTESP + EMTU. A estratégia é verificar qual base "conversa" melhor com a estrutura socioeconômica dos municípios, isto é, qual é mais bem explicada por variáveis fundamentais como tamanho da população e nível de atividade econômica (PIB).

Para isso, combinamos (a) uma leitura descritiva das variáveis com (b) uma regressão econométrica simples, onde modelamos o logaritmo do total de viagens em função do logaritmo do PIB e do logaritmo da população. O uso de log-log é intencional: torna a relação menos assimétrica e permite interpretar diretamente os coeficientes como elasticidades (por exemplo, um coeficiente de 0,6 para ln(população) significa que um aumento de 1% na população se associa a +0,6% nas viagens, mantendo o PIB constante).

Como diagnóstico, avaliamos ajuste (R^2 ajustado), erro médio (RMSE/MAE) e testes de heterocedasticidade (Breusch-Pagan) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk). Para a inferência, empregamos erros-padrão robustos (HC1), o que nos deixa confortáveis mesmo diante de heterocedasticidade e desvios de normalidade.

Todas as estatísticas foram calculadas com a amostra municipal do estado. A matriz do PNL se mostrou completas com observações para os 645 municípios do estado de São Paulo. A matriz ARTESP + EMTU possui observação apenas para 432 municípios.

H.1 PNL

O modelo com a matriz PNL apresenta elevada aderência: o R^2 ajustado é de 0,761, indicando que 76,1% da variação do log do total de viagens entre municípios é explicada apenas por PIB e população. Os erros médios são baixos (RMSE=0,658, MAE=0,510), compatíveis com um bom ajuste em log. Os coeficientes robustos (HC1) têm sinais e magnitudes economicamente plausíveis:

- a elasticidade da população é 0,638 ($p \approx 3{,}9e{-}21$), o que sugere um crescimento sub-proporcional das viagens com o tamanho da cidade;
- a elasticidade do PIB é 0,157 ($p \approx 0{,}0055$), menor que a populacional — como esperado, dado que "massa de usuários" tende a ser o principal motor do volume.

Tabela H-1. Determinantes das viagens no rodoviário coletivo (PNL)

Variável	Coeficiente (SE robusto)[13]
ln(PIB)	0,157*** (0,056)
ln(População)	0,638*** (0,065)
Constante	6,160*** (0,226)

Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Tabela H-2. Métricas do modelo das viagens no rodoviário coletivo (PNL)

Métrica	Valor
Observações	645
R^2 ajustado	0,761
RMSE	0,658
MAE	0,510
AIC	1299
BIC	1316
Breusch–Pagan (p-valor)	0,0558
Shapiro–Wilk (p-valor)	$3{,}7\times10^{-8}$

Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Os diagnósticos estatísticos reforçam a confiança: o teste de Breusch-Pagan é limítrofe (p=0,056), recomendando o uso de erros robustos (que adotamos), e o teste de Shapiro-Wilk rejeita normalidade (p<<0,001), algo típico em dados municipais e que não compromete a consistência do OLS com HC1. Em síntese, a matriz PNL mostra consistência econômica (elasticidades razoáveis) e bom desempenho estatístico, sendo bem resumida por variáveis socioeconômicas básicas.

Os gráficos de dispersão com regressão (Figura 1) evidenciam as relações monotônicas esperadas com PIB e população. Os diagnósticos (Figura 2) indicam resíduos concentrados em

[13] Erros-padrão robustos (HC1) entre parênteses. Níveis de significância: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10. Especificação: ln(viagens) = $\alpha + \beta_1 \ln(PIB) + \beta_2 \ln(População) + \varepsilon$. A inferência usa SE robustos dado BP limítrofe; a não-normalidade dos resíduos não compromete a consistência do OLS com HC1.

torno de zero, com BP limítrofe (p=0,056) — justificando o uso de SE robustos — e não-normalidade (Shapiro p<<0,001), padrão comum em dados municipais e que não compromete a consistência do OLS com HC1. O mapa de resíduos destaca polos com acima/abaixo do previsto depois de controlarmos por PIB e população.

