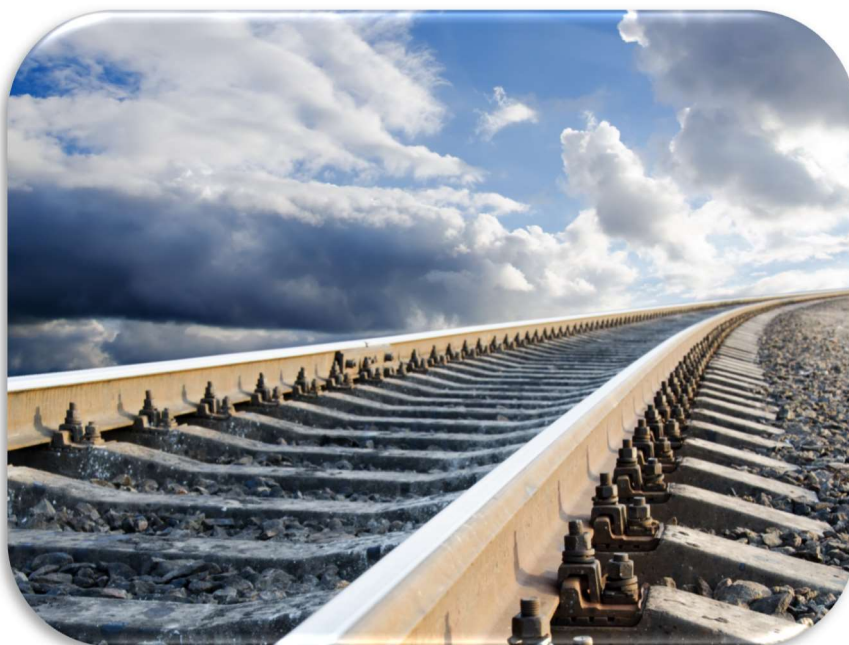


**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES**

CADERNO DE DEMANDA

EF – 170 - FERROGRÃO: TRECHO SINOP/MT – ITAITUBA/PA



**PÓS AUDIÊNCIA PÚBLICA
BRASÍLIA, FEVEREIRO DE 2020**

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Objetivos	8
3. Sobre o Estudo	9
4. Metodologia do Estudo	10
4.1. Modelo 4 Etapas	10
4.2. <i>Software</i> adotado para a Modelagem	12
4.3. Representação da Oferta de Transporte	12
4.4. Definição do Zoneamento	14
4.5. Geração de Demanda por Transportes	14
4.6. Distribuição da Demanda por Transportes	16
4.7. Modelagem da Escolha Modal	18
4.8. Alocação de Viagens	22
5. Caracterização da Oferta de Transportes	26
5.1. Caracterização Geral do Empreendimento	26
5.2. Avaliação da Área de Estudo	27
5.3. Zoneamento Adotado	27
5.4. Características Ambientais	28
5.5. A Malha Multimodal de Transportes	28
5.6. Cenários de Infraestrutura	31
5.7. Custos Operacionais	38
5.8. Capacidade Logística à jusante da Ferrogrão	38
6. Caracterização da Demanda de Transportes	47
6.1. Definição dos Produtos Relevantes	47
6.2. Balanço Oferta/Demanda dos Produtos Relevantes	53
6.3. Caracterização dos Produtos Relevantes	55
6.4. Critérios de Projeção dos Produtos Relevantes	74
6.5. Critérios de Atualização do Volume Captado de Produtos Relevantes	90
6.6. Distribuição da Demanda	91
6.7. Escolha Modal	93
6.8. Alocação de Viagens	98

7. Resultados do Carregamento da Simulação.....	99
7.1. Calibração do Modelo	99
7.2. Resultados – Cenários Futuros	101
7.3. Fator <i>Ramp-Up</i>	112
7.4. Resultados – Volumes de Transporte	112
8. Lista de Anexos	118

TABELAS

Tabela 1 – Cenário 1 (2030) – Projetos Ferroviários e Rodoviários	33
Tabela 2 – Cenário 2 (2035) – Projetos Ferroviários e Rodoviários	36
Tabela 3 – Cenário 3 (2045) – Projetos Ferroviários	37
Tabela 4 – Sazonalidade Mensal Média - Produtos Agrícolas	52
Tabela 5 – Sazonalidade Mensal Média Demais Produtos.....	52
Tabela 6 – Lista de Fontes.....	54
Tabela 7 – Produção e Consumo – Soja (2017)	58
Tabela 8 – Produção e Consumo – Farelo de Soja (2017)	60
Tabela 9 – Produção e Consumo – Milho (2017).....	63
Tabela 10 – Produção e Consumo – Fertilizantes (2014).....	66
Tabela 11 – Produção e Consumo – Derivados de Petróleo (2014).....	69
Tabela 12 – Produção e Consumo – Etanol (2014).....	71
Tabela 13 – Produção e Consumo – Açúcar (2014).....	73
Tabela 14 – Área Destinada à Reserva Legal por Bioma segundo Nova Legislação Ambiental..	77
Tabela 15 – Produção, Consumo e Exportação de Soja no Mato Grosso	79
Tabela 16 – Histórico de Consumo de Soja e Exportação de Farelo	80
Tabela 17 – Produção, Consumo e Exportação de Farelo de Soja no Mato Grosso	81
Tabela 18 – Cálculo do Fator de Equalização de Produtividade entre 2ª Safra e 1ª Safra	82
Tabela 19 – Produção, Consumo e Exportação de Milho no Mato Grosso.....	85
Tabela 20 – Produção, Consumo e Importação de Fertilizantes no Mato Grosso.....	87
Tabela 21 – Produção, Consumo e Importação de Derivados no Mato Grosso.....	88
Tabela 22 – Produção, Consumo e Exportação de Etanol no Mato Grosso.....	89
Tabela 23 – Produção, Consumo e Exportação de Açúcar no Mato Grosso.....	90
Tabela 24 – Funções Tarifárias EPL	96
Tabela 25 – Função Tarifária Ferrogrão	97
Tabela 26 – Fretes Principais Rotas	98
Tabela 27 – Destino das exportações de grãos do Mato Grosso em 2017	99
Tabela 28 – Volume de Grãos Movimentado entre Miritituba e Barcarena	100
Tabela 29 – Volume Movimentado por Corredor	101
Tabela 30 – Comparação Movimentação Realizada contra o Modelado	101
Tabela 31 – Tarifas na Ferrogrão (Sinop – Matupá – Miritituba).....	103
Tabela 32 – Estimativa de Volumes Totais, de 2030 a 2050 (Milhões de Toneladas Úteis).....	112
Tabela 33 – Relação Carga Própria x Carga de Terceiros, de 2030 a 2050 (Milhões de Toneladas Úteis)	113
Tabela 34 – Relação Carga de Exportação x Importação, de 2030 a 2050 (Milhões de Toneladas Úteis)	114

FIGURAS

Figura 1 – Modelo 4 Etapas - Processo de Modelagem de Transportes.....	10
Figura 2 – Construção da Matriz OD pela Abordagem Gravitacional	18
Figura 3 – Diagrama Esquemático – Seleção Modal	20
Figura 4 – Mapa de Situação do Empreendimento	26
Figura 5 – Zoneamento do Estudo.....	28
Figura 6 – Exemplo de Extrato da Base de Dados de Atributos da Rede	30
Figura 7 – Rede Multimodal do Estudo	31
Figura 8 – Cenário Base de Oferta de Infraestrutura (2017)	32
Figura 9 – Cenário 1 de Oferta de Infraestrutura (2030)	34
Figura 10 – Localização dos Terminais da Ferrogrão (2030)	35
Figura 11 – Cenário 2 de Oferta de Infraestrutura (2035)	36
Figura 12 – Cenário 3 de Oferta de Infraestrutura (2045)	37
Figura 13 – Volume do Corredor Rio Tapajós	39
Figura 14 – Capacidade de Movimentação nas ETCs de Miritituba.....	39
Figura 15 – ETCs Implantadas e em Fase de Implantação – Miritituba	40
Figura 16 – ETCs – Miritituba	41
Figura 17 – Localização da ETC de Santarenzinho	42
Figura 18 – Capacidade Projetada – Miritituba e Santarenzinho	42
Figura 19 – Lotes Disponíveis – Santarenzinho	43
Figura 20 – Localização Prevista dos Terminais de Itapacurá	44
Figura 21 – Histórico do Calado do Rio Tapajós	44
Figura 22 – Cargas Transportadas pela Rumo Malha Norte em 2017	48
Figura 23 – Cargas da Pauta de Comércio Exterior do Estado do Mato Grosso em 2017.....	49
Figura 24 – Cadeia Produtiva da Soja (2017)	57
Figura 25 – Mapa com Polos de Produção e Consumo de Soja (2017)	59
Figura 26 – Mapa com Polos de Produção e Consumo de Farelo de Soja (2017)	61
Figura 27 – Cadeia Produtiva do Milho (2017).....	62
Figura 28 – Mapa com polos de produção e consumo de Milho (2017)	64
Figura 29 – Cadeia Produtiva dos Fertilizantes (2014)	65
Figura 30 – Mapa com polos de produção e consumo de Fertilizantes (2014)	67
Figura 31 – Cadeia Produtiva dos Derivados de Petróleo (2014)	68
Figura 32 – Mapa com polos de produção e consumo de Derivados de Petróleo (2014)	70
Figura 33 – Mapa com Polos de Produção e Consumo de Etanol (2014)	72
Figura 34 – Mapa com polos de produção e consumo de Açúcar (2014)	74
Figura 35 – Projeção do Consumo Nacional de Soja	75
Figura 36 – Comparação da Projeção de Produção de Soja no MT com o Realizado	76
Figura 37 – Curva de Projeção de Produtividade de Soja para o Mato Grosso	77
Figura 38 – Área Ocupada de Soja no Mato Grosso (2017 e 2090).....	79
Figura 39 – Curva de Projeção de Produtividade de Milho para o Mato Grosso.....	83
Figura 40 – Evolução da Área Plantada de Milho.....	83

Figura 41 – Comparação da Projeção de Produção de Milho no MT com o Realizado	85
Figura 42 – Comparação da Projeção de Área Plantada de Soja e Milho no Mato Grosso	91
Figura 43 – Esquema Ilustrativo do Modelo <i>Logit</i> Hierárquico.....	93
Figura 44 – Esquema do Cálculo do Frete Total entre Pares Origem-Destino	94
Figura 45 – Valores de Frete por Distância.....	96
Figura 46 – Cenários de Oferta de Infraestrutura	102
Figura 47 – Localização dos Terminais da Ferrogrão em 2030	104
Figura 48 – Detalhamento do Volume Carregado de Grãos no Mato Grosso – 2030.....	105
Figura 49 – Volume Carregado de Grãos – 2030.....	106
Figura 50 – Detalhamento do Volume Carregado de Grãos no Mato Grosso – 2040.....	107
Figura 51 – Volume Carregado de Grãos – 2040.....	108
Figura 52 – Detalhamento do Volume Carregado de Grãos no Mato Grosso – 2050.....	109
Figura 53 – Volume Carregado de Grãos – 2050.....	110
Figura 54 – Volume captado pela Ferrogrão em 2030, 2040 e 2050	111
Figura 55 – Resultado da Demanda Estimada para a Ferrogrão (Milhões de Toneladas Úteis).113	
Figura 56 – Cargas Próprias e de Terceiros (Milhões de Toneladas Úteis)	114
Figura 57 – Fluxos de Exportação e de Importação (Milhões de Toneladas Úteis).....	115
Figura 58 – Distribuição Percentual da Demanda por Classe de Produto.....	116
Figura 59 – Projeção de Produção de Soja e Milho no Mato Grosso.....	117

1. Introdução

Este Caderno de Demanda apresenta a metodologia e os resultados da análise de mercado com vistas a subsidiar o projeto de implantação da infraestrutura ferroviária e o processo de concessão do trecho da EF-170 entre Sinop/MT e Miritituba, distrito do município de Itaituba/PA, conhecido como “Ferrogrão”.

