Relatório Preliminar

Matrizes Origem-Destino do Planejamento Integrado de Transportes (PIT)

Versão 1

2024

Infra S.A.
Jorge Luiz Macedo Bastos
Diretor Presidente

André Luís Ludolfo da Silva
Diretor de Empreendimentos

Cristiano Della Giustina
Diretor de Planejamento

Elisabeth Braga
Diretora de Administração e Finanças

Marcelo Vinaud
Diretor de Mercado e Inovação

Superintendência de Planejamento e Estudos de Transporte
Daniel Klinger Vianna
Superintendente

Equipe Técnica – Coordenação de Planos de Sistemas de Transportes
George Lavor Teixeira
Coordenador

Brunno Santos Gonçalves
Assessor Técnico

Bruno Gonzalez Nóbrega
Assessor Técnico

Elder Tiago da Costa de Souza
Assessor Técnico

Emygail Lorena Silva Azevedo Oleskovicz
Assistente Técnica

Igor Moreira Mota
Assessor Técnico

Lucas dos Santos Lourenço
Assessor Técnico

Lucas Giovani Matos Albuquerque
Assistente Técnico

Lucas Miranda França
Assessor Técnico

Luís Philipe Vilara Ribeiro
Assistente Técnico

Luiza Neis Ramos
Assessora Técnica

Consultores do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD
Jemysson Jean de Oliveira
José Di Bella Filho
Marcelo Blumenfeld Mendonça
Nathercia Christianne B Guimarães Ricci
Priscila Hoehr Mostardeiro
Tiago Henrique França Baroni

Agradecimentos
Às pessoas que passaram pela equipe da INFRA S.A. e contribuíram igualmente para o desenvolvimento deste Plano:
Gabriel Toscano Bandeira
Leandro Rodrigues e Silva
Maíra Vitoriano Rodrigues de Freitas

Instituições Parceiras no desenvolvimento do PSTT
BID
ANTT
DNIT

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4
2. PREMISSAS DE MODELAGEM 5

2.1. Premissas iniciais 6

2.1.1. Nível de agregação 6
2.1.1.1. Espacial 6
2.1.1.2. Temporal 6
2.1.2. Segmentação da demanda de carga 7
2.1.3. Segmentação da demanda de pessoas 8
2.1.3.1. Modos de transporte de pessoas 8
2.1.3.2. Conversões para veículos 9
2.1.3.3. Escolha modal 9
2.1.4. Unidade da matriz 10

3. MATRIZES DE CARGAS 11

3.1. Notas Fiscais eletrônicas 11

3.1.1. Tratamentos iniciais realizados nas NFe 2013 13
3.1.2. Conversão de valores monetários em volumes de carga 14
3.1.3. Definição de macroprodutos 15
3.1.4. Validação macro das MOD Cargas 16
3.1.5. Projeções das matrizes Origem-Destino de cargas de 2013 para o ano-base 2017 20

3.2. Grupos de carga e macroprodutos 21
3.3. Matriz de Cargas – 2017 22
3.4. Projeções econômicas e matrizes 2021, 2035 e 2050 24
3.5. Resultados 28

4. MATRIZES DE PASSAGEIROS 36

4.1. Telefonia Móvel 37
4.2. Projeções das matrizes interurbanas de pessoas 42
4.3. Resultados 45

5. CONCLUSÕES 49
6. REFERÊNCIAS

1. INTRODUÇÃO

Este relatório técnico compõe o Planejamento Integrado de Transportes (PIT), em desenvolvimento pela INFRA S.A. e descreve o tratamento nas bases de dados de notas fiscais eletrônicas (NFe) do ano fiscal de 2013 e de Telefonia Móvel, para obtenção das a) matrizes origem-destino de transporte inter-regional de cargas (MOD Cargas) e b) matrizes origem-destino de transporte interurbano e intermunicipal de pessoas (MOD Pessoas). Tais matrizes são insumos aos mais diversos instrumentos de planejamento de transportes elaborados pela INFRA S.A.

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.

Por sua vez, as MOD Pessoas indicam o número de veículos particulares e ônibus que circularam entre um par O/D durante um ano. Elas são obtidas principalmente por meio de dados de telefonia móvel, sendo os fluxos de pessoas posteriormente convertidos em veículos.

Este relatório apresentará as MOD Carga/Pessoas utilizadas no Plano Nacional de Logística (PNL) 2035 e nos Planos Setoriais (PS) 2035. As projeções de consumo e produção que embasaram a formulação das MOD para os horizontes futuros consideraram diferentes cenários econômicos (pessimista, realista e otimista), bem como os possíveis impactos econômicos da Pandemia do COVID-19, os quais foram determinantes para a elaboração das MOD Carga para o ano de 2035. Além disso, descreve-se neste relatório o processo de expansão das matrizes de 2017 para o novo ano-base de 2021, a qual foi utilizada em uma nova fase de planejamento composta pelos Planos Setoriais 2035 e pelos Planos Estaduais de Logística de Transportes (PELT).

2. PREMISSAS DE MODELAGEM

A demanda por transportes depende intimamente da distribuição espacial dos centros urbanos e das atividades econômicas. Pelo lado do transporte de cargas e mercadorias, o padrão dessa distribuição geográfica e a composição regional dos setores econômicos determinam fluxos de transportes para que insumos cheguem em unidades produtivas e para que os produtos cheguem aos consumidores, sejam eles domésticos ou internacionais. Pelo lado do transporte de pessoas, a dinâmica intermunicipal e interurbana pautada pelas demandas pessoais típicas - trabalho e lazer - determinam a demanda de transportes por pessoas.

Nesta seção encontram-se as diversas premissas metodológicas adotadas no âmbito do Planejamento Integrado de Transportes para conceber uma medida válida de demanda por transportes. A premissa mais geral e abrangente diz respeito à interpretação de matrizes origem-destino (OD daqui em diante) como uma aproximação observável da demanda não-observável. Conceitualmente, a matriz OD é fruto tanto da demanda quanto da oferta de transportes. Pelo lado da demanda, ela representa o desejo de pessoas e a necessidade de mercadorias serem transportadas entre aquelas origens e destinos. Pelo lado da oferta, a infraestrutura vigente e seus mais diversos parâmetros influenciam a escolha modal das pessoas e das empresas transportadoras de carga entre soluções alternativas que competem no cumprimento daquelas demandas.

A matriz OD será utilizada como uma representação da demanda, considerando a estrutura de oferta de transportes vigente. Isso significa que a metodologia assumirá, para mensuração da demanda, a oferta de transportes no ano-base como um dado estático. Dessa forma, assume-se que a demanda latente de transportes observa a estrutura funcional de transportes e toma decisões para encontrar a melhor solução, de forma a carregar o sistema de transporte e gerar os dados observáveis – a matriz OD. É importante ressaltar que alterações futuras na demanda serão calculadas por meio de projeções, mantendo como estática a estrutura de transportes na qual a matriz OD-base foi observada. Isso implica que as projeções na demanda serão analisadas em relação a uma estrutura de transporte fixa, partindo-se de premissas econômicas (macro e microeconômicas), ambientais e tecnológicas. Dito de outra forma, não se assumem grandes choques de oferta no sistema de transportes capazes de alterara as projeções econômicas de demanda.

2.1. Premissas iniciais

As premissas iniciais dizem respeito ao formato geral da matriz: sua estrutura temporal e espacial, sua unidade de análise e algumas segmentações específicas que se fazem necessárias para fins de modelagem.

2.1.1. Nível de agregação

2.1.1.1. Espacial

A metodologia do PIT abarca toda a rede de transportes nacional voltada ao deslocamento de cargas e pessoas entre os 5.570 municípios. Os dados originais de cargas estão majoritariamente em nível municipal: cerca de 3,8% das Notas Fiscais eletrônicas de 2019 possuem alguma forma de agregação especial, seja na origem, no destino ou em ambos. Essa agregação foi realizada no âmbito da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), no sentido de se anonimizar fluxos de cargas cujos emitente ou destinatário fossem facilmente reconhecidos. Desta forma, será necessária uma metodologia de distribuição municipal de Notas Fiscais agregadas espacialmente.

No caso da matriz de pessoas, os dados originais estão integralmente à nível municipal assim como o modelo funcional. Uma agregação de municípios em Unidades Territoriais de Planejamento será necessária para apresentação dos indicadores com foco no transporte interurbano. Previamente a esta agregação, deve-se considerar o fato de os fluxos intramunicipais não serem considerados nos carregamentos finais que alimentam os resultados finalísticos. Apesar disso, eles impactam o carregamento de certas vias, afetando sua capacidade residual. Desta forma, a identificação dos fluxos intramunicipais é necessária para que a matriz final a ser inserida no modelo funcional de simulação não distorça as capacidades de vias urbanas.

2.1.1.2. Temporal

Do ponto de vista temporal, as matrizes OD são agregadas anualmente, sem nenhuma ponderação intra anual específica. No entanto, comportamentos sazonais de carga podem saturar infraestruturas de forma inequânime ao longo de um mesmo ano. Tal sazonalidade da demanda por transportes está relacionada com a sazonalidade da produção de algumas atividades econômicas, por exemplo, os períodos de safras do granel sólido agrícola. Assim, eventuais estudos de sazonalidade da carga são necessários para identificar os períodos-pico de demanda

para cada OD. De forma análoga, comportamentos sazonais de fluxos de pessoas, por exemplo nos meses de turismo mais intenso, podem também saturar infraestruturas de forma não regular ao longo do ano e impactarem a competição com outras cargas por infraestruturas de transporte.

2.1.2. Segmentação da demanda de carga

Há dois tipos de segmentação da demanda de carga necessários para a metodologia de simulação. O primeiro deles diz respeito à agregação das cargas em **macroprodutos** e **grupos de carga**. A fonte original de dados, como será visto adiante neste relatório, tipifica as cargas em termos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Como a granularidade do NCM é muito alta para fins de planejamento logístico nacional, optou-se por agrupamentos em macroprodutos e grupos de carga. Atualmente, a metodologia conta com trinta e oito macroprodutos agrupados em seis grupos de carga. Discussões quanto a alterações nas formas como tais agregações são feitas, de forma a alterar o quantitativo de macroprodutos e/ou grupo de cargas, são oportunas. Para tal, deve-se sempre pontuar as vantagens e desvantagens de se trabalhar com mais ou menos macroprodutos e grupos de carga.

A segunda segmentação refere-se ao tipo de divisão entre matrizes **de modais de superfície** e matrizes modais que não são de superfície. Aquelas referem-se aos modos ferroviário, hidroviário, portuário e rodoviário, enquanto essas referem-se ao modal aeroviário e dutoviário. Nos ciclos anteriores de planejamento, limitou-se a simulação às estruturas relativas aos modais de superfície (vias navegáveis, rodovias, ferrovias e respectivos terminais de transbordo). A decisão foi dada como restrição institucional. Assim, a manipulação fez-se necessária pois o transporte de carga por tais modos influencia a capacidade das estruturas dos demais modos.[1]

Para tal, foram obtidos dados de uma nova matriz de carga aérea doméstica desenvolvida pela SAC/MINFRA em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, tendo como base os CT-e (Conhecimento de transporte eletrônico). Os dados foram tratados para o formato utilizado no PNL 2035 e acrescidos de informações do comércio exterior provenientes do banco de dados ComexStat do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Já a matriz de transporte por

[1] Por exemplo, a entrada de granel líquido via dutos em determinados terminais portuários faz com que sua capacidade residual referente à recepção da carga rodoviária seja reduzida. Assim, para fazer sentido, o carregamento observado deve ser ajustado para representar apenas o carregamento rodoviário neste exemplo hipotético, dado que o modo dutoviário não era modelado.

dutos foi construída com a união de diferentes fontes de dados dos operadores de dutos, observando os respectivos impactos nas matrizes da época.

No entanto, para o planejamento estratégico intermodal e coerente com a realidade, é adequado que se simule todos os modos no modelo funcional de transportes. Por esta razão, a possibilidade de modelagem dos modais aéreo e dutoviário – suas estruturas, suas demandas e os empreendimentos que afetam suas ofertas – é um ponto de melhoria no ciclo atual de planejamento.

2.1.3. Segmentação da demanda de pessoas

2.1.3.1. Modos de transporte de pessoas

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*. Essa premissa foi adotada pois o modo aéreo não é modelado no modelo de macrossimulação do PIT, assim como o transporte ferroviário e hidroviário de passageiros, que possui peso minoritário em relação ao total de viagens de pessoas.

Os dados de telefonia móvel permitem identificar, por meio de modelagem estatística[2], 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. Essa viagem multi-modal 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

[2] O Grupo Telefônica utiliza modelos de *Machine Learning* para prever as viagens de caminhoneiros e aéreas.

podem ser identificados sempre que a origem ou destino não estiverem integrados ao sistema aéreo nacional ou ainda se carecem de aeródromos.