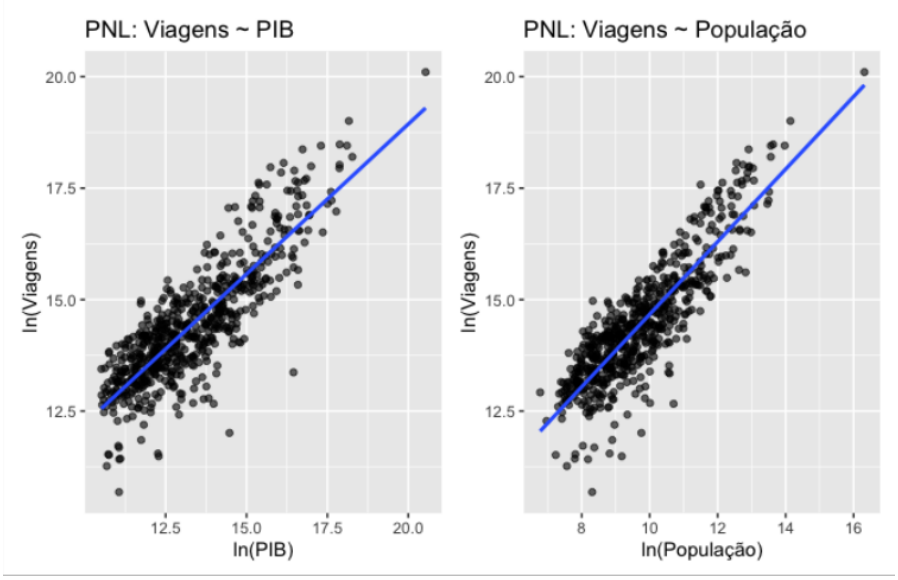


Figura H-1. Ajuste das variáveis – Modelo PNL. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

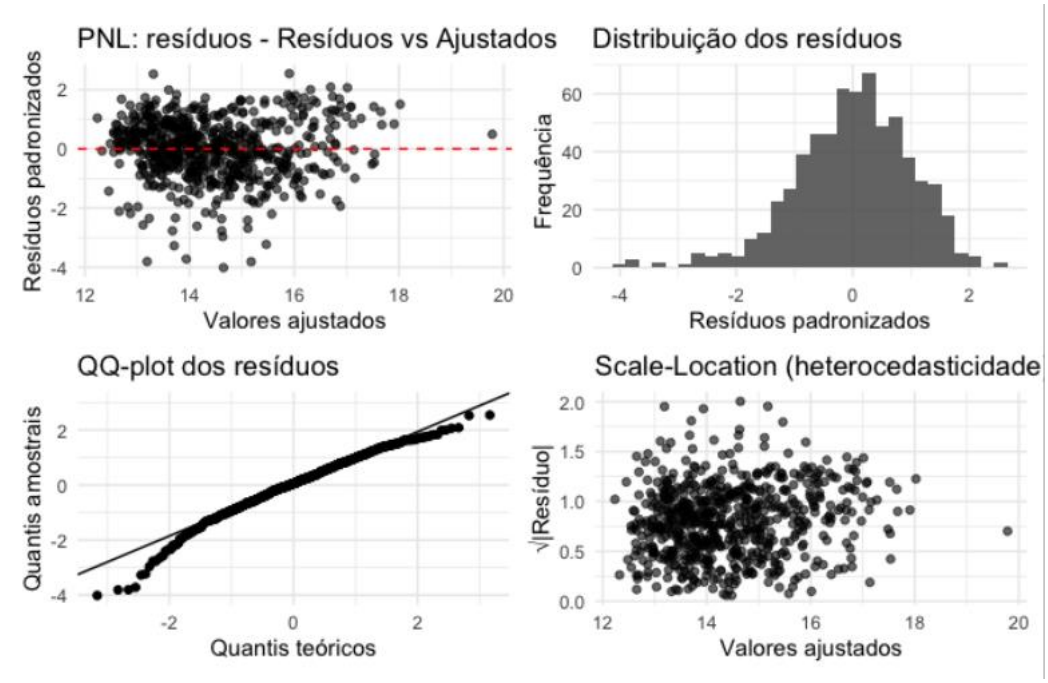


Figura H-2. Ajuste dos resíduos – Modelo PNL. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