Este empreendimento, integrante do Programa de Parcerias de Investimentos – PPI do Governo Federal, foi objeto do Edital de Chamamento Público de Estudos nº 11/2014, do então Ministério dos Transportes, relativo ao Procedimento de Manifestação de Interesse – PMI para elaboração dos estudos de viabilidade técnica deste trecho ferroviário.

Os estudos elaborados pela Estação da Luz Participações Ltda. – EDLP no âmbito do chamamento público e entregues à ANTT em 2017 foram discutidos na Audiência Pública nº 014 daquele ano, quando foram realizadas 4 sessões públicas presenciais: Cuiabá/MT, Belém/PA, Sinop/MT e Brasília/DF. O Relatório Final da Audiência Pública foi emitido em julho de 2018, contendo o registro e a avaliação das contribuições recebidas. Adicionalmente, foram realizadas sessões públicas em Itaituba/PA e Novo Progresso/PA, em setembro de 2019. As contribuições aceitas serviram de subsídio para o aperfeiçoamento do material apresentado na referida Audiência Pública.

Assim, este caderno considera os ajustes nos estudos previamente realizados, decorrentes das conclusões da Audiência Pública realizada, de modo a aprimorar o resultado final.

São referência para este caderno os Estudos Técnicos da EF-170 – Ferrogrão elaborados para a Audiência Pública e revisados em 2019 pela Estação da Luz Participações Ltda. – EDLP.

2. Objetivos

Neste Caderno de Demanda são apresentados as premissas, a metodologia e os resultados da demanda potencial alocada na Ferrogrão (EF-170, trecho entre Sinop/MT e Miritituba, distrito do município de Itaituba/PA).

No presente estudo, foram realizadas análises das naturezas de carga e dos volumes movimentados anualmente por trecho, permitindo o dimensionamento da quantidade e do tamanho de trens que trafegarão pela ferrovia para atendimento a essa demanda.

3. Sobre o Estudo

O estudo considerou três cenários futuros de oferta de infraestrutura para projeção dos fluxos: 2030, 2035 e 2045. As projeções de demanda foram realizadas para os anos de 2020, 2030, 2040 e 2050 (anos-horizonte). Ainda, é apresentado um exercício de projeção de fluxos de carga na ferrovia até o ano de 2089.

Para as projeções dos diversos anos-horizonte, foi sempre considerado o cenário de infraestrutura imediatamente anterior ao ano em questão, conforme descrito abaixo.

- O ano-horizonte de 2020 considera o Cenário Base de Oferta de Infraestrutura, de 2017;
- O ano-horizonte de 2030 considera o Cenário 1 de Oferta de Infraestrutura, de 2030;
- O ano-horizonte de 2040 considera o Cenário 2 de Oferta de Infraestrutura, de 2035;
- O ano-horizonte de 2050 considera o Cenário 3 de Oferta de Infraestrutura, de 2045.

Considerando-se as projeções de carga simuladas para os anos-horizonte e interpolações para os anos intermediários, o pico de carregamento de carga própria é atingido no ano de 2034, com cerca de 45,3 milhões de toneladas, com previsão de redução substancial no ano subsequente em função da entrada em operação de outras infraestruturas de transporte que conseguem captar parte da demanda. O pico total de carga da ferrovia, por sua vez, para os 30 primeiros anos de concessão, ocorre no ano de 2044, com 53,4 milhões de toneladas transportadas, das quais 43% são carga própria.

4. Metodologia do Estudo

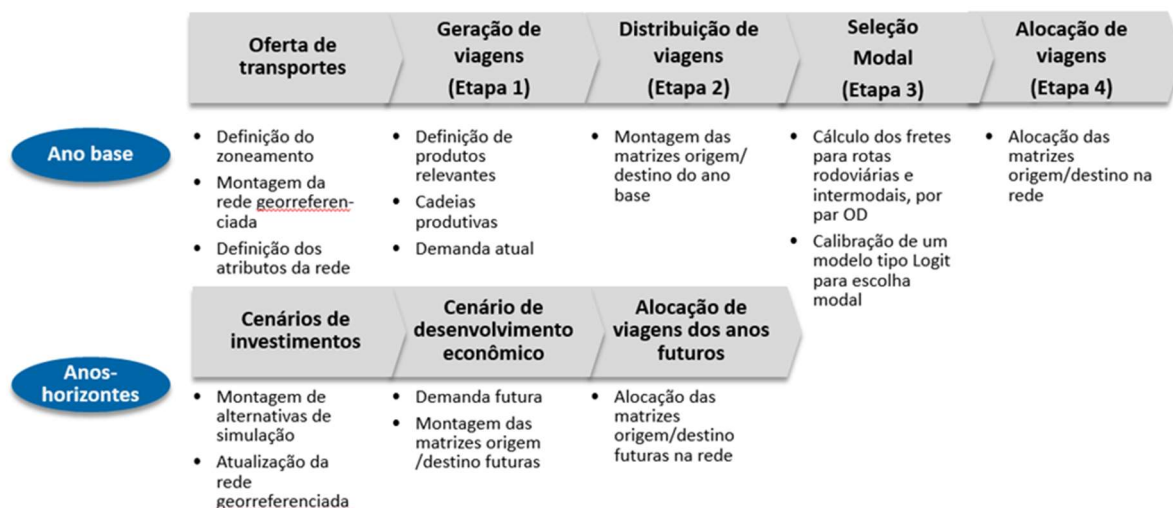
4.1. Modelo 4 Etapas

No presente estudo, foi utilizado o tradicional modelo de quatro etapas para a simulação de transportes, que consiste nas seguintes etapas:

- Geração de viagens;
- Distribuição de viagens;
- Divisão modal;
- Alocação das viagens à rede de transportes.

A Figura 1 apresenta esquematicamente o processo de modelagem de transportes.

Figura 1 – Modelo 4 Etapas - Processo de Modelagem de Transportes



Fonte: EDLP

As três primeiras etapas têm como preocupação central a simulação do comportamento da demanda por transportes. Parte-se de informações socioeconômicas e demográficas da população ou das atividades econômicas na área de estudo, além de dados sobre características socioeconômicas e sobre a capacidade produtiva na região. Como resultado, tem-se matrizes de demanda por modo (ou combinação de modos) de transporte, desagregadas por tipo de fluxo (produtos relevantes), conforme apresentado em itens posteriores do presente caderno.

Na tradicional alocação de viagens, última etapa da modelagem, realiza-se a interação entre a oferta - representada através de redes de transporte modais, e a demanda - sintetizada nas

matrizes de viagens, já transformadas em deslocamentos de pessoas, toneladas de produtos ou veículos transportando pessoas ou bens.

A etapa da geração da demanda ou de viagens (Etapa 1) é responsável pela definição da demanda total por transportes, que é atribuída a cada zona de transporte em função de seu potencial como polo produtor ou atrator (consumidor) de deslocamentos. Uma vez estabelecidos os níveis globais da demanda para cada tipo de fluxo (produtos relevantes, etc.) realiza-se sua distribuição (Etapa 2), que corresponde à estimativa da intensidade do intercâmbio existente entre cada par de zonas específico.

A partir deste momento, é conhecido o padrão espacial da demanda por transporte para cada tipo de fluxo analisado, representado em um conjunto de matrizes de distribuição da demanda ou de viagens. Estas são matrizes quadradas, de dimensão igual ao número de zona de transporte (podendo incluir zonas externas à área de estudo).

A célula da matriz correspondente à linha i (zona de origem ou produção i) e coluna j (zona de destino, atração ou consumo j) contém uma estimativa da demanda por transportes entre as zonas de transporte i e j . A demanda pode estar representada em viagens de pessoas, veículos ou toneladas de produtos, em um dado período de tempo: hora, dia (para autos e ônibus) e ano (para produtos relevantes).

A etapa seguinte da modelagem, relativa à escolha (ou divisão) modal (Etapa 3), atribui a cada modalidade de transporte a parcela provável da demanda que poderá ser absorvida. Nesta etapa, devem ser distinguidos os fluxos que, em função de suas características, são cativos de certos modos de transporte, daqueles considerados competitivos, ou seja, que podem escolher entre alternativas modais.

Uma vez realizada a simulação da escolha de modos, considera-se como concluída a estimativa da demanda por transportes. A informação resultante da estimativa da demanda é representada por uma série de matrizes de demanda ou de viagens, para cada modo considerado e tipo de fluxo (diferentes produtos relevantes, automóveis, ônibus).

Essas matrizes são então alocadas às redes (Etapa 4), que representam a oferta de transportes. Desta etapa, também conhecida por carregamento das redes, resultam os valores da demanda em cada trecho do sistema de transporte representado, assim como o nível de desempenho nas ligações, dado o carregamento estimado.

4.2. Software adotado para a Modelagem

O modelo de simulação utilizado foi o programa VISUM, acrônimo de “Verkehr In Städten UMlegung”, que significa “alocação de tráfego em cidades”, objetivo inicial do desenvolvimento desta ferramenta. Trata-se de *software* fornecido pela empresa PTV Group (Planung Transport Verkehr AG), que apresenta características de flexibilidade e abrangência favoráveis à sua aplicação em planejamento de sistemas de transportes, sendo largamente utilizado no Brasil e em mais de 120 países.

Sua arquitetura permite a análise de sistemas multimodais de transporte, de forma a integrar os diferentes modos de transporte em uma única rede de simulação, dentro do modelo de quatro etapas.

4.3. Representação da Oferta de Transporte

Para auxiliar na modelagem da integração da demanda com a oferta de transportes, é necessária a preparação de uma rede que represente a infraestrutura existente e os projetos em desenvolvimento.

Essas redes são constituídas de conjuntos de ligações e nós, que incorporam características dos sistemas de transporte. A rede é composta também por centroides, que são nós com características especiais que designam as diferentes zonas de transporte da área de estudo. Toda a demanda por transporte de cada zona (por tipo de fluxo, modo, período, etc.) é considerada como originada ou destinada ao centroide que a representa. Através de ligações de acesso, cada centroide conecta-se à rede de transportes, por onde flui a demanda.

Cada ligação corresponde a um trecho da rede de transportes existente, projetada ou concebida. Assim, para descrever uma malha viária urbana, uma ligação pode corresponder a um trecho de via entre interseções importantes, representadas por nós da rede viária. No caso de uma rede rodoviária regional, os nós serão os principais pontos de acesso a cada rodovia representada na rede, com ligações conectando esses nós.

Para descrever a rede de transportes, cada ligação contém as seguintes informações: tipo da infraestrutura, comprimento do trecho, velocidade ou tempo de percurso, custos e capacidade.