Já para a modelagem do transporte de pessoas via hidrovias e ferrovias, são necessários dados complementares que auxiliem nas estimativas, dado que a base de telefonia não identifica esses tipos de viagem.

2.1.3.2. *Conversões para veículos*

Como posto anteriormente, são dois os modos de transporte de pessoas, exclusivamente rodoviários: ônibus e automóveis. Conforme será detalhado posteriormente no relatório, serão necessárias premissas de conversão de viagens em veículos. No ciclo prévio de construção das matrizes, foi utilizado modelo econométrico para estimação das viagens de ônibus. Já os dados originais do ciclo atual possuem uma conversão preliminar, desenvolvida pelo próprio Grupo Telefônica, a saber:

Tipo de Movimentação	
Coletiva	Quando identifica-se mais de um usuário que possui mesma origem, destino, horário de início e término de viagem
Particular	Caso contrário

A definição de premissas deve, consequentemente, passar pelos seguintes pontos:

. Avaliação da plausibilidade da classificação originalmente sugerida na base bruta;

. Possibilidade de refinamento nos tipos de veículo, se necessário for.

. Estudar se a classificação original entre viagens particulares e coletivas merece refinamento de estimativas feitas com dados externos.

2.1.4. Unidade da matriz

Naturalmente, é possível que uma matriz origem-destino possua diferentes unidades, dado que os volumes de carga e passageiros podem ser expressos por diferentes maneiras.

. Valores monetários (R$): os dados brutos estão representados em reais, oriundos do total declarado na nota fiscal. Algumas notas possuem também valores de desconto. Se necessário, os valores devem passar por atualização monetária para representarem valores a um dado ano-base. Além disso, caso pesquisas de preços forem utilizadas para a conversão em volume de carga, a matriz deve estar expressa em valores monetários constantes vis-à-vis o ano-base da pesquisa de preços.

. Volume de carga (toneladas): é obtido a partir da conversão dos valores monetários em peso. Essa etapa exigirá premissas de conversão *específicas por grupo de carga e macroproduto*. Além disso, a relação entre valor total e peso depende do preço unitário da carga, que varia com o formato de comercialização (atacado, varejo), com a região do país, o mês do ano, o estágio da cadeia de suprimento (insumo, produto final) e se está sendo comercializado no mercado internacional, caso em que a nota pode ter impostos específicos.

. Veículo:

Segundo Piva (2015), o fator de equivalência veicular é usado para transformar uma população composta por diversos tipos de veículos em uma população uniforme, composta por veículo(s)-padrão, visando facilitar a análise de um problema.

3. MATRIZES DE CARGAS

As matrizes origem-destino de transporte inter-regional de cargas (MOD Cargas) formam a base informacional empregada nos diversos instrumentos de planejamento de transportes desenvolvidos pela INFRA S.A. Através do processamento dos dados das notas fiscais eletrônicas (NFe) do ano fiscal de 2013, foi possível obter uma MOD Cargas para o cenário-base do Plano Nacional de Logística (PNL) 2035, referente ao ano de 2017. A partir dessa base, projeções de consumo e produção foram utilizadas como insumos na formulação das MOD Carga para diferentes horizontes futuros, considerando uma gama de cenários econômicos (pessimista, realista e otimista), além de contemplar os possíveis impactos econômicos da Pandemia do COVID-19. Estes foram fatores determinantes na elaboração das MOD Carga para o ano de 2035. A Figura 1 ilustra o processo metodológico seguido para a obtenção das MOD Cargas 2017 da EPL a partir dos Bancos de Dados de NFe da Secretaria da Receita Federal – RFB, as quais serão empregadas na elaboração do PNL 2035.

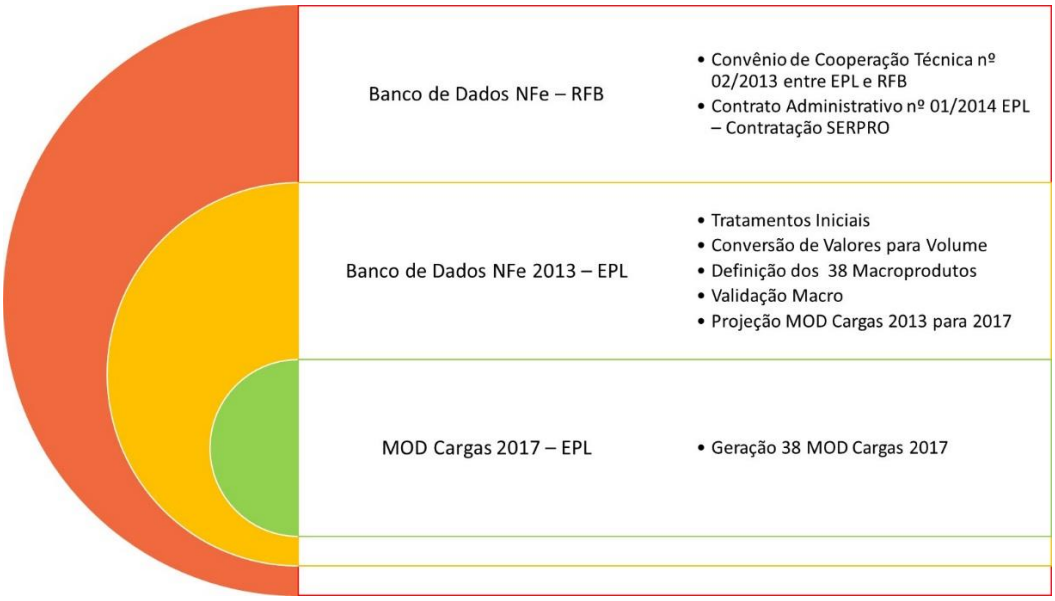


Figura 1: Sequência Metodológica.
Fonte: EPL (2020).

3.1. Notas Fiscais Eletrônicas – NFe

A partir de tratativas iniciadas em 2013 entre a EPL e a Secretaria da Receita Federal – RFB, materializadas no Convênio de Cooperação Técnica 02/2013 firmado entre EPL e RFB, obteve-se as bases de dados de NFe do ano fiscal de 2013, a quais

são a fonte de dados primária para a construção das MOD Cargas a serem utilizadas no PNL 2035.

Este Convênio de Cooperação Técnica estabeleceu-se condições que possibilitaram o intercâmbio de informações de interesse recíproco, cabendo a RFB repassar a à EPL informações cadastrais constantes das bases de dados dos sistemas de Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) e Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ).

Registra-se que na forma prevista no referido Convênio, a EPL contratou o Serviço Federal de Processamento de Dados - Serpro para a prestação de serviços técnicos especializados em tecnologia da informação para o fornecimento de dados das Notas Fiscais Eletrônicas (NFe), dos exercícios de 2012 e 2013, combinados com os dados do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e do Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), por meio de um extrator de dados conforme previsto no Contrato Administrativo Nº 021/2014 da EPL

Como conceituado em RFB (2015), a NFe é um documento de existência exclusivamente digital, emitido e armazenado eletronicamente, com o intuito de documentar uma operação de circulação de mercadorias ou prestação de serviços, no campo de incidência do ICMS, cuja validade jurídica é garantida por duas condições necessárias: a assinatura digital do emitente e a Autorização de Uso fornecida pela administração tributária do domicílio do contribuinte.

A empresa emissora de NFe gera um arquivo eletrônico contendo as informações fiscais da operação comercial, o qual deverá ser assinado digitalmente, transformando este arquivo em um documento eletrônico nos termos da legislação brasileira de maneira a garantir a integridade dos dados e a autoria do emissor.

Este arquivo eletrônico será transmitido pela Internet para a Secretaria de Fazenda, Finanças ou Tributação da unidade federada de jurisdição do contribuinte emitente, a qual, após verificar a integridade formal, devolverá um protocolo de recebimento denominado “Autorização de Uso”, sem o qual não poderá haver o trânsito da mercadoria, ressalvados os casos previstos na legislação para a hipótese de haver problemas técnicos na comunicação do contribuinte com a Receita.

Após a Autorização de Uso, que transforma o documento eletrônico no Documento Fiscal denominado Nota Fiscal Eletrônica, a Secretaria de Fazenda Estadual disponibilizará consulta, através Internet, para o destinatário e outros legítimos interessados, que conheçam a chave de acesso do documento eletrônico.

Este mesmo arquivo da NFe é ainda transmitido para:

O banco de dados de NFe obtida pela EPL junto à Receita Federal, contém os microdados identificados de cada NFe emitida no ano de 2013 no país, distribuídos em duas tabelas:

a. Cabeçalho, que continha dados sobre o município e a classe CNAE do emitente e do destinatário, situação da nota, país do destinatário, valor total da nota e valor total do desconto concedido; e

b. Item, contendo os diversos produtos de cada nota fiscal, se relacionado à primeira tabela por um código relacional, o código NCM de cada produto, a Classificação Fiscal da Operação (CFOP) e o valor (sem desconto) de cada produto.

3.1.1. Tratamentos iniciais realizados nas NFe 2013

Os tratamentos iniciais realizados no Banco de Dados de NFe 2013 obtido pela EPL junto à Receita Federal, visando a obtenção das MOD Cargas 2017 estão descritos neste tópico.

Inicialmente, foram realizadas coletas dos trechos de código (scripts) entregues pelo IPEA em 25 de julho de 2019 para o desenvolvimento dos estudos. Esses scripts foram analisados e testados à exaustão, sempre comparando com as memórias documentais presentes no processo de gestão do Termo de Execução Descentralizada com o IPEA (Processo 50840.000344/2015-90).

Esse conhecimento absorvido no decurso da análise permitiu mimetizar, dentro da estrutura computacional da EPL, os resultados obtidos pelo IPEA a partir dos arquivos brutos das Notas Fiscais Eletrônicas, fruto do Convênio de Cooperação Técnica 02/2013 entre EPL e RFB.

Além de servir para interiorizar os conhecimentos, esse processo de análise permitiu observar pontos de melhoria no processo anteriormente utilizado, bem como permitiu que fossem aplicadas as desagregações das matrizes de origem e destino resultantes em unidades espaciais adequadas para o modelo proposto, ou seja, em escala municipal.

Para realizar a geração das consultas das Notas Fiscais Eletrônicas – NFe, com intuito de posterior análise para compreensão de quais produtos seriam constantes das MOD Cargas, foram realizados os tratamentos iniciais apresentados no Fluxograma da Figura 2.

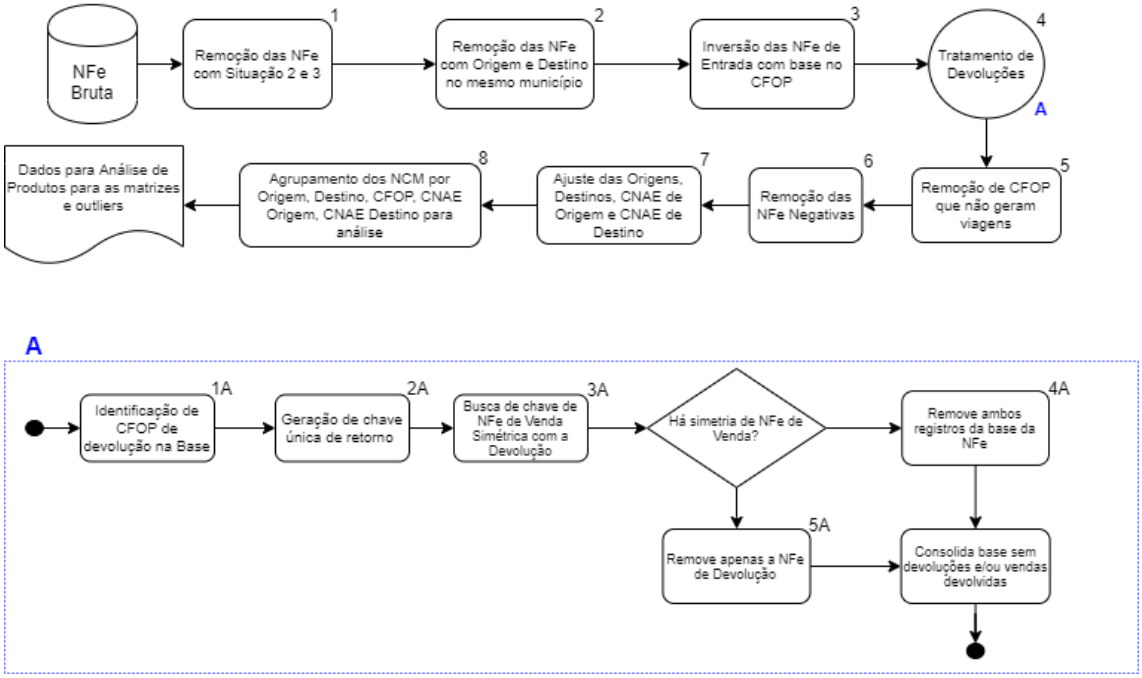


Figura 2: Fluxograma representativo dos tratamentos iniciais efetuados no banco de dados de NFe.