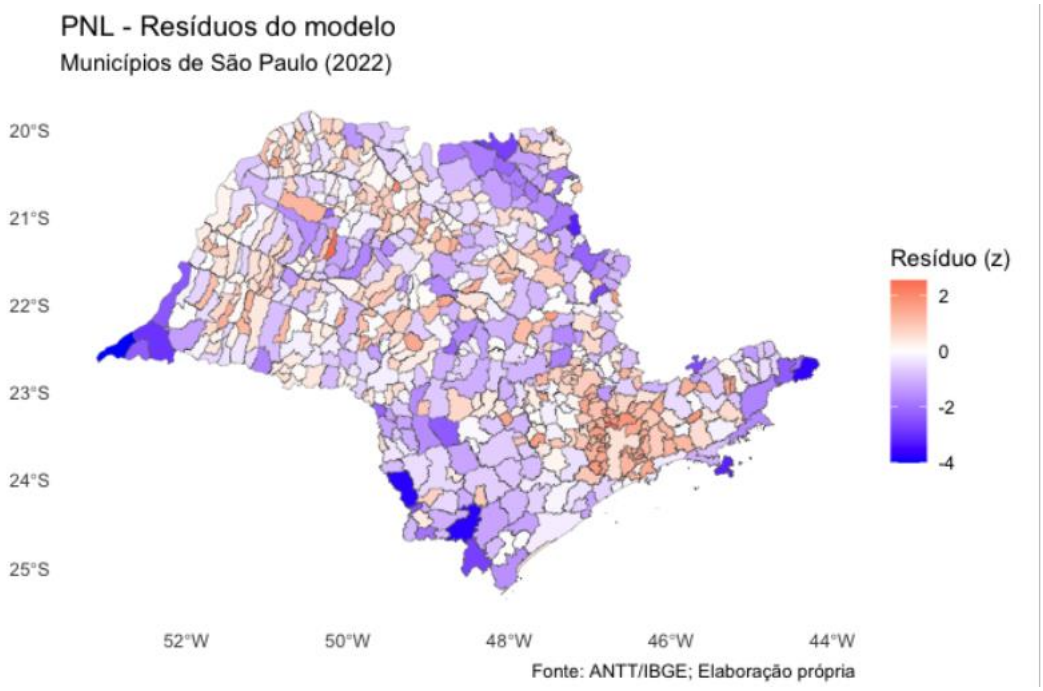


Figura H-3. Mapa dos resíduos – Modelo PNL. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

A PNL apresenta consistência econômica (elasticidades críveis) e bom desempenho estatístico. População explica a maior parte das diferenças entre municípios; o PIB agrega informação adicional.

H.2 ARTESP+EMTU

O modelo estimado com a base ARTESP + EMTU apresenta aderência sensivelmente inferior: o R^2 ajustado é de 0,363, com erros muito mais altos (RMSE=2,86, MAE=1,86). A elasticidade da população surge elevada (≈2,000; p≈1,8e−9), implicando crescimento super-proporcional das viagens à população — um resultado atípico quando comparado à literatura e ao próprio PNL, e que sinaliza que a base pode estar captando padrões de oferta/cobertura (ou zeros estruturais) que não se alinham linearmente à demografia municipal. Já o coeficiente do PIB é negativo e não significativo (−0,390; p≈0,149), o que aponta ruído de mensuração ou variáveis omitidas (por exemplo, conectividade viária efetiva, função regional/polos de atração, distância média das viagens, estrutura de linhas e frequências, sazonalidade/horário etc.). Os diagnósticos (Figura 5) indicam heterocedasticidade forte (BP p=0,00088) e não-normalidade — reforçando a necessidade de SE robustos e de especificações mais ricas. O mapa de resíduos (Figura 6) mostra um padrão espacial menos estável, com lacunas (municípios sem observação) e agrupamentos de desvios que sugerem efeitos de oferta.