O grau de detalhamento adotado na montagem da rede de transportes depende do objetivo pretendido, não precisando ser uniforme em toda a área de estudo.

O VISUM, *software* utilizado para a modelagem, permite adotar uma estrutura não convencional para representar a oferta de transporte. Enquanto os procedimentos tradicionais adotam estruturas rígidas separadas por modos, cuja integração não pode ser tratada de forma simples, a rede de transportes do modelo adotado é única e verdadeiramente multimodal.

Este é um aspecto importante tanto no transporte urbano, à medida que os sistemas crescem e se integram, quanto no transporte regional, onde a combinação entre modos é essencial.

Para representar a oferta de transporte de forma flexível, compatível com a ideia de uma rede multimodal, foram utilizados três conceitos:

- Tipo de ligação:
 - Cada ligação, correspondente a um trecho da rede de transportes, é caracterizada pelo seu tipo, que a relaciona com os possíveis modos de transporte que podem utilizá-la. Numa rede regional, pode-se distinguir rodovias de diferentes padrões (projeto, qualidade do pavimento – bom / regular / ruim, tipo de terreno onde está implantada – plano / ondulado / montanhoso) ou trechos ferroviários com operação distinta (bitolas diferentes, tráfego pesado);
- Modo físico:
 - Cada modo físico utiliza um determinado tipo de infraestrutura (correspondente a um subconjunto de tipos de ligações), um determinado tipo de veículo de transporte e apresenta uma determinada estrutura de custos e tarifas. O desempenho e outras características de um mesmo modo físico podem ser diferentes, dependendo do tipo de ligação;
 - Para cada tipo de fluxo que pode utilizar um dado modo físico, é possível definir uma estrutura tarifária. Por exemplo, o transporte de minérios pode ter tarifa diferenciada dos demais granéis na ferrovia. É evidente que tal diferenciação exige que a projeção da demanda seja feita com este tipo de desagregação no que se refere aos tipos de fluxo;
 - Os custos operacionais de transporte relativos a um modo físico são diretamente vinculados ao tempo e distâncias do percurso. Os custos operacionais serão utilizados posteriormente na fase de construção dos caminhos mínimos entre as zonas de tráfego, como explicado na sequência;
- Modo de usuário:
 - Uma vez definidos, os modos físicos podem ser combinados de tal forma a representarem as diversas alternativas modais que podem ser escolhidas pelo usuário. Os modos de usuário devem indicar as reais possibilidades de multimodalidade existentes na área de estudo. As combinações de modos físicos consideradas são denominadas modos de usuário. Estes são usados como base para o procedimento de divisão modal do modelo;

- No transporte regional, os modos de usuário permitem combinar a ferrovia com acesso rodoviário ou a hidrovia com acesso rodoviário, ferroviário ou outra combinação possível.

A rede multimodal adotada no presente estudo está descrita em detalhes no item 5.5 deste caderno.

4.4. Definição do Zoneamento

A quantidade de pontos individuais de geração de demanda por transportes na área de estudo é imensa, o que torna necessário agregar esta demanda em zonas de transporte, de modo a garantir uma representatividade nos fluxos de mercadorias. Esta divisão da área de estudo deve ser feita em zonas geográficas “homogêneas”.

Estas zonas representam agregações espaciais das múltiplas origens e destinos individuais de cada deslocamento realizado no sistema de transportes.

Em cada parte do estudo e em função da necessária precisão, ao representar as interações importantes e para se obter resultados com a qualidade pretendida, algumas regiões sofreram uma agregação maior ou menor.

As zonas de transporte constituem as menores unidades espaciais para fins de planejamento regional de transportes. Tendo em vista estes parâmetros, são feitas as simulações dos carregamentos dos fluxos de cargas nos diversos segmentos do sistema de transportes em análise.

Cabe mencionar que a representação da demanda é feita por meio de matrizes que contêm alguma medida da intensidade dessa procura por deslocamentos entre zonas de transporte, as quais são representadas individualmente nos modelos de simulação por pontos denominados centroides.

São também consideradas como zonas de transporte cada um dos portos que possuem importância como polos geradores de viagens de produtos relevantes.

O zoneamento adotado para o presente estudo está detalhado no item 5.3 deste caderno.

4.5. Geração de Demanda por Transportes

A análise da geração da demanda ou de viagens é de importância fundamental, uma vez que nesta etapa da modelagem de transportes define-se a demanda global a ser atendida nos

diversos anos-horizonte de um estudo. O objetivo da aplicação de modelos de geração da demanda é permitir a estimativa, para cada ano-horizonte considerado, das demandas totais produzidas e atraídas por cada zona de transporte da área de estudo e seu entorno, num dado período de tempo (o total de extremos de viagens de cada zona de transporte no período).

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

Por ser a demanda por transportes derivada da demanda por outras atividades, os modelos de geração de viagens devem ser desenvolvidos independentemente para cada tipo de fluxo. Para o transporte de cargas, o procedimento consiste em caracterizar a demanda específica de cada produto relevante. A capacidade de análise e a disponibilidade de dados impõem limitações práticas a tal tipo de desagregação.

O modelo permite a estimativa da geração de demanda por transporte por meio do uso de modelos de regressão linear ou de análise de categoria, que são os mais utilizados para o transporte urbano. Em ambos os casos, os coeficientes obtidos para o modelo são utilizados para estimar a geração de viagens a partir de variáveis socioeconômicas projetadas exogenamente.

Os procedimentos para a estimativa da demanda futura assemelham-se aos métodos de projeção de variáveis econômicas. Envolvem uma extensa série de informações quantitativas e qualitativas, geralmente ligadas a aspectos de localização (como a proximidade aos mercados de matérias primas ou de consumidores, a complementaridade entre os processos produtivos, a posição estratégica em relação ao sistema de transportes) ou conjunturais (evolução dos mercados atingidos, situação dos competidores diretos).

Assim, apenas para alguns produtos é possível ou recomendável recorrer aos modelos tradicionais de estimativa de geração de demanda por transporte. A alternativa passa a ser a projeção exógena do potencial de produção e atração/consumo de cada zona para cada ano-horizonte, para os demais produtos considerados.

A projeção tanto da geração exógena da demanda por transporte como das variáveis sociais, econômicas e outras utilizadas nos modelos é feita em função dos cenários de evolução definidos para o estudo.

O modelo permite a fácil incorporação de estimativas exógenas da geração de demanda. Estas podem ser então utilizadas nas demais etapas de modelagem, juntamente com as projeções realizadas diretamente com o uso do modelo.

A estimativa da geração de demanda por transporte envolve a previsão de dois termos: a produção, que consiste na demanda originada ou produzida em cada zona de transporte e a atração, que consiste na demanda destinada ou consumida em cada zona.

4.6. Distribuição da Demanda por Transportes

A distribuição da demanda ou distribuição de viagens é o segundo estágio do processo de projeção de demanda e o seu objetivo é estimar os intercâmbios de viagens entre as zonas de transporte na área de estudo e no seu entorno.

Os modelos adotados nesta etapa utilizam as estimativas de produção e atração por zona de transporte e algum tipo de informação sobre a estrutura da distribuição de demanda. O resultado da aplicação de um modelo de distribuição é uma matriz de demanda, onde cada célula contém uma medida da intensidade do intercâmbio entre um dado par de zonas.

A ideia básica dos procedimentos incorporados nesses modelos é a de que a demanda produzida em cada zona seja “distribuída” entre as zonas atratoras. Esta etapa pode ser associada à escolha do destino, realizada em função do potencial atrator de cada possível zona de destino.

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

Existem duas classes mais utilizadas de modelos de distribuição, diferenciadas em função do tipo de informação sobre a estrutura da interação entre as zonas: modelos de fator de crescimento e modelos gravitacionais. Para o estudo da Ferrogrão foi utilizado o modelo gravitacional (abordado no capítulo 4.6.2.).

Os modelos gravitacionais baseiam a estrutura da matriz de distribuição de demanda projetada em informações sobre a oferta de transportes prevista. Esta é descrita, em geral, em termos dos tempos ou custos associados ao deslocamento entre cada par de zonas. É comum se

adotar uma combinação destes fatores, denominada genericamente de impedância ou custo generalizado.

Uma das principais vantagens dos modelos gravitacionais para distribuição de demanda é a sua estrutura flexível e sua sensibilidade a alterações localizadas do sistema de transportes. Mudanças que melhorem a acessibilidade relativa de uma zona face às demais alteram o potencial atrator desta zona, beneficiando-a na competição com o restante da área de estudo.

A maior desvantagem desse tipo de modelo é a necessidade de um procedimento de calibração, além de exigir informações que descrevam a oferta de transportes, tanto para seu desenvolvimento quanto para sua aplicação.

Assim, como os modelos de geração de demanda, os modelos de distribuição também devem ser aplicados para cada tipo de fluxo. O objetivo é, como antes, procurar representar as diferentes funções de demanda associadas a cada categoria socioeconômica, motivo de viagem ou produto.

A escolha do tipo de modelo a ser utilizado está relacionada às características da demanda por cada tipo de fluxo.

4.6.1. Distribuição por Fator de Crescimento

Entre os métodos de fator de crescimento que garantem a consistência da matriz de distribuição estimada com a produção e atração de demanda por transporte em cada zona de transporte, os mais conhecidos são o método de Fratar e o de Furness. Entre estes, o método de Furness é o mais recente e eficiente do ponto de vista computacional, apesar de ambos produzirem resultados essencialmente equivalentes em termos de estimativas de fluxo.

Uma vez que os métodos de fator de crescimento tendem a preservar tanto quanto o possível a estrutura da matriz original, pode haver a necessidade de introduzir ajustes exógenos em algumas células, em particular no caso de novos fluxos, que são nulos na matriz original.

4.6.2. Distribuição com Modelo Gravitacional

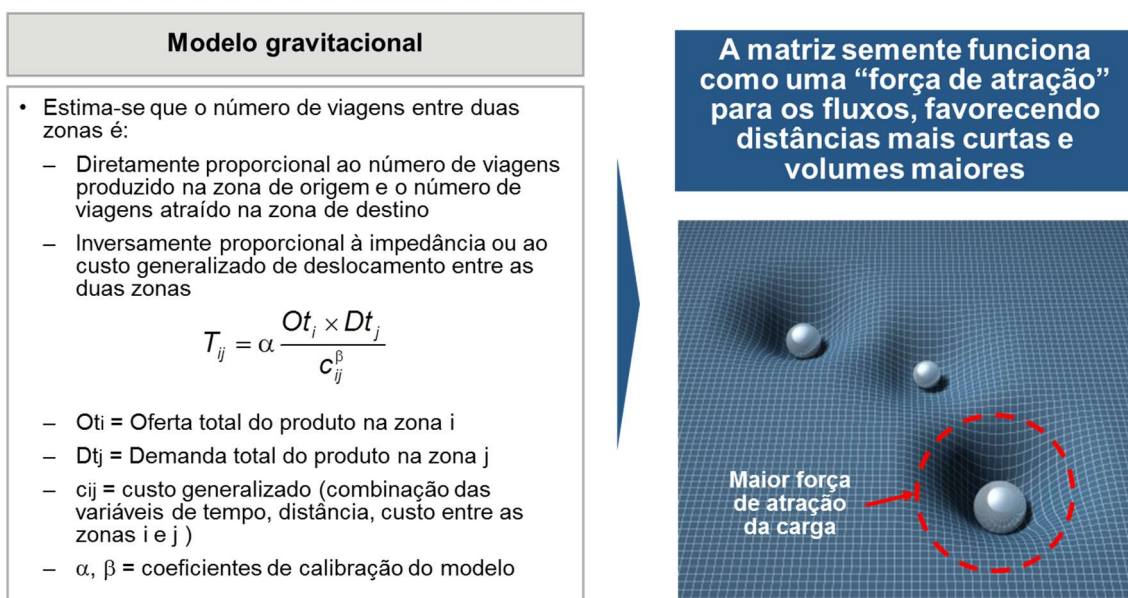
Os modelos gravitacionais incorporam na distribuição de demanda uma função de impedância entre cada par de zonas de transporte. Este tipo de modelo corresponde à transposição

da teoria gravitacional da física na tentativa de explicar a interação existente das viagens entre pares origem-destino (O/D).