3.1.2. Conversão de valores monetários em volumes de carga

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

1. Verificação da representatividade de cada produto (NCM 8dgt) em cada capítulo.

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

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

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

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

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

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

A combinação da pesquisa de preços de 487 produtos principais, que representam cerca de 60% de toda a matriz de valor, associados a 3 possíveis agentes da cadeia e a 3 tipos de operação comercial, resultou em 4.383 preços. 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.

3.1.3. Definição de macroprodutos

Para a definição dos macroprodutos, partiu-se do banco de dados de NFe 2013 tratado. A análise inicial foi baseada na somatória dos valores monetários das NFe 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 representem 30% ou mais em termos monetários do capítulo (SH2) ele é destacado como um produto separado.

Como exemplo desta análise, tem-se o capítulo 27 (Combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação; matérias betuminosas; ceras minerais) que é composto por 69 produtos (NCM). Desses apenas o óleo diesel (NCM 27101921) representa 30% em valor, fazendo com que na lista então surjam dois produtos: (i) Petroquímicos (27000000) e (ii) Óleo diesel (27101921).

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

A análise logística foi realizada, por exemplo, para a definição do Etanol, como um macroproduto específico. 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.

Desse processo então 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 às análises, considerando os critérios de representativa acumulada de 75% em valor financeiro e 75% em volume, chegou-se a uma lista de 36 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 à 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 NFe 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 NFe tratadas estavam contempladas e assim optou-se em fazer uso de todo o banco de dados de NFe os macroprodutos não selecionados pelos critérios anteriores que foram agrupados com as seguintes nomenclaturas: outras cargas gerais conteinerizáveis e outras cargas gerais não conteinerizáveis.

A relação dos trinta e oito macroprodutos é apresentada na seção 2.2.

3.1.4. Validação macro das MOD Cargas

Para a etapa de Validação Macro das MOD Cargas 2013, utilizou-se uma amostra de 5 macroproutos que representam cerca de 33% do volume transportado de carga naquele ano. São eles: Minério de Ferro, Soja, Milho, Óleo Diesel e Etanol.

Para esta análise subtraiu-se das matrizes geradas os fluxos de transbordo, de modo que os volumes de produção e as movimentações de exportação e

importação pudessem ser comparáveis com outras fontes de informação oficial disponíveis.

Observar-se pela análise do Quadro 1, que em todas as MOD Cargas 2013 analisadas possuem volumes de fluxos intermediários representativos. A matriz de minério de ferro em menor magnitude possui 24% de fluxos intermediários. Por outro lado, as matrizes de soja, milho, óleo diesel e etanol, possuem um volume expressivo de fluxos intermediários, respectivamente 46%, 45%, 69% e 53% do total de suas MOD.

Macroproduto	Volume de carga movimentada em 2013 - com fluxos intermediários (milhões de toneladas)	Volume de carga movimentada em 2013 - sem fluxos intermediários (milhões de toneladas)	Volume de fluxos intermediários (milhões de toneladas)	Representatividade dos fluxos intermediários
Minério de Ferro	431.8	347.3	84.5	20%
Soja	185.9	100	85.9	46%
Milho	151.3	83.6	67.7	45%
Óleo Diesel	143.1	44.1	99	69%
Etanol	20.4	9.6	10.8	53%

Quadro 1: MOD Cargas 2013 – com fluxos intermediários x MOD Cargas 2013 – sem fluxos intermediários.

O Quadro 2 apresenta os resultados das comparações dos valores de produção, exportação e importação da amostra das MOD Cargas sem fluxos intermediários com outras fontes de informação oficial. As comparações mostram valores de Produção bastante aderentes para todos os cinco macroprodutos.

Analisando os Volumes de Exportação, verifica-se que as operações de óleo diesel são pouco representativas, com volumes transportados anuais inferiores a 1 milhão de toneladas/ano. As exportações de minério de ferro são bastante aderentes, milho é aderente e etanol é pouco aderente, embora em termos de valor absoluta a diferença seja de cerca de 2 milhões de toneladas/ano.

Quanto a análise dos volumes de importação, verifica-se que para o minério de ferro, soja e etanol tratam-se operações pouco representativas, com volumes transportados anuais inferiores a 1 milhão de toneladas/ano. A importação de óleo diesel é aderente e a de milho é pouco aderente, embora em termos de valor absoluta a diferença seja de cerca de 1,3 milhões de toneladas/ano.

Como conclusão da Etapa de Validação Macro realizada, constatou-se que os tratamentos realizados na base de dados de NFe 2013 e as metodologias utilizadas para a conversão de valores em volumes de cargas, bem como para a identificação de fluxos intermediários, permitiram a geração de MOD Cargas 2013 com aderentes

quando comparadas a outras fontes de informação oficial, de forma a estarem aptas a serem projetadas para no Ano Base 2017 e, posteriormente, geradas.

Importante lembrar que inconsistências pontuais em determinados pares de origem-destino poderão ser tratadas duramente a etapa de calibração do PNL 2035, uma vez que se adotará a técnica de calibração por meio de ajustes nas matrizes origem-destino.

Cabe salientar ainda, que a identificação de fluxos intermediários em cada matriz gerada demonstra a grande representatividade e capilaridade das MOD Cargas obtidas pelas NFe, conferindo à modelagem do PNL 2035, ineditismo e robustez na obtenção das MOD Cargas.

Macroproduto	Produção (milhões de toneladas)				Exportação (milhões de toneladas)				Importação (milhões de toneladas)			
	MOD 2013	Fonte para comparação	Diferença	Variação %	MOD 2013	Fonte para comparação	Diferença	Variação %	MOD 2013	Fonte para comparação	Diferença	Variação %
Minério de ferro	334,4	386,3	-51,9	-13%	**304**	282,2	21,8	0,08	0%	**0**	< 1 milhão de toneladas	-
Soja	82,6	81,7	< 1 milhão de toneladas	1%	**52,4**	42,8	9,6	0,22	41%	**0,28**	< 1 milhão de toneladas	0,46
Milho	83,6	80,3	3,3	4%	**37,3**	26,6	10,7	0,4	220%	**0,9**	1,3	1,44
Óleo Diesel	44,1	41,6	2,5	6%	**0,6**	0,3	< 1 milhão de toneladas	1	1230%	**8,8**	3,5	0,4
Etanol	9,6	9,5	< 1 milhão de toneladas	1%	**4,4**	2,3	2,1	0,91	0%	**0,001**	< 1 milhão de toneladas	-0,6

Quadro 2: MOD Cargas 2013 – sem fluxos intermediários x Outras Fontes

3.1.5. Projeções das matrizes Origem-Destino de cargas de 2013 para o ano-base 2017

Para projetar as MOD Cargas de 2013 para 2017, foram pesquisados os valores da produção entre 2013 e 2017 dos produtos sugeridos para a matriz, usando dados encontrados em sua maioria no IBGE.

Utilizou-se a Pesquisa Industrial Mensal, por meio do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA) os produtos, máquinas e equipamentos mecânicos, veículos, petroquímicos, máquinas e equipamentos elétricos, fármacos, bebidas, produtos químicos industriais, produtos químicos orgânicos, borracha e suas obras, papel, mobiliário, produtos da indústria gráfica e açúcares.

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

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

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

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

Os dados de produção foram usados para o cálculo da variação anual de 2013 a 2017, calculada pela seguinte fórmula:

$$\boldsymbol{Variação_t = \frac{\Delta Produção_t}{Produção_{t-1}}} \qquad (\mathbf{01})$$

De forma que:

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

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

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

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

3.2. Grupos de carga e macroprodutos

Os Grupos de carga e os macroprodutos definidos a partir da metodologia descrita acima estão listados no Quadro 3. É importante salientar que os grupos de carga são necessários para as definições dos veículos tipo, custos de transporte e transbordo e capacidades a serem imputadas na Rede de Transporte do Modelo de Simulação do PNL. Cada um dos trinta e oito macroprodutos possui uma matriz origem-destino específica, cujos fluxos resultantes de sua alocação no Modelo de Simulação do PNL, poderão ser observados separadamente, permitindo assim um maior nível de detalhamento na análise dos fluxos alocados.

Grupos de Carga	Macro produtos
Cargas Gerais Conteinerizáveis (CGC)	Açúcares, alimentos processados, bebidas - cervejas de malte, bebidas exceto cervejas de malte, borracha e suas obras, carnes, cosméticos, fármacos, instrumentos e equipamentos profissionais, laticínios, máquinas e equipamentos elétricos, máquinas e equipamentos mecânicos, mobiliário, outros cereais, outras cargas gerais conteinerizáveis, papel, plásticos e suas obras, produtos da indústria gráfica, produtos químicos industriais, produtos químicos orgânicos.
Cargas Gerais Não Conteinerizáveis (CGNC)	Animais vivos, ferro, máquinas pesadas, obras de ferro fundido, ferro ou aço, outras cargas gerais não conteinerizáveis, veículos.
Graneis Líquidos (GL)	Biodiesel, etanol, gás Natural, óleo diesel, petroquímicos.
Graneis Sólidos Agrícolas (GSA)	Farelos, milho em grão, soja em grão.
Graneis Sólidos Minerais (GSM)	Minério de ferro.
Outros Graneis Sólidos Minerais (OGSM)	Fertilizantes, outros minerais, subprodutos do minério de ferro.

Quadro 3: Macro produtos do PIT

3.3. Matriz de Carga – 2017

As MOD Cargas geradas para o PNL 2035 são matrizes quadradas (5589 x 5589) contendo os volumes estimados de movimentação entre os pares origem-destino no ano de 2017, para cada um dos trinta e oito macroprodutos definidos.

Para a definição da dimensão destas MOD Cargas adotou-se um zoneamento externo composto por dezenove zonas internacionais, assim divididas: doze zonas na América do Sul (uma para cada país da América do Sul), uma para a América Central, uma para a América do Norte, uma para o continente Europeu, uma para o Oriente Médio, outra para África, uma para Oceania e outra para Ásia. As segmentações internacionais utilizadas pelo sistema de zoneamento podem ser observadas na Figura 3.

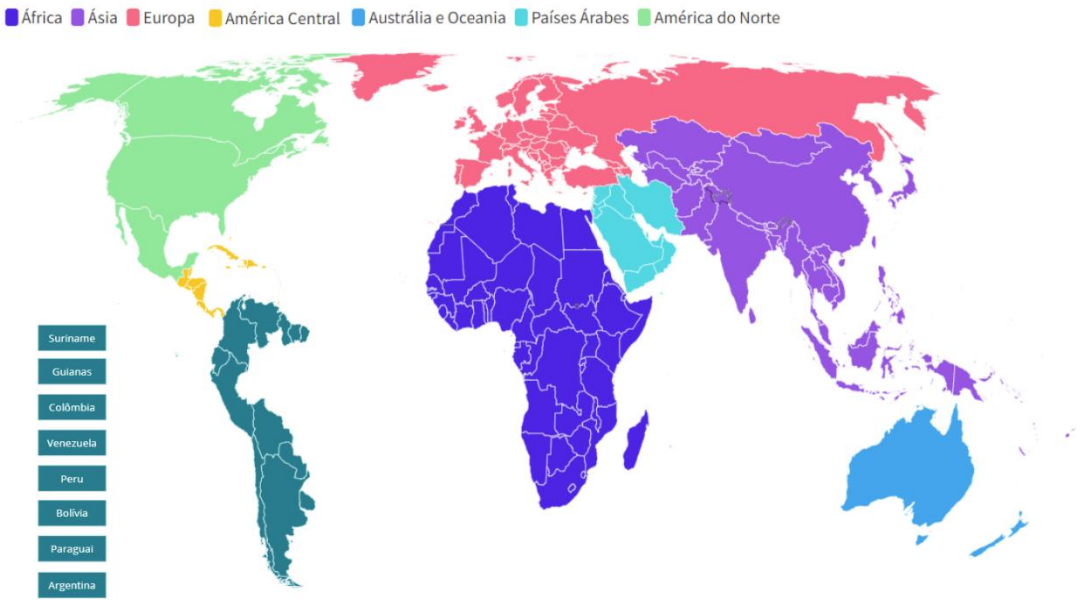


Figura 3: Zoneamento Externo.

Por outro lado, o zoneamento interno adotado considera a divisão do país em municípios, de forma que seja possível caracterizar e prever fluxos que outrora eram descartados por serem intrazonais e intermunicipais com maior acurácia. Ressalta-se que, apesar da granulometria das MOD Cargas estar em nível municipal, os resultados do PNL 2035 poderão ser apresentados de forma agrupada, de forma a focar a análise nos grandes grupos de carga e corredores logísticos estratégicos. A Figura 4 a ilustra as zonas internas consideradas para a geração das MOD Cargas.