Tabela H-3. Determinantes das viagens no rodoviário coletivo (ARTESP + EMTU)

Variável	Coeficiente (SE robusto)[14]
ln(PIB)	-0,390 (0,269)
ln(População)	2,000*** (0,325)
Constante	-3,550** (1,130)

Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Tabela H-4. Métricas do modelo das viagens no rodoviário coletivo (ARTESP + EMTU)

Métrica	Valor
Observações	432
R^2 ajustado	0,363
RMSE	2,860
MAE	1,860
AIC	2143
BIC	2159
Breusch–Pagan (p-valor)	0,00088
Shapiro–Wilk (p-valor)	$< 2{,}2\times10^{-16}$

Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Os diagnósticos confirmam a necessidade de cautela: há heterocedasticidade forte (Breusch-Pagan p=0,00088) e não-normalidade dos resíduos (p<<0,001). Em termos práticos, a base ARTESP + EMTU não é bem resumida por PIB e população, demandando especificações mais

[14] Erros-padrão robustos (HC1) entre parênteses. Níveis de significância: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10. Especificação: ln(viagens) = $\alpha + \beta_1$ ln(PIB) + β_2 ln(População) + ε. Heterocedasticidade forte (BP), inferência com SE robustos; resíduos não-normais conforme Shapiro–Wilk.

ricas (controles de oferta e estrutura espacial) e eventuais tratamentos (p.ex., lidar com zeros, winsorizar extremos, reponderar por cobertura). A base ARTESP + EMTU não é bem resumida por PIB e população.

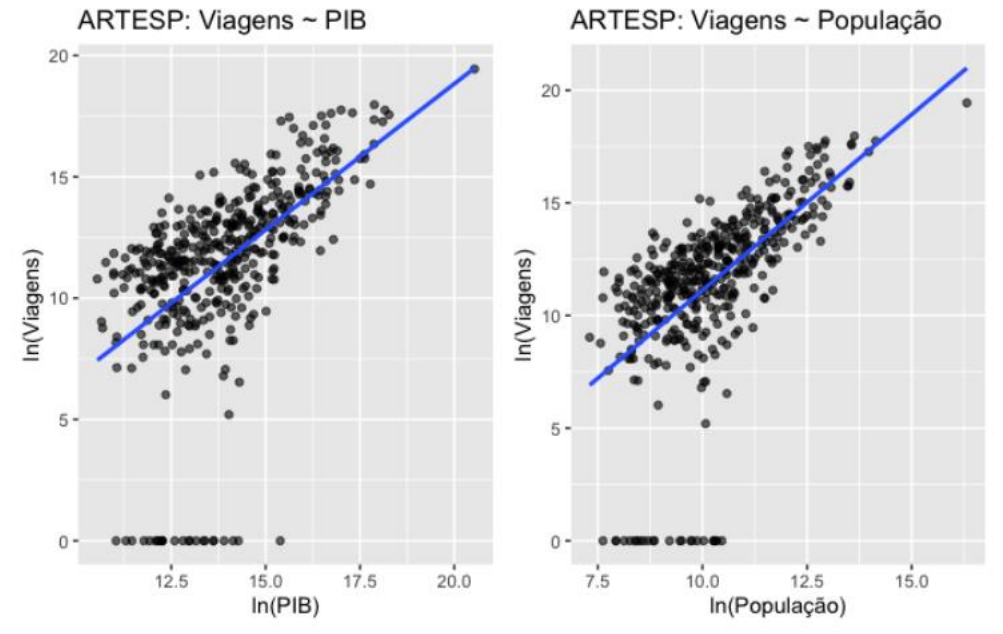


Figura H-4. Ajuste das variáveis – Modelo Artesp + EMTU. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