Assim sendo, estima-se que o número de viagens entre duas zonas é diretamente proporcional ao número de viagens produzido na zona de origem e o número de viagens atraído na zona de destino, e inversamente proporcional à impedância ou ao custo generalizado de deslocamento do usuário entre as duas zonas.

Uma das funções de impedância mais utilizadas é aquela que corresponde ao inverso do custo generalizado elevado a uma potência calibrada.

Figura 2 – Construção da Matriz OD pela Abordagem Gravitacional



Fonte: EDLP

4.7. Modelagem da Escolha Modal

A divisão ou escolha modal é o estágio final do processo de projeção da demanda por transporte. Seu objetivo é estimar os fluxos de cargas entre os pares de zonas de transporte, para cada modo de transporte analisado. Uma vez conhecida a demanda, representada nas matrizes de fluxos por modo de transporte, procede-se à interação com a oferta, por meio do carregamento da rede multimodal de transportes, cujos princípios são apresentados no item 4.8.

Para realizar as estimativas, os modelos de divisão (ou escolha) modal utilizam informações sobre a distribuição da demanda e as características da demanda e da oferta de

transportes. É como se as matrizes de distribuição da demanda, para cada tipo de fluxo, fossem “divididas” em diversas outras matrizes, uma para cada modo de usuário disponível para o tipo de fluxo considerado. Para cada célula da matriz, o fluxo entre o par de zonas correspondente é atribuído aos diversos modos em função de seus atributos com relação a este deslocamento específico.

A etapa de divisão modal tem um papel central no processo de simulação da demanda, uma vez que uma boa parte das políticas de transporte está relacionada à utilização da opção modal ou multimodal alternativa à prevalecente na situação atual.

4.7.1. Fatores que influenciam a Escolha Modal

A escolha do modo de transporte depende dos conjuntos de atributos sobre:

- Deslocamento;
- Usuário;
- Sistema de transporte.

Os atributos do deslocamento referem-se a características como as exemplificadas a seguir, para o transporte de mercadorias:

- Tipo de produto (ex: valor, perecibilidade, manuseio);
- Período de realização da viagem (ex: safra x entressafra);
- Tamanho e frequência dos despachos;
- Distância da viagem.

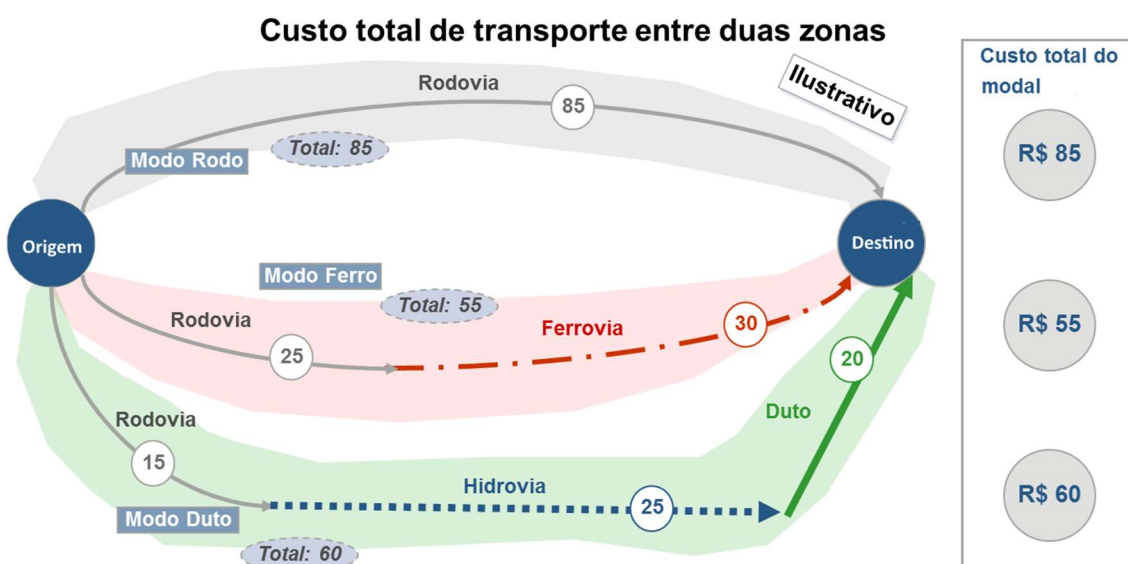
Com relação aos atributos dos usuários para o transporte de mercadorias, alguns dos mais importantes são os seguintes:

- Estrutura logística;
- Capacidade de armazenagem;
- Extensão geográfica do mercado;
- Condição de acesso ao modo (terminais ferroviários, portos, serviços de coleta e distribuição).

Finalmente, quanto às características da oferta de transporte disponível, podem ser listadas as seguintes variáveis:

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

Figura 3 – Diagrama Esquemático – Seleção Modal



Fonte: EDLP

A modelagem da divisão modal é feita com base nos custos de transporte de um determinado produto para todos os modais que podem ser utilizados, considerando um modelo do tipo *logit* mostrado a seguir:

$$p_m^q = \frac{\exp(RL * V_m^q)}{\sum_{k \in A_q} [\exp(V_k^q)]}$$

Onde:

p_m^q : probabilidade de um produto q ser transportado pelo modal m ;
 RL: parâmetro de dispersão;

V_m^q : parcela mensurável (ou sistemática) da utilidade para o produto q em função de suas características e de atributos observáveis da alternativa m ;

V_k^q : parcela mensurável (ou sistemática) da utilidade para o produto q em função de suas características e de atributos observáveis de todas as k alternativas disponíveis para o produto q .

Para quantificar os custos para cada modal, segundo o tipo de produto transportado, são adotados parâmetros para atribuir um valor monetário para cada um dos seguintes atributos, destes modais em referência:

- Frete;
- Tempo;
- Fator constante, que engloba todas as características do modal que não são relativas aos dois outros parâmetros, como por exemplo: regularidade, confiabilidade, disponibilidade, condições do serviço.

No modelo, essa quantificação é feita para cada par origem-destino e a sua formulação é descrita na equação a seguir:

$$Custo_{p,m,i,j} = kf_{p,m} * frete_{p,m,i,j} + kt_{p,m} * tempo_{p,m,i,j} + k_{p,m}$$

Onde:

$Custo_{p,m,i,j}$: custo generalizado de transporte para o produto p no modal m entre a origem i e o destino j ;

$kf_{p,m}$: parâmetro de conversão de custo do frete para o produto p no modal m ;

$frete_{p,m,i,j}$: frete para o transporte do produto p no modal m entre a origem i e o destino j ;

$kt_{p,m}$: parâmetro de conversão de custo do tempo para o produto p no modal m ;

$tempo_{p,m,i,j}$: tempo para o transporte do produto p no modal m entre a origem i e o destino j ;

$k_{p,m}$: constante de custo dos serviços oferecidos para o produto p no modal m , referente à regularidade, confiabilidade e outras condições de serviço.

Para determinação dos parâmetros da equação, é feita uma análise em função das características de cada produto a ser simulado e de posterior calibração do modelo, de tal forma que o modelo consiga representar o mais fielmente possível a distribuição modal observada no sistema real.

4.8. Alocação de Viagens

A alocação do tráfego, ou carregamento da rede, finaliza o processo de simulação do sistema de transportes. Nesta etapa, é realizada a interação entre a demanda, representada nas matrizes de fluxos resultantes da divisão modal, e a oferta, descrita pela rede multimodal de transportes do modelo de simulação.

O objetivo principal da alocação de tráfego é obter as estimativas de fluxo de veículos, associadas à condição de desempenho, em cada ligação da rede de transportes. Além do uso para análise do sistema de transportes, do ponto de vista de desempenho global e atendimento à demanda, tais informações são úteis para realizar a avaliação econômica. Estimativas de tempos e custos de viagem para cada tipo de fluxo, bem como receitas e custos operacionais de cada modo físico, baseiam-se nos indicadores fornecidos pela alocação de tráfego.

A rede de transporte do modelo tem um caráter multimodal. Esta multimodalidade é introduzida a partir da identificação do tipo de cada ligação da rede e da definição de cada modo de transporte a partir dos tipos de ligação nos quais ele pode operar. Isto inclui a complementaridade com outros modos no acesso e egresso ao modo principal (por exemplo, ferrovia com acesso por rodovia).

A determinação de caminhos através da rede, entre pares de zonas, é um pré-requisito para o procedimento de alocação de tráfego. Os caminhos mínimos, ou outros, definem as ligações que receberão o volume de tráfego existente entre as zonas. Além disso, é ao longo do caminho mínimo para cada modo de usuário que se determina a “desutilidade” associada a cada par de zonas, informação utilizada na etapa de divisão modal.

Os métodos de alocação de tráfego às redes de transporte variam quanto à sua aplicabilidade e complexidade. A importância dos efeitos de congestionamentos é determinante na definição do método de alocação adequado. Nas situações em que a demanda se aproxima da capacidade dos sistemas de transporte, os tempos de viagem em cada ligação passam a sofrer a influência significativa dos volumes de tráfego.

Em geral, a distinção se dá em função da aplicação no meio urbano ou regional. No transporte regional, a ocorrência de saturação das redes de transporte é menos frequente. Além disso, a estimativa de fluxos geralmente não é feita para uma hora de pico, sendo muitas vezes representada a demanda para um dia inteiro.

O modelo oferece três métodos de alocação de viagens: tudo-ou-nada, incremental e por equilíbrio de usuários. No presente estudo, foi utilizado o método de alocação incremental, que leva em consideração as restrições de capacidade impostas pela rede de transportes. Este modelo está detalhado adiante.

4.8.1. Construção de Caminhos Mínimos

No modelo, a determinação dos caminhos mínimos entre pares de zonas é executada separadamente para cada modo de usuário, considerando os modos físicos principais e complementares que o compõem. Todos os tipos de ligação pertencentes a esses modos físicos são utilizados na construção dos caminhos entre todos os pares de zonas da área de estudo e seu entorno, sendo possível especificar condições detalhadas de transferência entre modos (proibição, inclusive), válidos para toda a rede e diferenciados em pontos específicos, chamados de terminais de transferência.

O algoritmo de caminhos mínimos constrói, a cada passo, a árvore de caminhos para uma dada zona. Uma árvore contém os caminhos de uma determinada zona de origem para todas as demais zonas de destino, com um dado modo de usuário. As árvores de cada zona de origem são construídas sucessivamente pelo algoritmo, até determinar os caminhos de ligação entre todos os pares de zonas.