Figura 4: Zoneamento Interno.

Finalmente, alguns passos foram necessários para que se corrigissem questões pontuais na MOD Cargas 2017:

. *Análise e tratamento de outliers:* os dados passaram por uma análise de coerência estatística e geográfica. O procedimento que se mostrou mais adequado para identificar os outliers foi a identificação de uma quantidade de desvios padrão acima da média para cada matriz de produto. Essa quantidade, por sua vez, usa o coeficiente de variação da distribuição, que é uma medida adimensional, que traz o valor de referência para a realidade de cada matriz. Os resultados após tratamento geram uma nova versão das MOD de Valor e de Peso, nominadas matrizes "tratadas", que representam todo o volume de cargas transportado no ano de 2013, para todos os modos de transporte.

. *Desconto de modos dutoviário e aeroviário para simulação da rede de transportes de superfície:* foi necessário, à época, descontar do volume transportado na matriz, os montantes devidos ao transporte aéreo e ao transporte dutoviário. Considerando a limitação, foram obtidos dados de uma nova matriz de carga aérea doméstica desenvolvida pela SAC/MINFRA em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, tendo como base os CT-e (Conhecimento de transporte eletrônico). Já a matriz de transporte por dutos, foi construída com a união de diferentes fontes de dados dos operadores de dutos, observando os respectivos impactos nas matrizes do PNL. Foi necessário adequar alguns fluxos das matrizes originais a serem descontadas, visto que se trata de origens e destinos executados nos respectivos modos, e podem não encontrar ligação direta com as Origens e Destinos da matriz do PNL, por essa se tratar de Origens e Destinos das cargas.

3.4. Projeções econômicas e matrizes 2021, 2035 e 2050

A partir da MOD Cargas do ano base 2017 construída para o PNL 2035, diversas projeções foram realizadas a depender do projeto em elaboração. O primeiro projeto do ciclo do PIT foi o PNL 2035. Para ele, foram obtidas projeções – referencial e transformadora[3] para os anos de 2035 e 2050. Posteriormente, entrou-se no ciclo de planejamento tático, composto pelos Planos Setoriais 2035. Para estes, o período-base foi ajustado para 2021, por meio de expansão da matriz de 2017. Além disso, as projeções futuras para 2035 e 2050 foram refeitas a partir da matriz de 2021 e de dados mais atualizados quando comparados aos dados utilizados na

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

primeira expansão do PNL. O esquema a seguir, representado na Figura 5, descreve resumidamente a metodologia de expansão adotada.

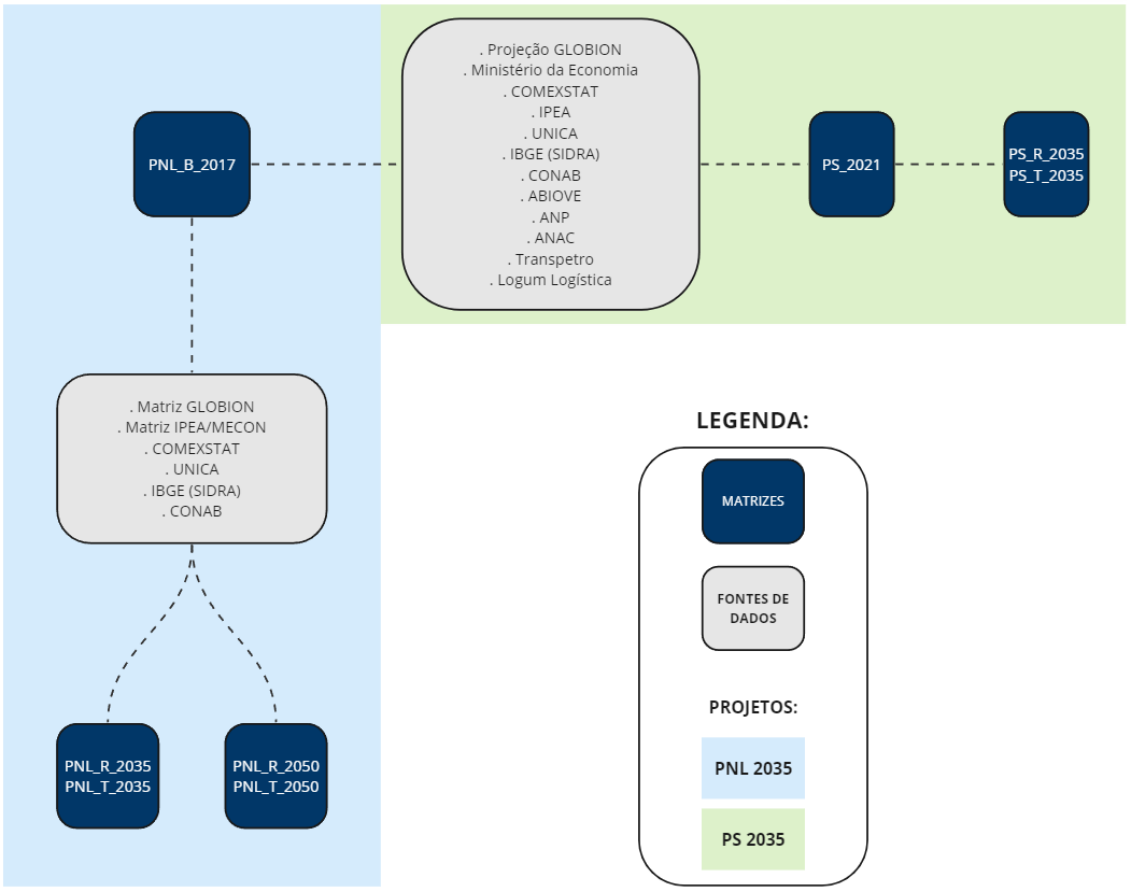


Figura 5: Fluxos de trabalho e fontes de dados empregados nas expansões das matrizes OD de carga.

Para realizar as projeções das matrizes de carga, foram utilizados dois estudos principais: as matrizes resultantes da metodologia GLOBION, que considera cenário de crescimento da temperatura em 2°C, desenvolvidas no âmbito do Termo de Execução Descentralizada (TED) 01/2016 firmado entre a EPL e o IPEA e os estudos de projeção da produção e comércio feito pelo IPEA em parceria com o Ministério da Economia. Esse último utiliza um modelo de equilíbrio geral computável (CGE, em inglês) tomando como insumos para calibração o modelo GLOBION e as projeções de PIB desenvolvidas pela DIMAC/IPEA, utilizadas também como fundamento para o Decreto 10.510/2020.

As matrizes GLOBION foram utilizadas para os produtos “Milho em grão”, “Soja em grão” e “Açúcares”. Também foram utilizadas para os pares domésticos e importações da matriz de “Laticínios”. Originalmente, as matrizes foram

disponibilizadas em pares de origem e destino (pares OD) por produto e por microrregião. Como as matrizes do PNL estão desagregadas por municípios, consideraram-se as taxas da microrregião a qual o município pertence.

Adotaram-se também premissas para a inserções de cargas derivadas de novas plantas e operações, que foram feitas com base nos resultados encontrados no TED EPL/IPEA. Somaram-se 290,8 milhões de toneladas de minério de ferro no cenário referencial; 390,5 milhões de toneladas de minério de ferro no cenário transformador; e 6,70 milhões de toneladas na matriz de Papel, para ambos os cenários.

Além disso, outras fontes de dados foram também utilizadas, como indicado na Figura 5 e foram aplicadas nas expansões dos volumes de: açúcar, etanol, carnes, laticínios, soja, milho, outros grãos, farelos, petróleo, biodiesel e biogás:

. UNICA[4]: Para a atualização da produção nacional de Açúcar e Etanol, foi utilizada a base de dados da UNICA, União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia, entidade representativa das principais unidades produtoras de açúcar, etanol (álcool combustível) e bioeletricidade da região Centro-Sul do Brasil;

. IBGE (SIDRA)[5]: Para a atualização da produção nacional de Carnes e Laticínios, foi utilizada a base de dados do IBGE, por meio do sistema SIDRA;

. CONAB[6]: Para a atualização da produção nacional de soja, milho e outros grãos, foi utilizada a base de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB);

. ABIOVE[7]: Para a atualização da produção nacional de farelos, foi utilizada a base de dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE);

. ANP[8]: Para a atualização da produção nacional de Petróleo, Biodiesel, Biogás, foi utilizada a base de dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP);

As matrizes já utilizadas no PIT estão descritas no Quadro 4 abaixo:

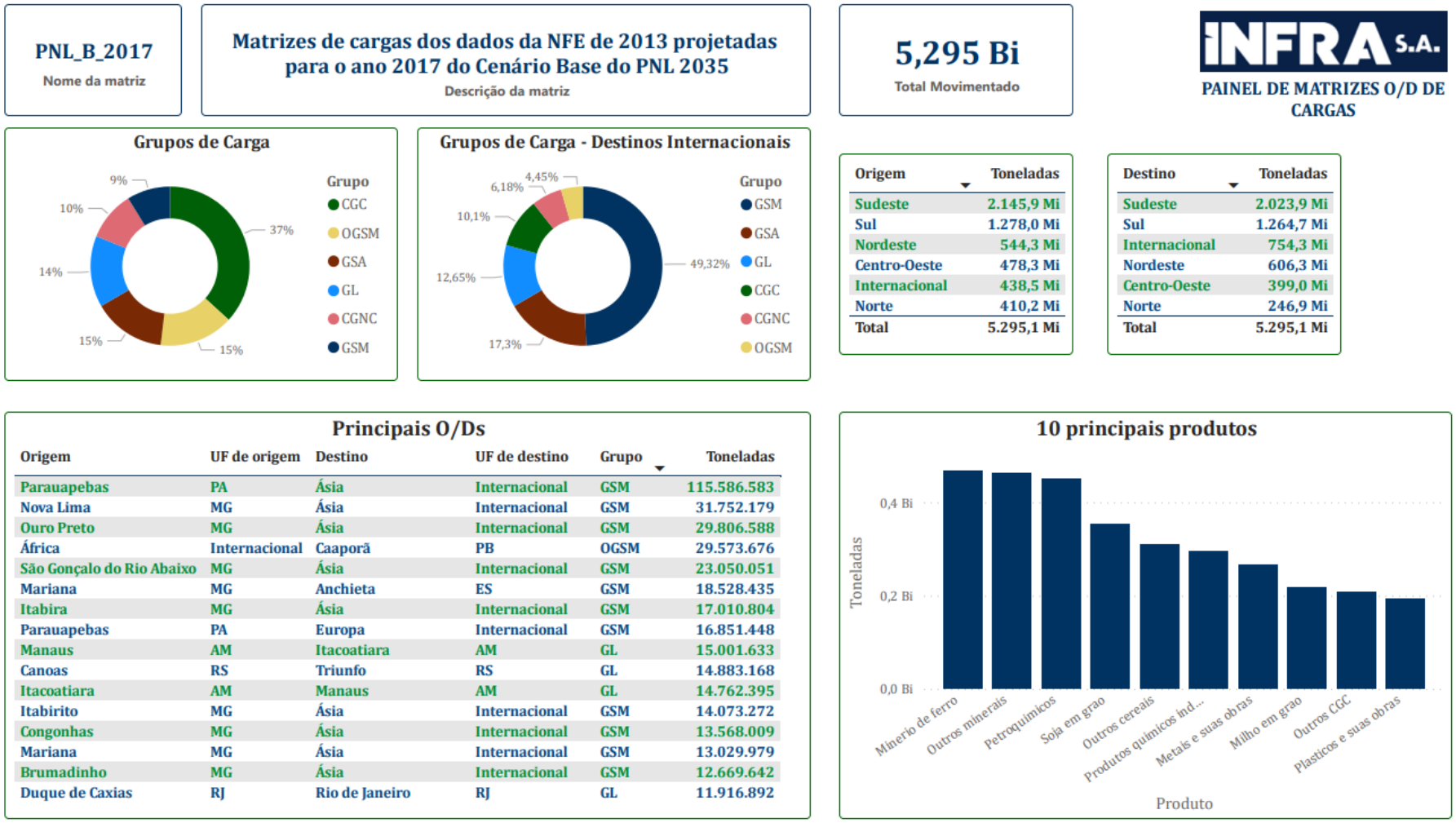
[4] https://unica.com.br/
[5] https://sidra.ibge.gov.br/home/abate/brasil
[6] https://www.conab.gov.br/
[7] https://abiove.org.br/estatisticas/
[8] https://www.gov.br/anp/pt-br

Nome	Projeto	Ano de referência	Tipo	Descrição
PNL_B_2017	PNL 2035	2017	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para o ano 2017 do Cenário Base do PNL 2035.
PNL_R_2020	PNL 2035	2020	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para o ano 2020 do PNL 2035.
PNL_R_2035	PNL 2035	2035	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para o ano 2035 do PNL 2035.
PNL_R_2050	PNL 2035	2050	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para o ano 2050 do PNL 2035.
PNL_T_2035	PNL 2035	2035	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para 2035 com taxa de crescimento transformadora do PNL 2035.
PNL_T_2050	PNL 2035	2050	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para 2050 com taxa de crescimento transformadora do PNL 2035.
PS_2021	PS 2035	2021	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para o ano 2021 do Cenário Base do Plano Setorial 2035.
PS_R_2035[9]	PS 2035	2035	Cargas	Matrizes de carga projetadas para 2035 do Plano Setorial 2035.
PS_T_2035	PS 2035	2035	Cargas	Matrizes de cargas projetadas para 2035 com taxa de crescimento transformadora do Plano Setorial 2035.