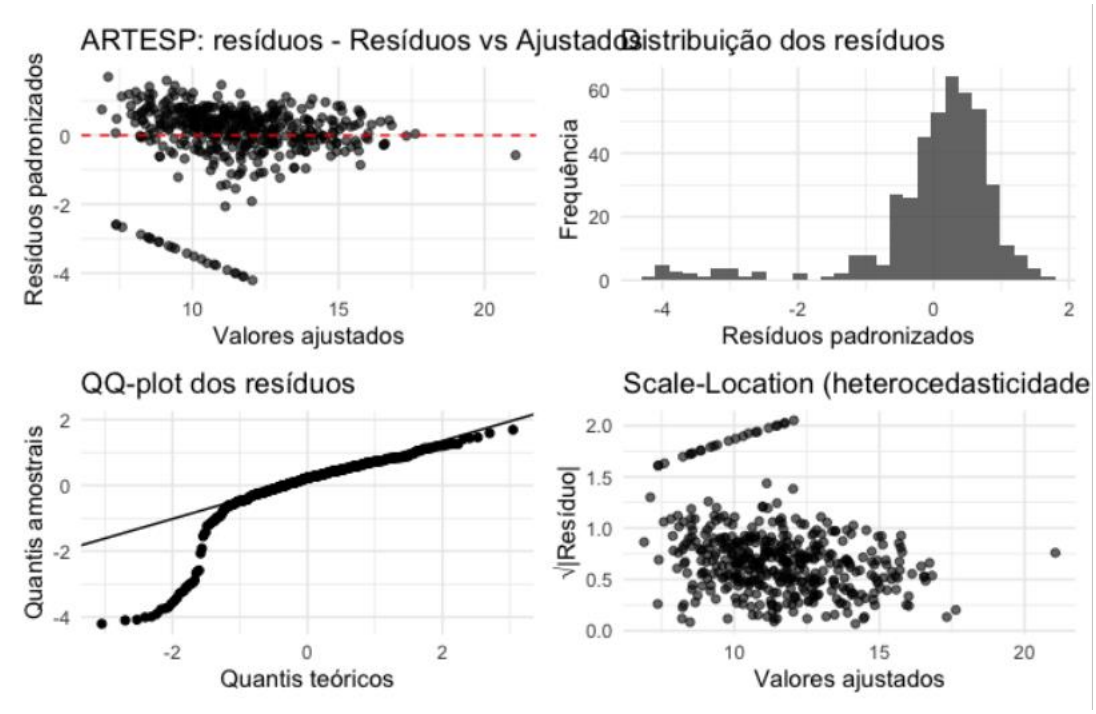


Figura H-5. Ajuste dos resíduos – Modelo Artesp + EMTU. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