Para selecionar os caminhos, o critério adotado é o de menor custo generalizado para o usuário. O custo generalizado de cada ligação é função da distância e tempo de viagem a ela associados, podendo incluir ainda um custo (monetário) específico da ligação (por exemplo, para representar uma taxa de pedágio, ou uma tarifa de acesso a um modo, ou um transbordo).

Para expressar o custo generalizado em termos monetários, é necessário associar à distância um fator multiplicativo, correspondente a uma tarifa ou custo médio por quilômetro, apropriado para o modo físico e tipo de ligação. Quanto ao tempo de viagem, este é transformado em valores monetários através da especificação de um valor do tempo, que deve refletir um tipo de fluxo representativo, em geral obtido com base nos resultados da calibração do modelo de divisão modal.

Os custos generalizados de viagem são aditivos e lineares, no sentido que o custo generalizado de percorrer um caminho é igual à soma dos custos generalizados nas ligações

utilizadas ao longo desse caminho. A estes custos relativos ao percurso de cada ligação são adicionados os custos de transferência entre modos na viagem (ponderando o desconforto, custos e tempos de espera eventuais).

Na construção de alternativas de caminhos na rede de ligações de cada modo, além de selecionar suas ligações específicas, o modelo permite que sejam impostas penalidades adicionais (multiplicativas) no cálculo do custo generalizado das ligações, especialmente para os que não pertencem aos modos principais. Este é um artifício heurístico para guiar o caminho mínimo a utilizar o modo de usuário (principal) que está sendo analisado, de forma adequada.

Dadas estas informações, as árvores de caminhos de custo generalizado mínimo são calculadas usando o algoritmo de Dijkstra, largamente utilizado em problemas desse tipo devido à sua eficiência computacional, generalizado para tratar penalidades e condições especiais de transbordo definidos como transferências modais.

Uma vez estabelecidos os caminhos mínimos entre todos os pares de zonas, para todos os modos de usuário, é possível determinar as matrizes de custo generalizado ou “desutilidade” por modo de usuário, utilizadas no modelo de divisão modal.

Para a divisão modal, também devem ser considerados eventuais custos e tempos terminais de viagem nas zonas de origem e destino. Estes, no entanto, são irrelevantes do ponto de vista de determinação do caminho de custo mínimo entre as zonas, visto que são comuns a qualquer alternativa que liga duas zonas, e podem ser adicionados posteriormente.

Antes de passar as informações para a divisão modal, o modelo oferece a possibilidade de substituir a estimativa de custo monetário feita ao longo do caminho mínimo por funções tarifárias. O objetivo, nesse caso, é procurar representar o fato de que certos modos podem ter uma vantagem comparativa muito acentuada no transporte à longa distância (como ocorre com o transporte ferroviário ou hidroviário).

Caso esta vantagem seja refletida na estrutura tarifária adotada pelo modo, a tarifa paga pelo usuário não é proporcional à distância, divergindo daquela estimada na construção dos caminhos mínimos, no caso de grandes distâncias. Pode-se, então, especificar funções de tarifa não lineares para cada modo físico, que serão aplicadas em cada segmento de viagem realizado em um dado modo físico. Estas tarifas passam então a representar a parcela de custo monetário do custo generalizado de viagem.

4.8.2. Alocação Incremental

Como exposto anteriormente, existem basicamente três métodos de alocação de viagens: tudo-ou-nada, incremental e por equilíbrio de usuários. Neste estudo, foi utilizado o método de alocação incremental, que leva em consideração as restrições de capacidade impostas pela rede de transportes. Utilizando funções que relacionam o tempo gasto para “atravessar” uma ligação com o volume a ela alocado, o método incremental procura estabelecer caminhos alternativos entre pares de zonas, que levem em consideração a saturação dos sistemas. Este procedimento busca simular uma situação de equilíbrio entre a oferta e a demanda por transportes, atualizando as condições de tráfego após o carregamento de cada incremento da demanda.

Para o presente estudo, foi utilizado o procedimento de alocação incremental do modelo que representa um aprimoramento em relação aos métodos convencionais. Estes permitem que uma porcentagem pré-definida da matriz seja alocada a cada iteração (10% ou 25%, por exemplo). No modelo adotado, a alocação incremental é utilizada para detectar as ligações saturadas (com volume alocado próximo à capacidade) que limitam a proporção da matriz de viagens que pode ser alocada numa certa iteração.

Estas ligações saturadas são então retiradas da rede, enquanto os tempos de percurso das demais são recalculados utilizando as funções de restrição de capacidade apropriadas a cada tipo de ligação. Pode-se, então, recalcular os caminhos mínimos na rede de transportes reduzida, obtida após a eliminação das ligações saturadas, com os tempos de viagem atualizados em função dos fluxos previamente alocados.

A proporção da matriz de viagens que pode ser alocada a cada iteração é calculada endogenamente em função da capacidade crítica das ligações saturadas. O procedimento é repetido até que 100% dos fluxos da matriz sejam alocados.

5. Caracterização da Oferta de Transportes

5.1. Caracterização Geral do Empreendimento

O trecho ferroviário Sinop/MT – Miritituba, distrito do município de Itaituba/PA, conhecido como Ferrogrão, possui cerca de 933 km de extensão, sendo complementado por dois ramais: Santarenzinho, entre Itaituba e Santarenzinho, distrito do município de Rurópolis/PA, com 32 km de extensão; e Itapacurá, com 11 km de extensão.

A Ferrogrão deverá servir principalmente como corredor de escoamento da produção de grãos agrícolas do Centro-Oeste do Brasil, conectando-se em Miritituba com a Hidrovia do Tapajós, permitindo redução dos custos de transporte e melhorando a inserção competitiva dessas mercadorias no âmbito internacional.

Figura 4 – Mapa de Situação do Empreendimento



Fonte: Apresentação Audiência Pública nº 014/2017 – Sessão Presencial de Brasília/DF

5.2. Avaliação da Área de Estudo

A definição cuidadosa da região a ser estudada é fundamental, uma vez que reflete na futura disponibilidade de resultados, bem como na determinação dos recursos necessários para o levantamento de informações e para a modelagem.

A área de influência deve incluir regiões além de seus limites estritos, ainda que em menor grau de detalhe, para que seja possível representar sua interação com a área externa.

Neste contexto, a área de influência indireta para o presente estudo abrange todo o território nacional, de modo que se possam avaliar os impactos do tráfego gerado e/ou atraído na região de influência direta, além daquele com origem e/ou destino em outras regiões, mas que utiliza a sua infraestrutura de transportes, seja ela rodoviária, ferroviária ou hidroviária.

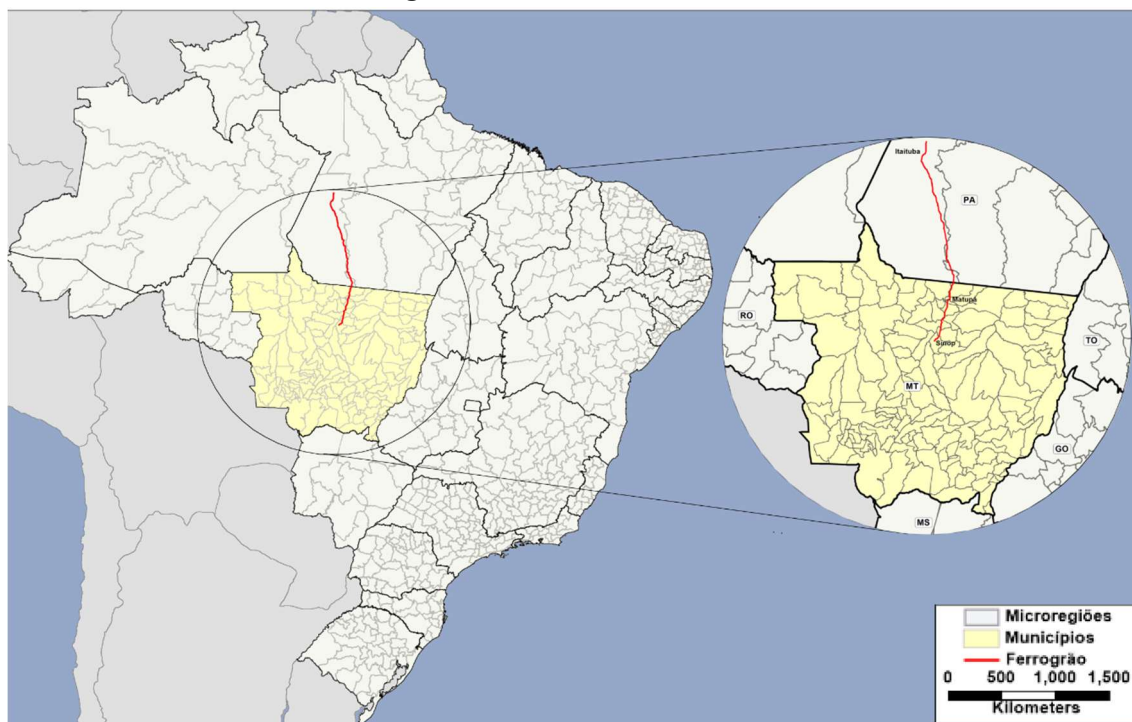
5.3. Zoneamento Adotado

As mínimas unidades de zoneamento de transporte adotadas no presente estudo para o estado do Mato Grosso foram os municípios e, para os demais estados, microrregiões homogêneas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

No total, foram definidas 709 zonas de transporte, incluindo-se os portos.

O zoneamento adotado pode ser visualizado na Figura 5 que apresenta, também, um detalhamento do estado do Mato Grosso, onde os municípios foram adotados como zonas de transporte.

Figura 5 – Zoneamento do Estudo



Fonte: EDLP

5.4. Características Ambientais

A descrição detalhada das principais características ambientais da área de estudo incluindo o clima, vegetação, hidrografia e relevo são apresentadas no Caderno de Meio Ambiente.

5.5. A Malha Multimodal de Transportes

A rede de transportes do modelo é única e multimodal, um aspecto importante no transporte regional, onde a combinação entre modos é essencial. A integração entre os diferentes modais se dá a partir dos terminais de carga incluídos na rede de simulação.

Para os trechos rodoviários, os nós correspondem aos principais pontos de acesso a cada rodovia, sendo estas representadas na rede como ligações conectando esses nós.

Na montagem dos trechos que representam as ferrovias e hidrovias, cada ligação (ou “link”) conecta estações ferroviárias ou portos fluviais importantes. Em alguns casos, as próprias estações, portos ou eclusas podem ser representados como ligações da rede, uma vez que “atravessá-las” implica dispêndio de tempo e/ou dinheiro.

Para descrever a rede de transportes, cada ligação contém informações como tipo da infraestrutura, comprimento, velocidade ou tempo de percurso, custos, capacidade, tipo de terreno, qualidade do pavimento, etc.

Os principais atributos utilizados na montagem da rede multimodal são:

- ID: código identificador do *link* da rede, atribuído pelo modelo em sua criação;
- Nome, sigla e descrição da via;
- Modo referente ao *link* (rodo, ferro, hidro, duto, marítimo ou virtual);
- Sentido de tráfego permitido no *link*;
- Extensão real do segmento representado pelo *link*;
- Velocidade de percurso (km/h);
- Relevo típico do segmento viário;
- Classificação do tipo de via, podendo ser:
 - Para *links* rodoviários: pavimentada, de terra, duplicada ou pedágio;
 - Para *links* ferroviários: bitola estreita, larga ou mista;
 - Para *links* hidroviários: hidrovias, eclusa ou porto;
 - Para *links* dutoviários: oleoduto, gasoduto, alcoolduto, etc;
 - Para *links* marítimos: portos, rota de cabotagem e rota de exportação;
 - Para *links* virtuais: acesso ou transferência e modais envolvidos;
- Condição da via, quando aplicável.