Quadro 4: Matrizes O/D de carga do PIT

[9] A matriz PS_R_2035 possui duas versões.

3.5. Resultados



Painel 1: Matriz PNL_B_2017

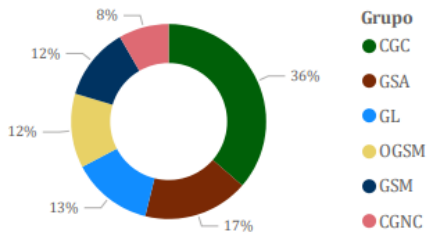
PNL_R_2035
Nome da matriz

Matrizes de cargas dos dados da NFE de 2013 projetadas para o ano 2035 do PNL 2035
Descrição da matriz

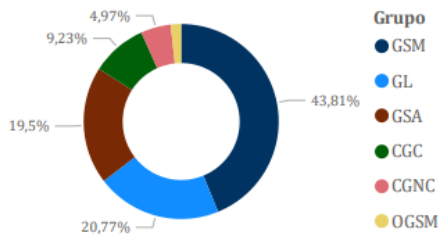
6,787 Bi
Total Movimentado

INFRA S.A.
PAINEL DE MATRIZES O/D DE CARGAS

Grupos de Carga



Grupos de Carga - Destinos Internacionais



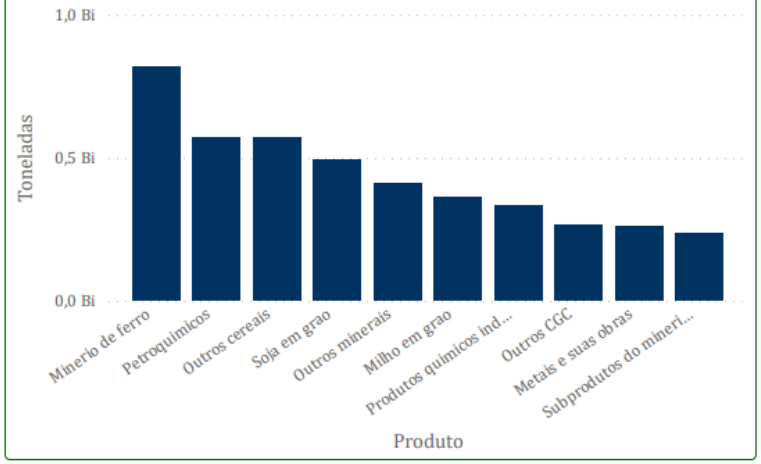
Origem	Toneladas
Sudeste	2.567,4 Mi
Sul	1.607,9 Mi
Centro-Oeste	779,0 Mi
Nordeste	703,5 Mi
Norte	684,8 Mi
Internacional	444,3 Mi
Total	6.787,0 Mi

Destino	Toneladas
Sudeste	2.334,7 Mi
Sul	1.505,7 Mi
Internacional	1.339,3 Mi
Nordeste	739,0 Mi
Centro-Oeste	579,6 Mi
Norte	288,7 Mi
Total	6.787,0 Mi

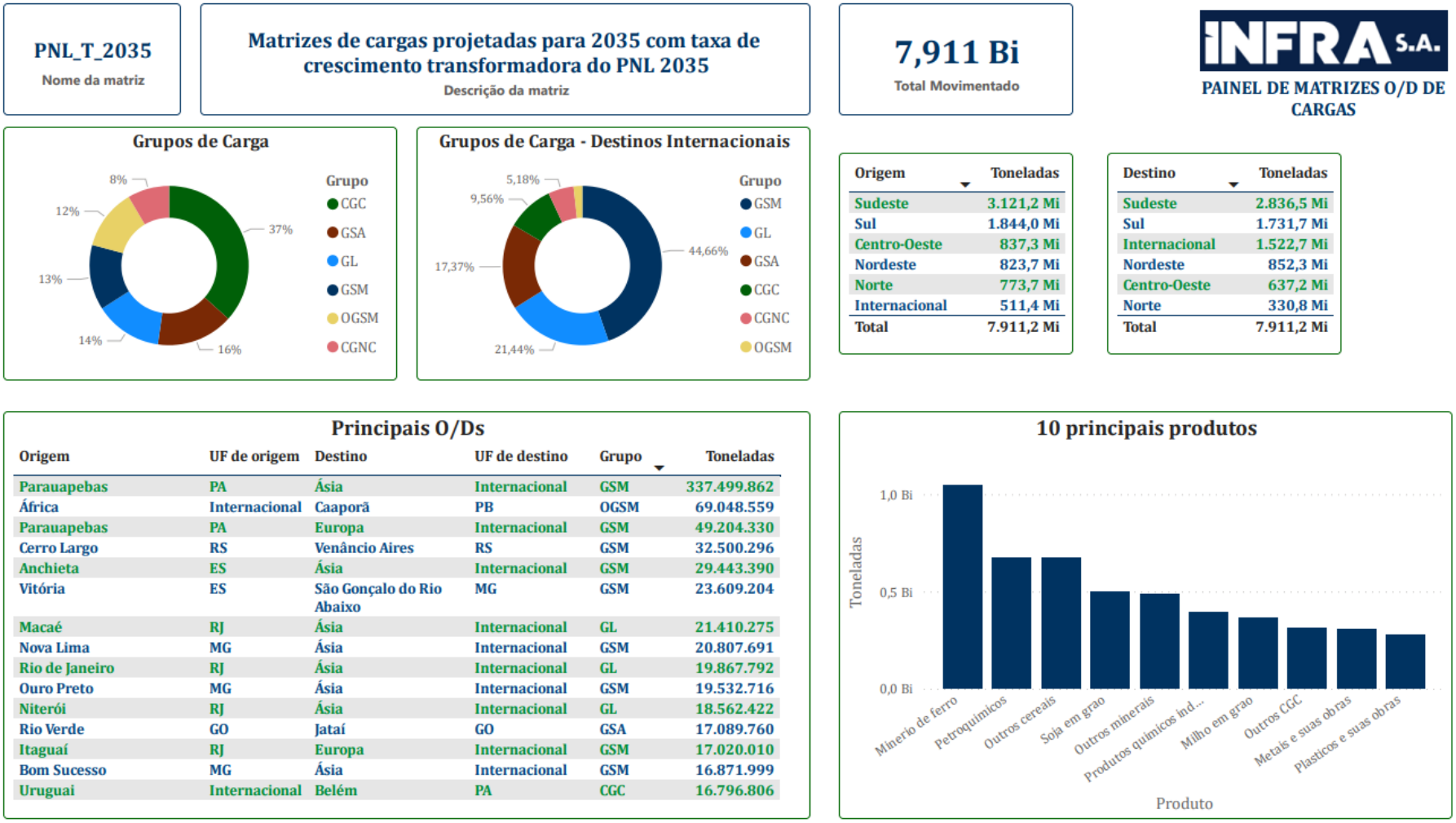
Principais O/Ds

Origem	UF de origem	Destino	UF de destino	Grupo	Toneladas
Parauapebas	PA	Ásia	Internacional	GSM	300.295.330
África	Internacional	Caaporã	PB	OGSM	69.048.559
Parauapebas	PA	Europa	Internacional	GSM	43.780.266
Cerro Largo	RS	Venâncio Aires	RS	GSM	27.500.237
Vitória	ES	São Gonçalo do Rio Abaixo	MG	GSM	23.602.487
Anchieta	ES	Ásia	Internacional	GSM	23.272.155
Caetité	BA	Ásia	Internacional	GSM	20.556.329
Macaé	RJ	Ásia	Internacional	GL	18.291.196
Nova Lima	MG	Ásia	Internacional	GSM	17.554.233
Rio Verde	GO	Jataí	GO	GSA	17.073.967
Rio de Janeiro	RJ	Ásia	Internacional	GL	16.973.325
Ouro Preto	MG	Ásia	Internacional	GSM	16.478.621
Niterói	RJ	Ásia	Internacional	GL	15.858.230
São Simão	GO	Jataí	GO	GSA	15.445.567
Itaguaí	RJ	Europa	Internacional	GSM	14.197.623