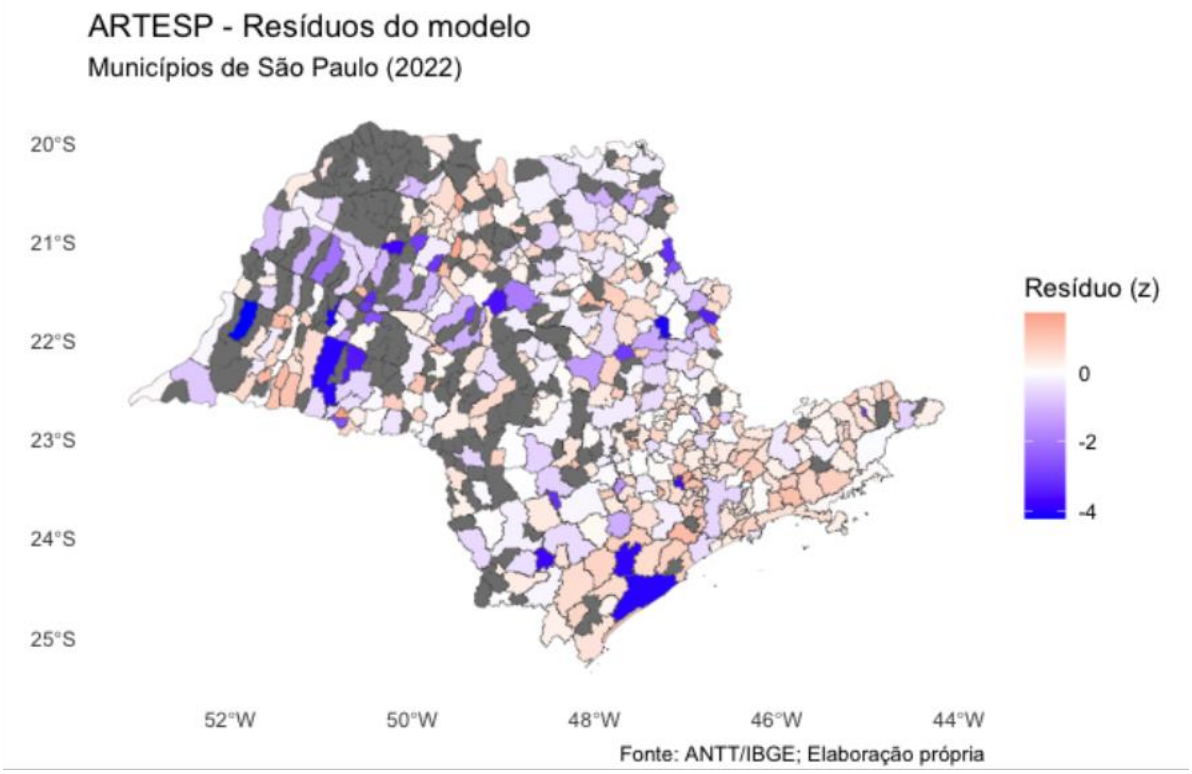


Figura H-6. Mapa dos resíduos – Modelo Artesp + EMTU. Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

H.3 Estatísticas descritivas

A matriz do PNL cobre 645 municípios; ARTESP + EMTU, 432 — diferença que, por si só, já afeta comparabilidade e mapas. Para facilitar a leitura substantiva, focamos métricas por habitante:

Tabela H-5. Estatísticas descritivas

	PNL	**ARTESP**
Número de observações	645	432
Média de viagens no ano	650.529.572.093.024	28.156.924.953.703.600
Desvio-padrão de viagens no ano	2.541.084.657.569.300	1.518.588.838.525.960
Média de viagens diárias por habitante	0,39	0,04
Desvio-padrão de viagens diárias por habitante	0,25	0,07

Fonte: Consórcio Concremat Transplan.

Em PNL, há um conjunto pequeno de outliers (≈12 municípios) com média diária por habitante > 1, como Águas da Prata, Águas de São Pedro, Borá, Caieiras, Elisiário, Gavião Peixoto, Glícério, Inúbia Paulista, Ipiguá, Itaju, Jambeiro, Nova Canaã Paulista, Quadra, Santa

Cruz da Conceição e Taquaral. Esses casos merecem verificação de cobertura, fronteira ou atividade econômica especifica dos municípios.

H.4 Síntese e recomendação quanto à matriz de passageiros do transporte rodoviário coletivo

Comparando desempenho e plausibilidade, a matriz PNL se mostra substancialmente superior para fins de modelagem macro do movimento de passageiros no rodoviário coletivo com base em determinantes básicos (população e PIB). A PNL exibe elasticidades coerentes (população ≈0,64; PIB ≈0,16), bom ajuste e erros baixos; a ARTESP + EMTU, por sua vez, traz elasticidade populacional exagerada (≈2,0), efeito de PIB instável e ajuste fraco. Portanto, para a etapa de calibração macro (isto é, selecionar uma OD que reflita adequadamente a demanda municipal agregada com determinantes socioeconômicos fundamentais), **recomenda-se adotar a matriz PNL como referência.**