A preparação da rede foi desenvolvida a partir da coleta e tabulação de dados secundários sobre o sistema de transportes, seja ele estadual ou federal. As principais fontes de dados são os órgãos governamentais e empresas concessionárias, tais como:

- Ministério da Infraestrutura (e antecessores);
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT;
- Secretarias Estaduais de Transportes;
- Departamentos de Estradas de Rodagem;
- Desenvolvimento Rodoviário S.A. – DERSA;
- Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT;
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ;
- Concessionárias Rodoviárias e Ferroviárias.

Na montagem da rede de simulação para este estudo, foram também utilizados dados de fontes não responsáveis pela oferta de transporte, tais como:

- Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – ABCR;
- Confederação Nacional do Transporte – CNT;
- Sindicato dos Transportadores Rodoviários;
- Sistema de Informações de Fretes – SIFRECA.

A Figura 6 apresenta um exemplo de extrato da base de dados referente aos atributos da rede:

Figura 6 – Exemplo de Extrato da Base de Dados de Atributos da Rede

ID	Nome	Sigla	Descrição	Modo	Distancia	Pavimento	Relevo
4875	BR163	BR163	Pista Simples	RODO	6.91	Regular	Ondulado
4876	BR163	BR163	Pista Simples	RODO	7.22	Regular	Ondulado
4878	Ferrogrão		Ferro Futura	FERRO	144.42	Ferro Futura	
4879	MT-260		260 Pista Simples	RODO	35.27	Leito Natural	Plano
4880	MT-260		260 Pista Simples	RODO	8.70	Leito Natural	Plano
4911	MT206	MT206	Pista Simples	RODO	15.21	Leito Natural	Plano
4915	BR364	BR364	Pista Simples	RODO	14.69	Regular	Ondulado
4916	BR174	BR174	Pista Simples	RODO	57.05	Implantada	Ondulado
4917	RIO PARAGUAI		Paraguai	HIDRO	159.03		0
4918	RIO PARAGUAI		Paraguai	HIDRO	96.81		0
4921	MT206	MT206	Pista Simples	RODO	117.54	Bom	Ondulado
4926	BR070	BR070	Pista Simples	RODO	5.99	Regular	Ondulado
4937	BR163	BR163	Pista Simples	RODO	161.05	Bom	Ondulado
4978	GO341	GO341	Pista Simples	RODO	33.28	Bom	Plano
5004	BR158	BR158	Pista Simples	RODO	86.69	Bom	Plano
5010	BR158	BR158	Pista Simples	RODO	38.42	Regular	Ondulado
5018	GO302	GO302	Pista Simples	RODO	50.78	Bom	Ondulado
5081	GO060	GO060	Pista Simples	RODO	83.90	Bom	Ondulado
5101	GO251	GO251	Pista Simples	RODO	137.41	Leito Natural	Ondulado
5120	RODO		Pista Simples	RODO	77.84	Bom	Ondulado
5823	MT100	MT100	Pista Simples	RODO	21.38	Implantada	Plano
5824	MT388	MT388	Pista Simples	RODO	0.30	Implantada	Plano
5827			Pista Simples	RODO	8.41	Regular	Ondulado
5828		MT130	Pista Simples	RODO	59.87	Implantada	Ondulado
5829	MT-473		473 Pista Simples	RODO	29.32	Implantada	Plano
5830	BR-364		364 Pista Simples	RODO	58.88	Implantada	Ondulado
5831	BR-364		364 Pista Simples	RODO	29.94	Leito Natural	Ondulado
5832	MT-388		388 Pista Simples	RODO	73.39	Implantada	Ondulado
5833	MT-255		255 Pista Simples	RODO	10.73	Leito Natural	Ondulado
5834	MT-060		60 Pista Simples	RODO	19.98	Implantada	Plano
5835	MT-060		60 Pista Simples	RODO	51.16	Implantada	Plano
5836	MT-060		60 Pista Simples	RODO	34.10	Regular	Plano
5837	MT-351		351 Pista Simples	RODO	65.62	Implantada	Plano
5838	MT-456		456 Pista Simples	RODO	12.60	Implantada	Plano

Fonte: EDLP

A Figura 7 apresenta a rede multimodal de transportes utilizada para as simulações do presente estudo, incluindo todos os cenários, descritos na sequência.

Figura 7 – Rede Multimodal do Estudo



Fonte: EDLP

5.6. Cenários de Infraestrutura

Foi realizado um levantamento dos projetos de infraestrutura viária que vêm sendo desenvolvidos, ou pelo menos estudados, com o intuito de aumentar a capacidade de transporte e de produção, e que foram incorporados à rede de simulação, uma vez que apresentam capacidade de influir no potencial de captação de demanda dos diferentes modos considerados no presente estudo.

Os principais documentos analisados para a definição dos cenários de oferta simulados no modelo foram:

- Nota Técnica nº 01/2016 – GEINF – GEPDL – GENEK, da Empresa de Planejamento e Logística – EPL;

- Caderno de Demanda do Estudo da Ferrovia Norte-Sul, da ANTT;
- Plano Nacional de Logística – PNL 2025, da EPL.

A análise dos diversos projetos considerados resultou na concepção de quatro cenários de oferta, considerando um aumento gradativo da oferta de transporte em cada cenário.

5.6.1. Cenário Base de Oferta de Infraestrutura (2017)

O Cenário Base de Oferta de Infraestrutura representa a situação da malha de transportes na configuração existente em 2017, conforme ilustrada na Figura 8.

Figura 8 – Cenário Base de Oferta de Infraestrutura (2017)



Fonte: EDLP

5.6.2. Cenário 1 de Oferta de Infraestrutura (2030)

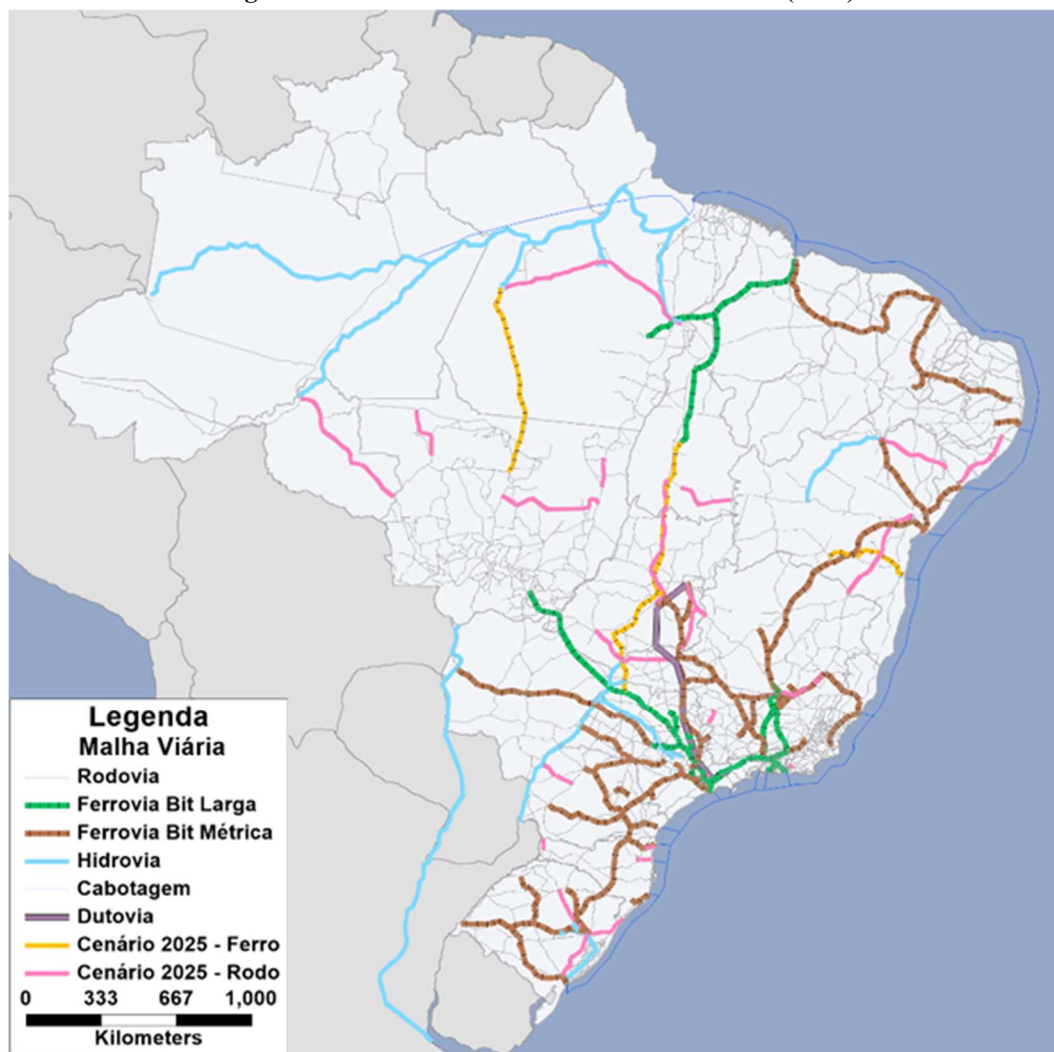
O Cenário 1 de Oferta de Infraestrutura (2030) é um incremento ao Cenário Base (2017), e considera os projetos de infraestrutura com previsão de conclusão até o fim de 2030. Inclui as ferrovias Ferrogrão (Miritituba-Sinop), Ferrovia de Integração Oeste-Leste – FIOOL (Ilhéus-Caetité) e Ferrovia Norte-Sul – FNS (Porto Nacional-Estrela d’Oeste) e também a pavimentação da rodovia BR-163 entre Sinop e Miritituba, dentre outros projetos, conforme representado na Figura 9, abaixo. A Tabela 1 lista os projetos rodoviários e ferroviários deste Cenário 1.