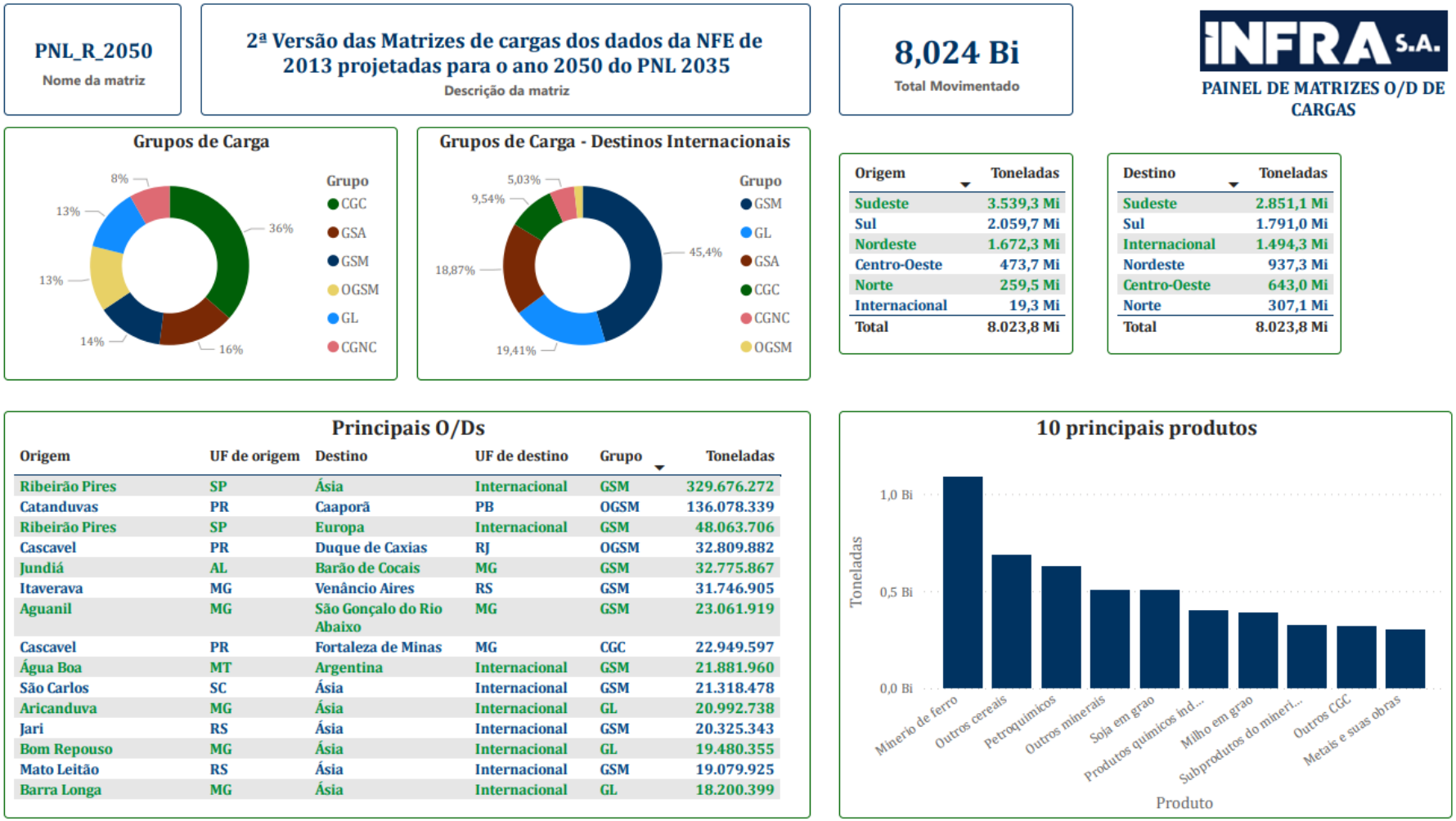
10 principais produtos



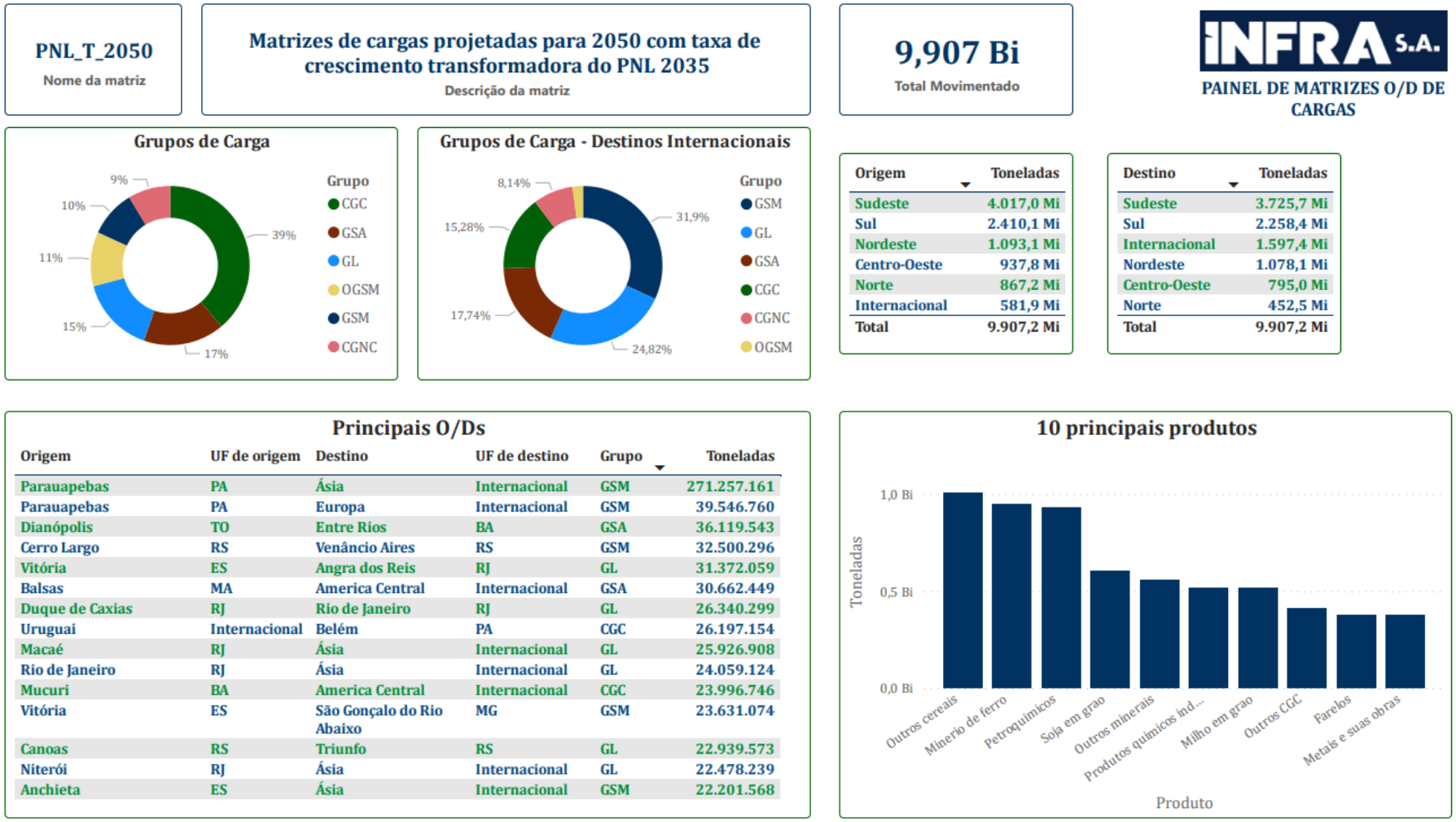
Painel 2: Matriz PNL_R_2035



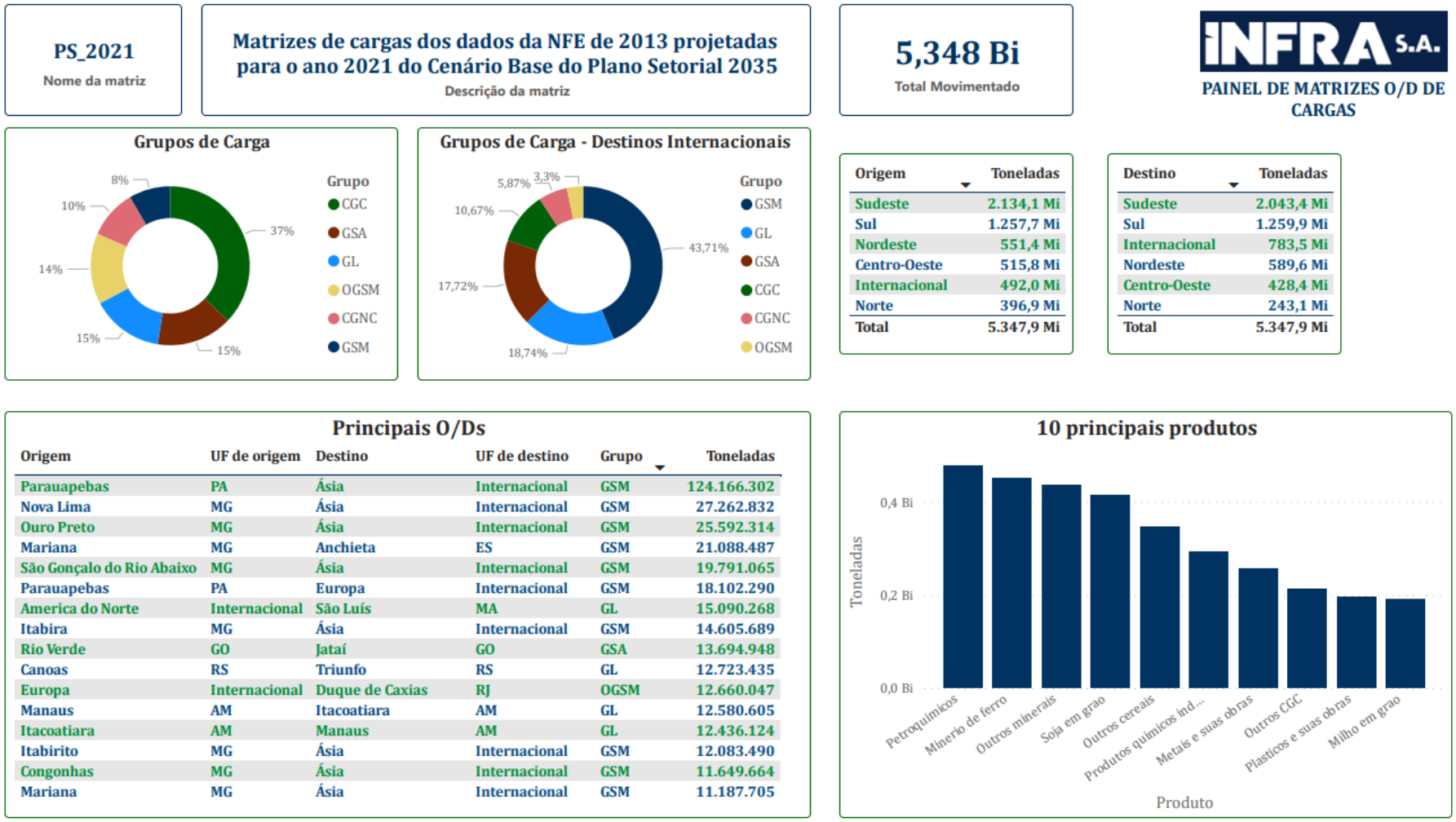
Painel 3: Matriz PNL_T_2035



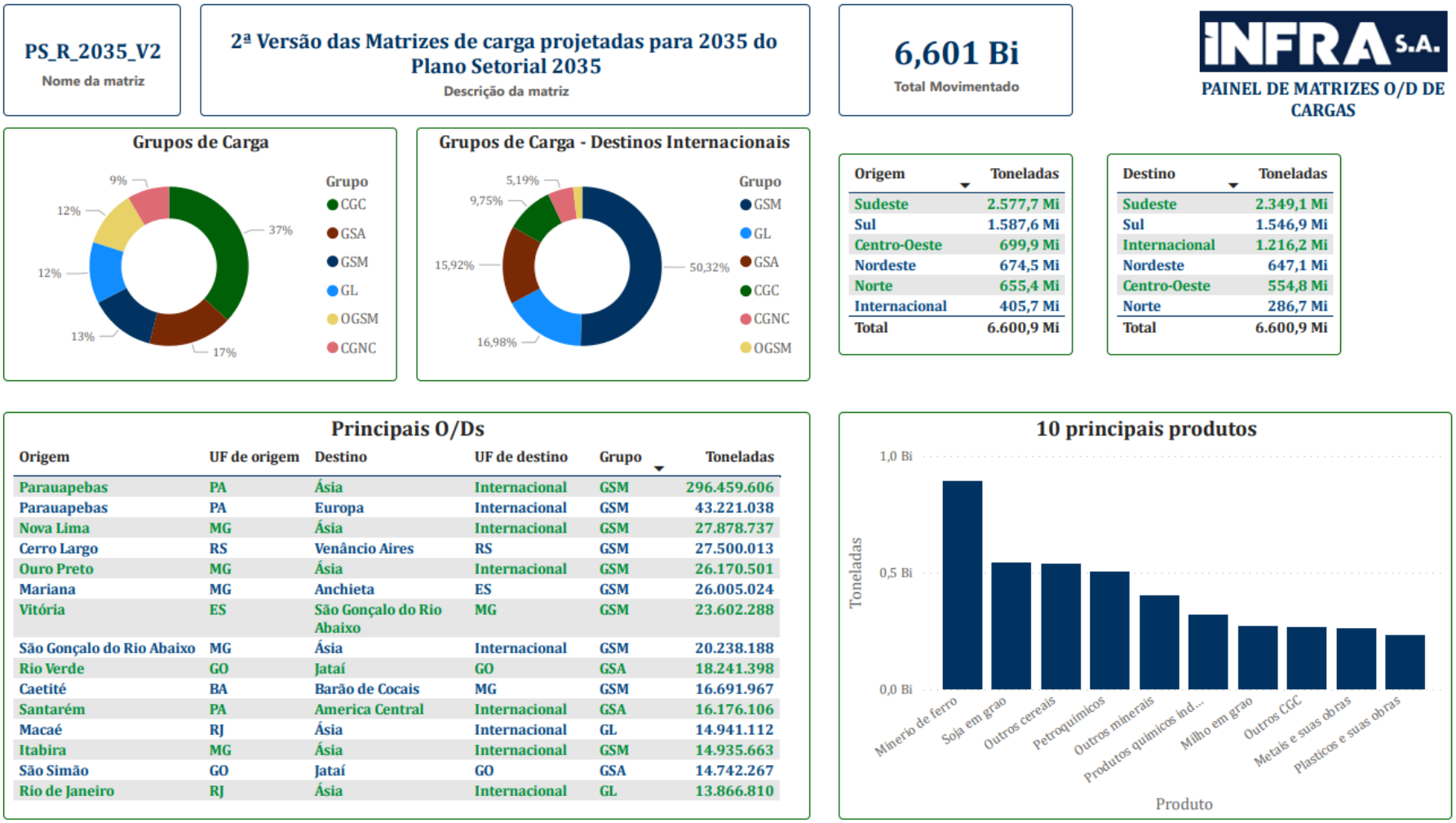
Painel 4: Matriz PNL_R_2050



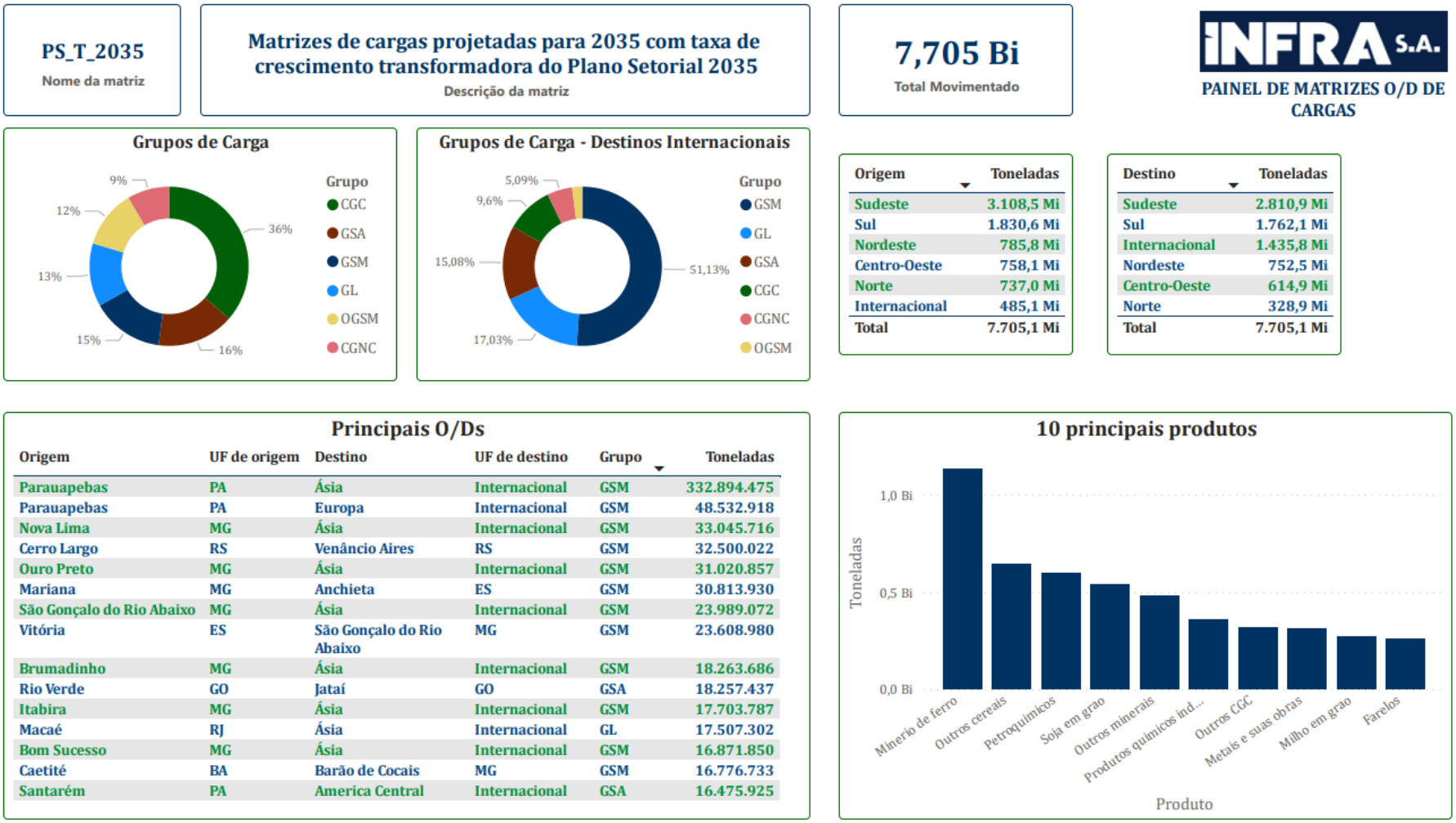
Painel 5: Matriz PNL_T_2050



Painel 6: Matriz OS_2021



Painel 7: Matriz PS_R_2035_V2



Painel 8: Matriz PS_T_2035

4. MATRIZES DE PESSOAS

Uma matriz Origem-Destino interurbana é fundamental para entender padrões de deslocamento populacional entre áreas urbanas. O transporte de pessoas compete com o de cargas em diversas instâncias e sua inclusão torna a modelagem de todo o sistema mais realista.

Para entender o deslocamento de pessoas é preciso antes definir o transporte de pessoas que em vários estudos se apresentam como sinônimo do transporte de passageiros.

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 supedâneo 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.

Muitos estudos de planejamento analisam a ótica do deslocamento das pessoas com o olhar de um ou mais sistemas de transportes em que há uma prestação de serviço e, nesse sentido cada pessoa é tratada como um passageiro. No entanto, um planejamento de transporte integrado deve 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.

Historicamente, as políticas públicas voltadas ao transporte de pessoas no Brasil não privilegiaram os meios de transporte de alta capacidade, fato que trouxe problemas graves de mobilidade principalmente nos grandes centros urbanos notadamente com a migração da população tipicamente rural para as aglomerações urbanas.

No âmbito do planejamento nacional, verificamos que os primeiros planos nacionais de transportes do século XIX preocupavam-se tanto com o transporte de bens como o de pessoas. Prática que foi se perdendo ao longo das décadas, fruto da segregação institucional, e consequentemente, da segregação dos planos nacionais por modo de transporte. Porém, a evolução de teorias, técnicas e formas de obtenção de informações permitem que hoje sejam desenvolvidos planos intermodais e com

visão sistêmica, e que a repartição de ações por modo seja etapa posterior aos resultados do plano, essa sim, considerando as atribuições específicas de cada instituição e respectivas jurisdições. Nesse sentido, torna-se cada vez mais premente o olhar integrado do transporte de pessoas e bens de forma a se obter a visão sistêmica do transporte nacional para um planejamento racional nos horizontes de curto, médio e longo prazo.

4.1. Telefonia Móvel

Observar o deslocamento de pessoas figura tarefa complexa, pois envolve uma série de fatores distintos que dão origem aos desejos de viagem das pessoas. De forma geral, cada um dos meios de transporte faz seu planejamento baseado em análise de dados coletados quase especificamente para aquele meio ou, em alguns casos, considerando alguns outros poucos meios de transporte concorrentes.

Esse olhar estanque reflete na disponibilidade de dados e na dificuldade de obtenção de dados. Pesquisas de Origem-Destino baseadas em levantamentos de dados obtidos em entrevistas domiciliares tradicionais tem se mostrado proibitivas face ao elevado custo, principalmente se considerarmos tal proposta para o planejamento em escala nacional. Por esse motivo tais pesquisas necessitam de um longo período de planejamento e realização de forma a se obter um dado que tenha representatividade estatística capaz de representar a natureza da totalidade dos deslocamentos.

Cada vez mais se buscam alternativas aos meios tradicionais de obtenção de dados de movimentação de pessoas e a utilização dos dados de deslocamentos de sinais de telefonia móvel, assim como de GPS, têm se mostrado alternativas interessantes nesse sentido.

O amplo acesso da população aos dispositivos de telefonia móvel possibilita uma robusta massa de dados que fornece informações de deslocamento praticamente 24 horas por dia, durante todos os dias do ano. Essa grande quantidade de informação tem ampliado horizontes de planejamento em diferentes áreas do conhecimento como saúde, segurança pública, educação, transportes etc., tornando-se importante ferramenta e, certamente será mandatória num futuro breve à luz da atividade de planejamento inerente ao Estado.

Nessa esteira, a então EPL foi à busca de 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 obtidos pela

Secretaria Nacional de Aviação Civil do Ministério da Infraestrutura – SAC/MINFRA, realizado em conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

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 *CDR*s 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, é 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 do MINFRA 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.

Complementarmente e, de forma a possibilitar a divisão modal, a EPL reuniu informações adicionais de transporte de passageiros provenientes de diversas fontes, tais quais:

. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE[10]: dados de transporte rodoviário interestadual e intermunicipal de ônibus de passageiros, e do transporte hidroviário, ano base 2016, de abrangência nacional, onde foram coletados dados de frequência de mais de 65 mil linhas de ônibus rodoviários ou embarcações;

. Agência Nacional de Transporte Terrestre – ANTT: dados de ocupação média de ônibus rodoviários provenientes do Monitriip[11] e dos dados estatísticos da ANTT[12].

---

[10] IBGE 2016. Ligações Rodoviárias e Hidroviárias – 2016. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15794-rodoviarias-e-hidroviarias.html?=&t=o-que-e

[11] ANTT, 2020. Sistema de Monitoramento do Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional Coletivo de Passageiros – MONITRIIP. Disponível em: https://dados.antt.gov.br/group/passageiros

[12] ANTT, 2017. Estatísticas e Estudos Rodoviários - Dados Operacionais. Disponível em: http://www.antt.gov.br/passageiros/Dados_Operacionais

. Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ[13]: Dados do transporte aquaviário de pessoas na região amazônica proveniente de pesquisa em parceria com a UFPA.

. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC[14]: Movimentação de passageiros em aeronaves da aviação comercial.

. Associação Nacional de Transportadores de Passageiros sobre Trilhos – ANPTrilhos: dados de movimentação de passageiros sobre trilhos do ano de 2015 para os sistemas ferroviários inter-regionais de passageiros;

. Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU: dados de movimentação de passageiros dos sistemas de João Pessoa-PB, Natal-RN, Recife-PE, Maceió-AL para o ano base de 2019;

. Banco de Informações de Movimento de Tráfego Aéreo – BIMTRA: Movimentação de transporte da aviação comercial e geral.

. Secretaria Estadual de Transportes do Estado de São Paulo: dados da matriz origem-destino do Estado de São Paulo do ano de 2017[15] - utilização de dados para desenvolvimento de modelos para fluxos intermunicipais urbanos;

. Prefeitura da cidade do Recife: Pesquisa Origem Destino do Recife. 2016 - Utilização de dados para desenvolvimento de modelos para fluxos intermunicipais urbanos.

. 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.

. Observatório Nacional de Transporte e Logística – ONTL/EPL: Dados sobre EFVM, EF Carajás.

Após alguns tratamentos e correções, diversas propostas metodológicas foram avaliadas para a obtenção de uma matriz origem-destino de transporte interurbano de pessoas. A matriz base de trabalho escolhida foi derivada dos dados de deslocamento obtidos por meio de telefonia móvel, distinguindo entre "transporte aéreo" e "não aéreo" (que engloba todos os outros modos de transporte).

A escolha dessa base de dados envolveu uma seleção de 772 Unidades Territoriais de Planejamento (UTP), conceito introduzido no Plano Aeroviário

---

[13] ANTAQ e UFPA, 2018. Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros e cargas na região Amazônica. Disponível em: http://portal.antaq.gov.br/index.php/caracterizacao-da-oferta-e-da-demanda-do-transporte-fluvial-de-passageiros-na-regiao-amazonica/

[14] ANAC, 2020. Dados estatísticos. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/dados-estatisticos/dados-estatisticos

[15] Secretaria Estadual dos transportes metropolitanos – SP. Resultados finais da pesquisa origem e destino 2017. Disponível em: http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/

Nacional 2018-2038, que reflete regiões com maior concentração populacional e, consequentemente, maior demanda por transporte aéreo. Essa abordagem considerou informações do trabalho "Arranjos populacionais e aglomerações urbanas" (IBGE, 2015), que analisou o território nacional sob a perspectiva de integração entre cidades.

Para garantir a representatividade das UTPs no estudo do transporte interurbano, foram realizadas complementações nos arranjos populacionais e aglomerações urbanas. Cada UTP foi associada a um município "sede", que desempenha o papel de indutor da integração. Posteriormente, houve uma expansão geográfica para incluir todos os municípios relevantes para o transporte interurbano, dado que nem todos integram uma UTP.

A etapa seguinte envolveu a divisão modal, utilizando dados secundários de fontes adicionais mencionadas anteriormente. O resultado desse processo foi a obtenção da Matriz Origem-Destino Interurbana. Essa matriz foi então submetida a tratamentos estatísticos visando obter uma Matriz Origem-Destino Intermunicipal, essencial para a inserção no modelo funcional do Plano Nacional de Logística (PNL).

A seguir, novas etapas metodológicas permitiram a construção das matrizes OD de pessoas:

. Expansão geográfica da Matriz Interurbana: desenvolveu-se um modelo para estimar viagens em municípios fora das UTPs ou em municípios sem cobertura de telefonia móvel nas UTPs. O modelo aplicado foi o seguinte:

$$VT_i = \beta_0 + \beta_1 Pop_i + \beta_2 Integ_i \quad (01)$$

Em que:

VT_i é o número total de viagens da unidade territorial (UTP ou município) *i;*

Pop_i é a população total da unidade territorial (UTP ou município) *i;*

$Integ_i$ é o índice de integração (SILVA & HOLANDA, 2019) da unidade territorial (UTP ou município) *i*.

Na sequência, foi realizada a distribuição da demanda estimada para municípios adicionais conforme ligações mapeadas em outras bases (IBGE, ANTAQ, ANAC). Para tal, calcula-se uma demanda de referência para cada par O/D a partir dos municípios com demanda expandida, e adota-se o valor percentual em relação ao total da UTP ou município no valor de demanda total gerado no modelo anterior (equação 01). Aplica-se o seguinte modelo gravitacional:

$$VT_{ij} =$$

. Divisão modal Matriz Interurbana: esta fase envolveu a divisão modal com base em dados adicionais, utilizando pesquisas do IBGE sobre ligações rodoviárias e ocupações médias do sistema MONITRIIP, resultando na estimativa de passageiros de ônibus interurbano no modo rodoviário. A partir dos dados da ANTAQ para a Região Norte e da pesquisa do IBGE sobre ligações hidroviárias em outras regiões, foi possível quantificar as viagens hidroviárias. A integração das bases de operadores ferroviários permitiu a quantificação das viagens de transporte interurbano de pessoas por meio ferroviário. Além disso, a matriz de dados de telefonia móvel, juntamente com a pesquisa aérea da EPL (2015) e os dados de transporte aéreo do BIMTRA, possibilitou a quantificação das viagens aéreas para UTPs ou municípios fora da amostra de big data da telefonia móvel.