Tabela 1 – Cenário 1 (2030) – Projetos Ferroviários e Rodoviários

Modo	Lista de projetos
Rodovia (duplicação)	BR-040 DF/GO, BR-050 GO, BR-101 AL, BR-101 PE, BR-101 SE, BR-116 BA, BR-116 RJ, BR-116 RS, BR-153 TO/GO, BR-163 SC, BR-280 SC, BR-364 RO, BR-381 MG, BR-470 SC, BR-493 RJ, BR-101/290/386 RS, BR-365/364 MG/GO
Rodovia (construção)	BR-116 SP, BR-146 MG, BR-158 MT, BR-174 MT, BR-230 PA, BR-230 PA, BR-230 PA, BR-235 BA, BR-242 GO, BR-242 MT, BR-487 PR, BR-135 BA/MG, BR-242 BA, BR-135 MA, BR-135 MG, BR-163 PA/MT, BR-230 PA
Ferrovia (construção)	FIOOL (Ilhéus-Caetité), Ferrogrão (Miritituba-Sinop), FNS (Porto Nacional-Estrela d’Oeste)

Fonte: EDLP

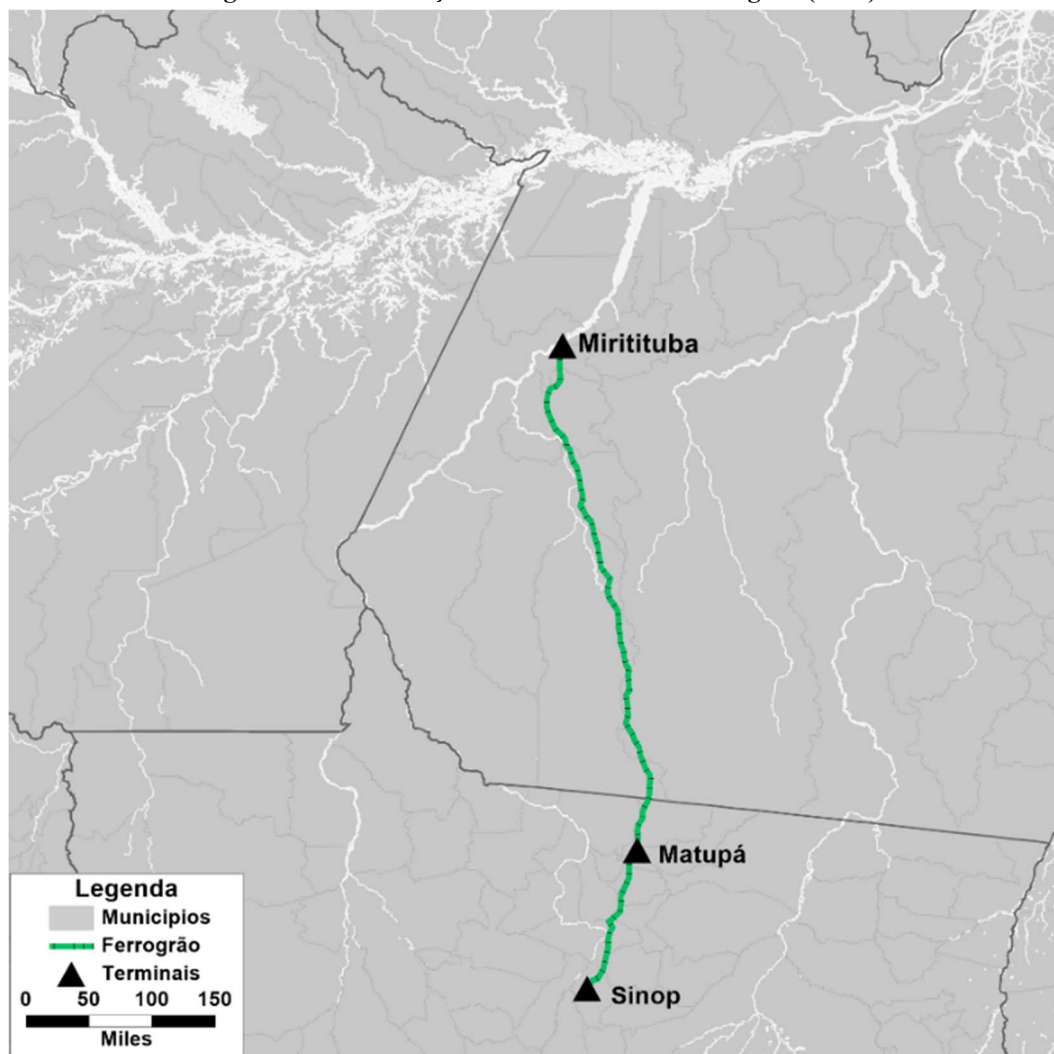
Figura 9 – Cenário 1 de Oferta de Infraestrutura (2030)



Fonte: EDLP

Neste Cenário 1, todos os terminais da Ferrogrão (Sinop, Matupá e Miritituba) entram em operação no mesmo ano, em 2030. Figura 10 mostra a localização desses terminais.

Figura 10 – Localização dos Terminais da Ferrogrão (2030)



Fonte: EDLP

5.6.3. Cenário 2 de Oferta de Infraestrutura (2035)

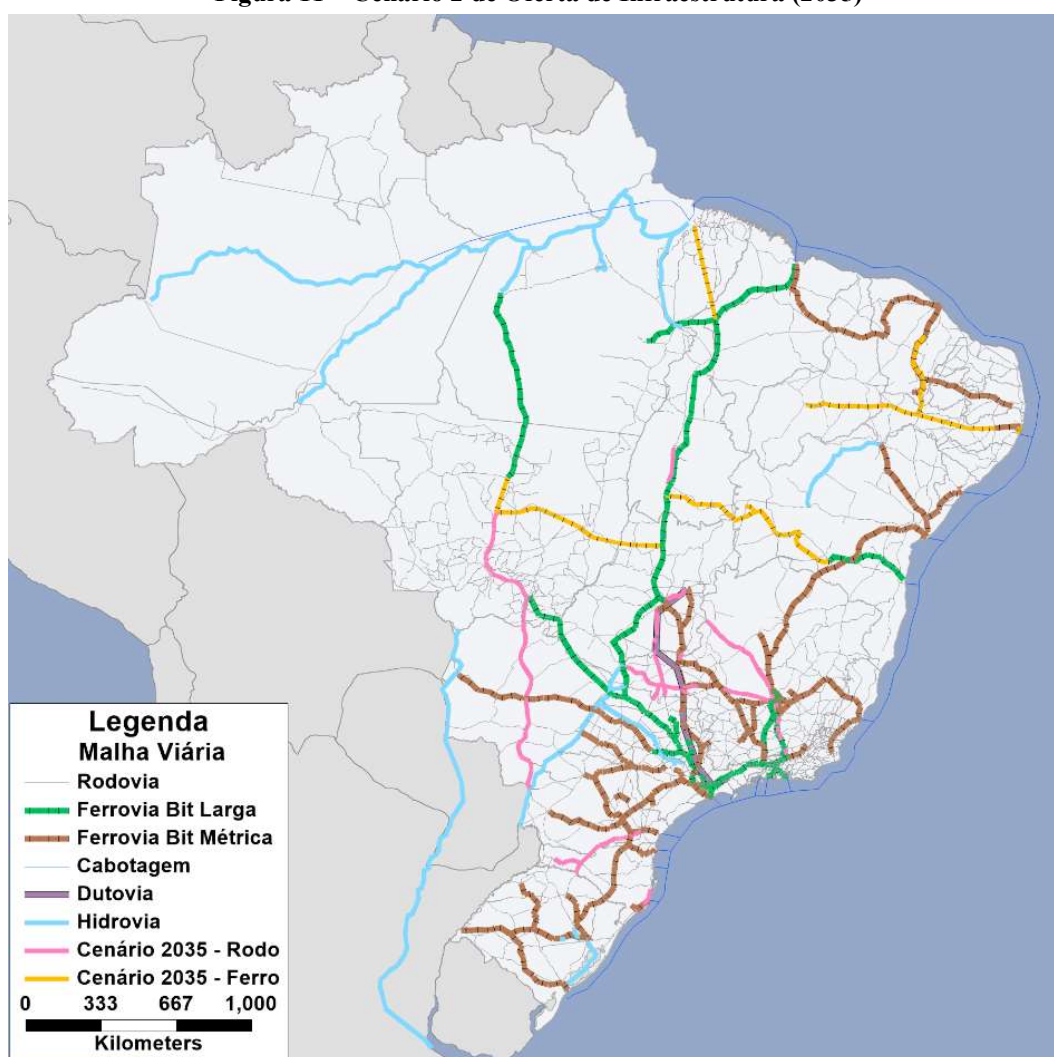
O Cenário 2 de Oferta de Infraestrutura (2035) complementa a rede de infraestrutura do PNL (restrita ao ano de 2025), e considera um cenário baseado no Caderno de Demanda do Estudo da Ferrovia Norte-Sul para o ano-horizonte de 2035. Destaca-se a inclusão de um trecho de ferrovia entre Sinop e Lucas do Rio Verde, no Mato Grosso, conforme mostrado na Figura 11 e na Tabela 2, que lista os projetos rodoviários e ferroviários deste Cenário 2.

Tabela 2 – Cenário 2 (2035) – Projetos Ferroviários e Rodoviários

Modo	Lista de projetos
Rodovia	BR-050 MG, BR-040 MG, BR-163 MT/MS, BR 060/153/262 DF/GO/MG, BR-153 TO/GO, BR-364/365 MG/GO, BR-476/153/282/480 PR/SC, BR-101 BA
Ferrovia	FIOL (Barreiras – Figueirópolis e Barreiras – Caetité), Ferrovia de Integração do Centro-Oeste – FICO (Lucas do Rio Verde – Campinorte ¹), Nova Transnordestina (Salgueiro – Suape e Eliseu Martins – Salgueiro – Pecém), FNS (Açailândia – Barcarena), Ferrovia (Sinop – Lucas do Rio Verde)

Fonte: EDLP

Figura 11 – Cenário 2 de Oferta de Infraestrutura (2035)



Fonte: EDLP

¹ Revisão do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental da FICO, conduzida pela VALEC em 2018, alterou o ponto de entroncamento da FICO com a Ferrovia Norte-Sul, passando de Campinorte/GO para Mara Rosa/GO, poucos quilômetros ao norte, o que não afeta os resultados do modelo de simulação de transportes.

5.6.4. Cenário 3 de Oferta de Infraestrutura (2045)

O Cenário 3 de Oferta de Infraestrutura (2045) considera a complementação dos projetos ferroviários que cortam o Mato Grosso, com a inclusão da FICO entre Lucas do Rio Verde e Porto Velho e do trecho ferroviário entre Rondonópolis e Lucas do Rio Verde, como mostrado na Figura 12 e detalhado na Tabela 3.

Tabela 3 – Cenário 3 (2045) – Projetos Ferroviários

Modo	Lista de projetos
Ferrovia	FICO (Lucas do Rio Verde – Porto Velho), Ferrovia Panorama – Rio Grande, Ferrovia Rondonópolis – Lucas do Rio Verde

Fonte: EDLP

Figura 12 – Cenário 3 de Oferta de Infraestrutura (2045)



Fonte: EDLP

5.7. Custos Operacionais

No caso do sistema rodoviário, os custos operacionais são calculados utilizando-se a ferramenta VOC – *Vehicle Operating Costs*, que é parte do modelo HDM-III (*Highway Design and Maintenance Model*), desenvolvido pelo Banco Mundial para auxiliar o gerenciamento de pavimentos de rodovias. O VOC foi desenvolvido por meio de uma extensa pesquisa de campo, realizada em grande parte no Brasil, e permite a determinação das componentes fixas e variáveis dos custos operacionais por km de diferentes modelos de veículos.

O programa utiliza parâmetros relacionados às características da rodovia (tipo de superfície, Índice Internacional de Irregularidade – IRI, curva horizontal média, superelevação média, número de pistas, etc.) e às características do veículo (custo do combustível, velocidade média, custo do pneu novo, custo dos lubrificantes, etc.).

Para os outros modos físicos, foram analisados os custos operacionais das concessionárias ferroviárias e operadores hidroviários, de acordo com seus balanços, além da análise direta como consumo de combustível, manutenção, mão-de-obra, entre outros.

Os custos operacionais são um dos parâmetros utilizados na definição dos caminhos mínimos².