. Distribuição dos fluxos interurbanos por par de municípios nas UTP: do conceito de UTP tem-se que um ou mais municípios estão contidos nesse nível de agregação. Assim, para os casos de UTPs com mais de um município, tornou-se necessário obter a distribuição dos fluxos interurbanos por par de município entre as UTPs. Logo, cada fluxo entre UTP é distribuído em vários fluxos entre cada município que as compõe. A matriz de transporte interurbano, que conta com cerca de 72 mil fluxos entre UTPs, é distribuída por município, gerando 5,12 milhões de fluxos.

. Estimativa de fluxos internos nas UTPs: foi realizada uma pesquisa para levantamento de matrizes O/D de regiões metropolitanas com intuito de estimar os fluxos por automóvel e por ônibus urbano entre os municípios que compõem as UTP de grandes aglomerações urbanas. A partir dos dados desses grandes centros urbanos, foi desenvolvido um modelo para estimativa do fluxo por automóvel para todas as possibilidades de ligações internas nas UTP que congregam grandes aglomerações urbanas. Em seguida foi aplicado um modelo para estimativa da demanda total entre os municípios, e subtraído as demandas de automóvel e demais modos conhecidos (como metrô e trens urbanos) para chegar à demanda por ônibus urbano.

. Conversão de viagens individuais em viagens veiculares: 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 à 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.

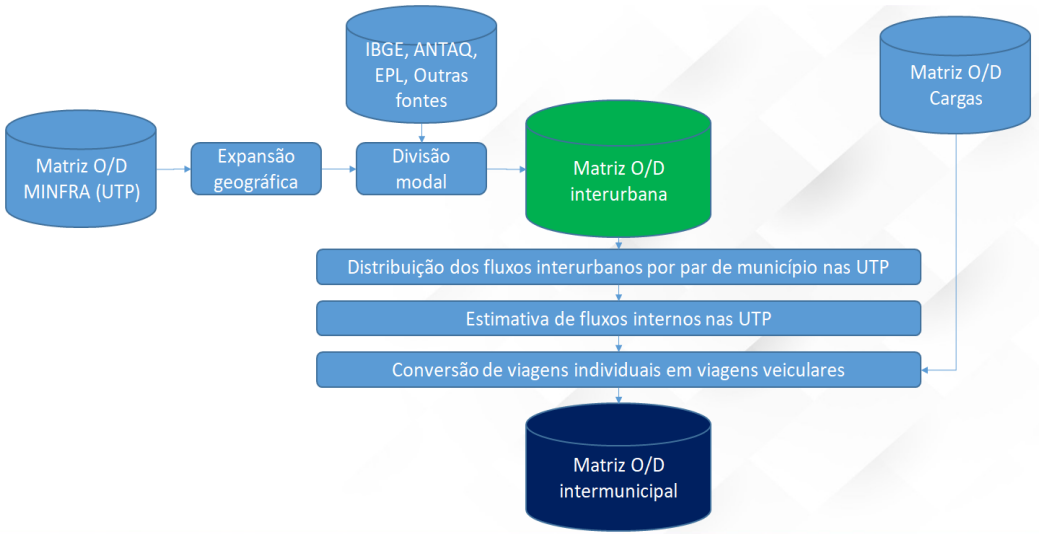
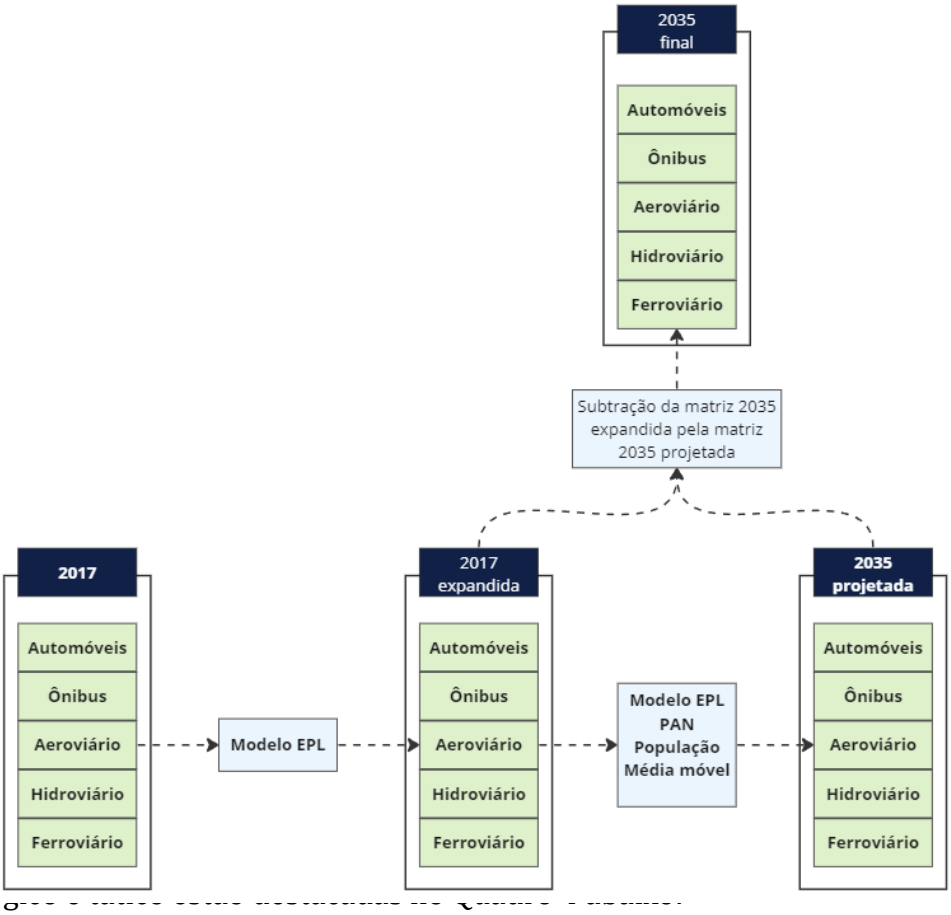


Figura 6 - Fluxo de atividades para obtenção das matrizes de origem-destino de pessoas (Fonte: EPL, 2020).

4.2. Projeções das matrizes interurbanas de pessoas

A expansão das matrizes de passageiros interurbanos apresentou o peculiar desafio da inexistência de bases para projeção do volume de passageiros em viagens interurbanas. Portanto, adotou-se um modelo de expansão geral dos fluxos, aplicado a todos os modos. Esse modelo resultou de análises estatísticas que atrelaram o volume de viagens à população e PIB da UTP. Posteriormente, foram estimados volumes de passageiros interurbanos específicos para ônibus e modos aeroviários, hidroviários e ferrovias. Esses volumes foram descontados da expansão geral da matriz, de modo a, assim, obter o volume estimado de passageiros interurbanos com automóveis.

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



mento estrat

Figura 7: Mapeamento de todas as etapas do processo de projeção das matrizes interurbanas de pessoas

Nome	Projeto	Ano de referência	Tipo	Descrição
PNL_B_2017	PNL 2035	2035	Passageiros	Matrizes de automóveis e ônibus do ano 2017 do Cenário Base do PNL 2035.
PNL_R_2035	PNL 2035	2035	Passageiros	Matrizes de automóveis e ônibus projetadas para 2035 do PNL 2035.
PNL_T_2035	PNL 2035	2035	Passageiros	Matrizes de automóveis e ônibus projetadas com taxa de crescimento transformadora para 2035 do PNL 2035.

PNL_R_2050	PNL 2035	2050	Passageiros	Matrizes de automóveis e ônibus projetadas para o ano 2050 do PNL 2035.
PNL_T_2050	PNL 2035	2050	Passageiros	Matrizes de automóveis e ônibus projetadas para 2050 com taxa de crescimento transformadora do PNL 2035.
PS_R_2021	PS 2035	2021	Passageiros	Matrizes de automóveis e ônibus do ano 2021 do Cenário Base do Plano Setorial 2035.

Quadro 4 - Matrizes O/D de automóveis e ônibus do PIT

4.3. Resultados

PNL_B_2017
Nome da matriz

Matrizes de automóveis e ônibus do ano 2017 do Cenário Base do PNL 2035
Descrição da matriz

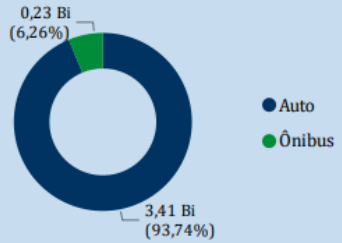
Principais O/Ds

Origem	UF	Destino	UF	Veículos
Petrolina	PE	Juazeiro	BA	104.238.346
Jaboatão dos Guararapes	PE	Recife	PE	38.054.256
Guarulhos	SP	São Paulo	SP	34.194.455
Osasco	SP	São Paulo	SP	27.257.170
Olinda	PE	Recife	PE	26.359.613
Santo André	SP	São Paulo	SP	20.970.063
Pedras de Fogo	PB	Itambé	PE	19.776.615
São Bernardo do Campo	SP	São Paulo	SP	19.720.417
Pedreiras	MA	Trizidela do Vale	MA	19.043.793
Porto União	SC	União da Vitória	PR	18.854.749
Santa Helena	MA	Turilândia	MA	15.370.216
Paulista	PE	Recife	PE	15.001.143
Santo André	SP	São Bernardo do Campo	SP	12.674.354
Duque de Caxias	RJ	Rio de Janeiro	RJ	12.449.213
São Paulo	SP	Taboão da Serra	SP	11.782.334
Bom Jesus do Norte	ES	Bom Jesus do Itabapoana	RJ	11.477.463
Embu das Artes	SP	São Paulo	SP	10.871.481
Janaúba	MG	Nova Porteirinha	MG	10.810.301
São Caetano do Sul	SP	São Paulo	SP	10.765.581
Maringá	PR	Sarandi	PR	10.688.236
Diadema	SP	São Paulo	SP	10.590.796
Rio de Janeiro	RJ	São Gonçalo	RJ	10.222.486
Mesquita	RJ	Nova Iguaçu	RJ	10.212.696
Barueri	SP	Jandira	SP	10.203.550
Novo Hamburgo	RS	São Leopoldo	RS	10.016.726

*Observação: Os pares de Origem/Destino são unificados em direções únicas para simplificação. Em outras palavras, o total de veículos para o par de municípios A e B inclui a soma dos casos em que A é a origem e B é a origem.

3,63 Bi
Total de veículos

Tipo de veículo



3,22 Bi
Deslocamentos intraestaduais

418,13 Mi
Deslocamentos interestaduais

INFRA S.A.
PAINEL DE MATRIZES O/D DE PASSGEIROS

Painel 9: Matriz PNL_B_2017

Painel 10: Matriz PNL_R_2035

Painel 11: Matriz PNL_T_2035

Painel 12: Matriz PS_B_2021

5. CONCLUSÕES

Este relatório técnico delineou os procedimentos adotados para a obtenção das matrizes origem-destino de transporte inter-regional de cargas (MOD Cargas) e matrizes origem-destino de transporte interurbano e intermunicipal de passageiros (MOD Passageiros), fundamentais para o Planejamento Integrado de Transportes (PIT) em desenvolvimento pela INFRA S.A. A análise das bases de dados de notas fiscais eletrônicas (NFe) do ano fiscal de 2013 e de Telefonia Móvel permitiu a geração dessas matrizes, as quais são essenciais para a carteira de instrumentos de planejamento de transportes.

O relatório abordou ainda as projeções de consumo e produção que embasaram a formulação das MOD para horizontes futuros, considerando diferentes cenários econômicos. Além disso, delineou-se o processo de expansão da matriz de 2017 para o novo ano-base de 2021, utilizado na última fase de planejamento composta pelos Planos Setoriais 2035 e pelos Planos Estaduais de Logística de Transportes (PELT).

Como perspectiva futura para o novo ciclo de planejamento, espera-se que a INFRA S.A. firme um novo acordo com a Receita Federal do Brasil (RFB) e a VIVO S.A. para renovar as matrizes de carga e passageiros para o novo ano-base de 2019, visando manter a precisão e atualidade das informações para os próximos ciclos de planejamento. Essa renovação é crucial para garantir a eficácia contínua das metodologias e simulações dos instrumentos de planejamento de transportes da INFRA S.A.