5.8. Capacidade Logística à jusante da Ferrogrão

O Rio Tapajós é o principal corredor para escoar a safra do centro-norte (MT). Conforme dados disponibilizados pela CTNAV (Câmara Temática de Navegação e Portos) ilustrados na Figura 13, do volume potencialmente exportado pelo Arco Norte (composto pelos Portos de Itacoatiara, Santarém e Vila do Conde no estudo do CTNAV), 70% é tributário para o Corredor Rio Tapajós.

² Ver Capítulo “4.8.1 Construção de Caminhos Mínimos”.

Figura 13 – Volume do Corredor Rio Tapajós

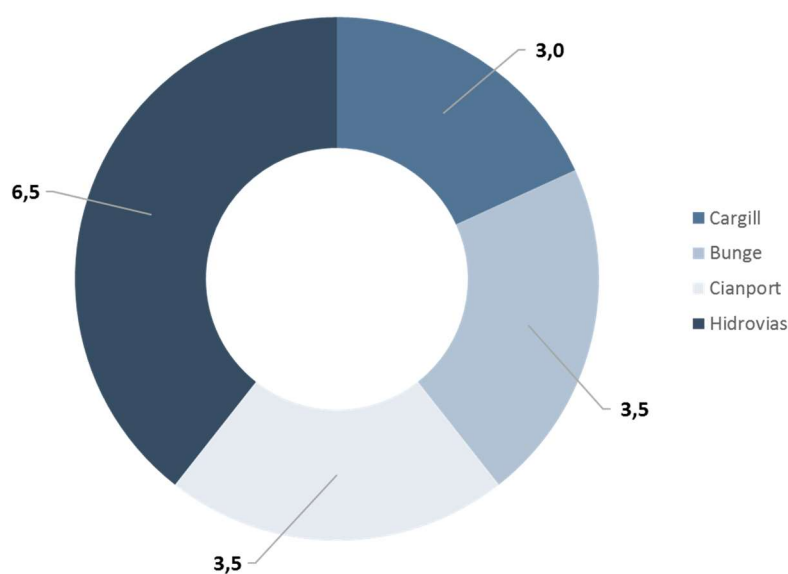


Fonte: EDLP

5.8.1. Capacidade nos Terminais de Miritituba

O levantamento das capacidade de movimentação nas Estações de Transbordo de Carga – ETC para grãos agrícolas existentes em Miritituba, no ano de 2018, indicou a presença de quatro empresas que apresentam uma capacidade total de 16,5 milhões de toneladas, como mostra a Figura 14.

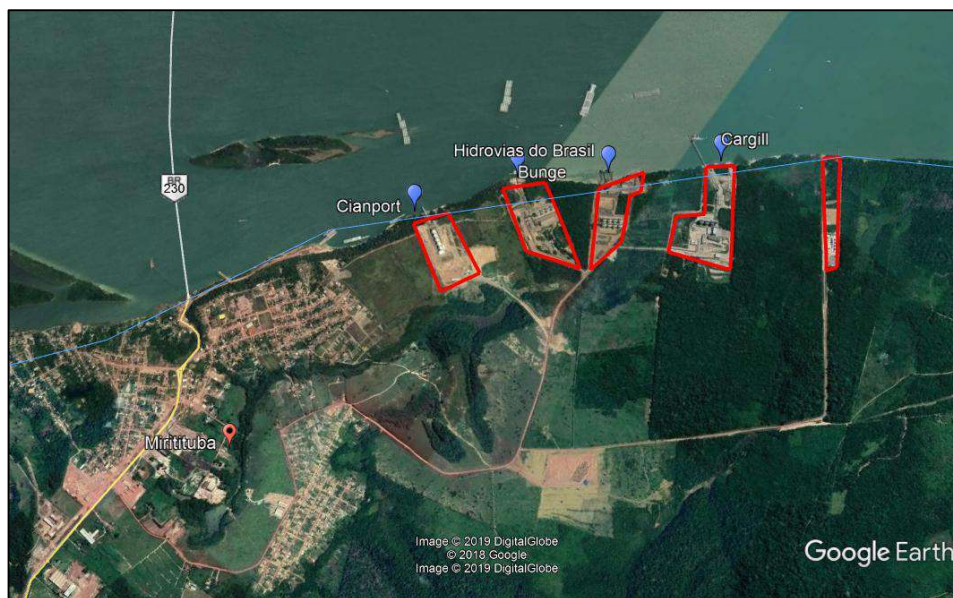
Figura 14 – Capacidade de Movimentação nas ETCs de Miritituba



Fonte: EDLP

Em Miritituba, há quatro terminais instalados e um terminal em instalação, situados conforme a Figura 15 abaixo:

Figura 15 – ETCs Implantadas e em Fase de Implantação – Miritituba

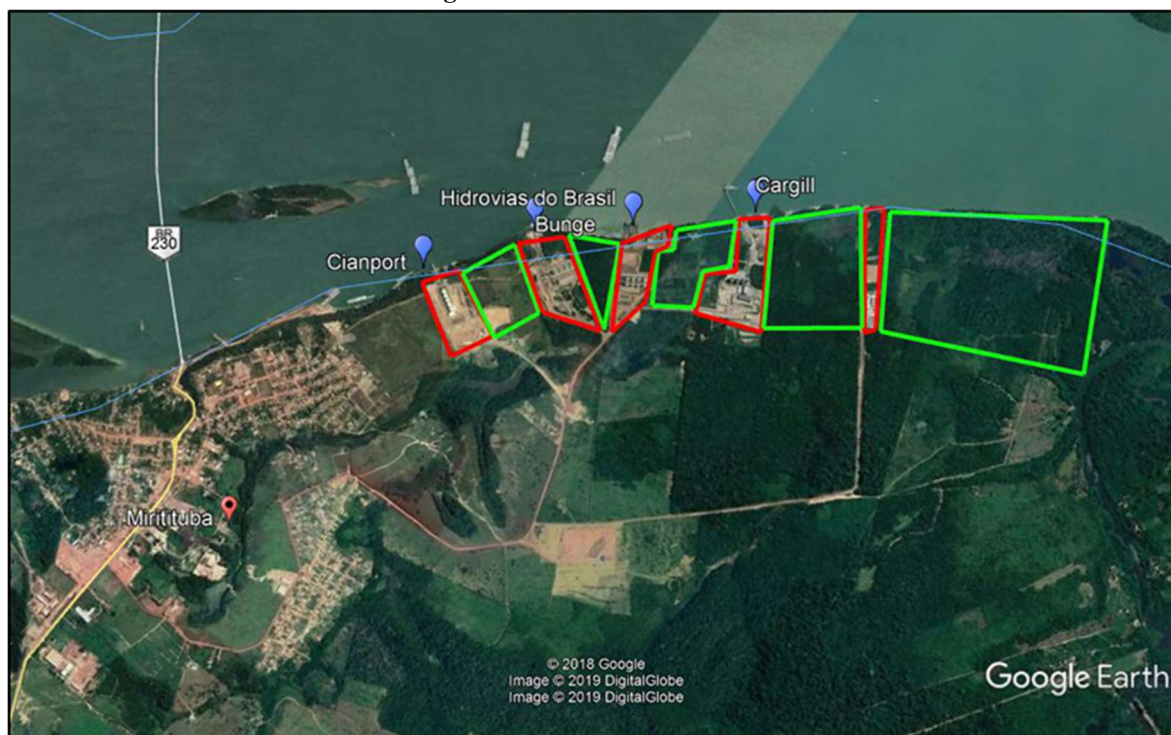


Fonte: EDLP

Com relação ao futuro, existem áreas disponíveis nas proximidades destes terminais que possibilitariam a realização de projetos de expansão com potencial de ampliar significativamente a capacidade existente. Essas áreas já pertencem a grupos com interesse para o desenvolvimento de terminais.

Em Miritituba, das áreas loteadas, aproximadamente 740.000 m² são de lotes implantados ou em fase de implantação e aproximadamente 2.150.000 m² são lotes disponíveis, ilustrados em vermelho e verde, respectivamente, na Figura 16.

Figura 16 – ETCs – Miritituba



Fonte: EDLP

5.8.2. Capacidade nos Terminais de Santarenzinho e Itapacurá

Além de Miritituba, existem também projetos para a instalação de ETCs em Santarenzinho e Itapacurá. O primeiro estaria localizado próximo à divisa entre Rurópolis e Itaituba. Algumas empresas já teriam obtido as licenças prévias e/ou de instalação, como a Bertolini, Oderbrecht e LDC (Louis Dreyfus Company), conforme mostra a Figura 17 abaixo:

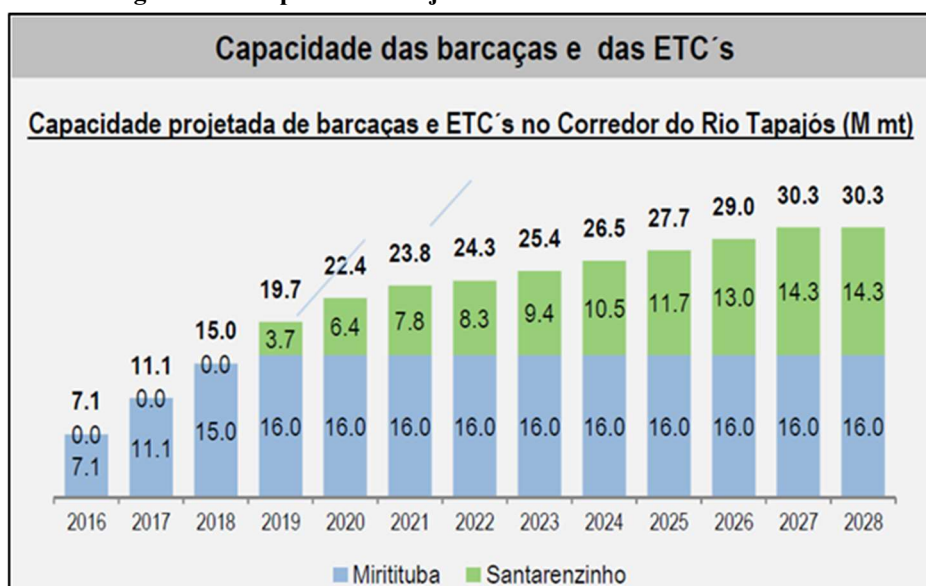
Figura 17 – Localização da ETC de Santarenzinho



Fonte: EDLP

Conforme dados da CTNAV ilustrados na Figura 18 abaixo, pode-se notar que a capacidade de Santarenzinho poderá acrescentar 14,3 milhões de toneladas de grãos agrícolas à capacidade existente de Miritituba.

Figura 18 – Capacidade Projetada – Miritituba e Santarenzinho



Fonte: EDLP

A expectativa, segundo os projetos já confirmados, seria de que Santarenzinho atingisse sua capacidade máxima de movimentação em 2027, segundo estudo Corredor Norte (Eixo Tapajós) desenvolvido pela CTNAV, conforme mostra a Figura 18, acima.

Cabe lembrar que, assim como em Miritituba, existe a disponibilidade de áreas para a instalação de outras ETCs.

Em Santarenzinho, há aproximadamente 3.800.000 m² de área disponível para loteamento, vide lotes em verde na Figura 19.

Figura 19 – Lotes Disponíveis – Santarenzinho

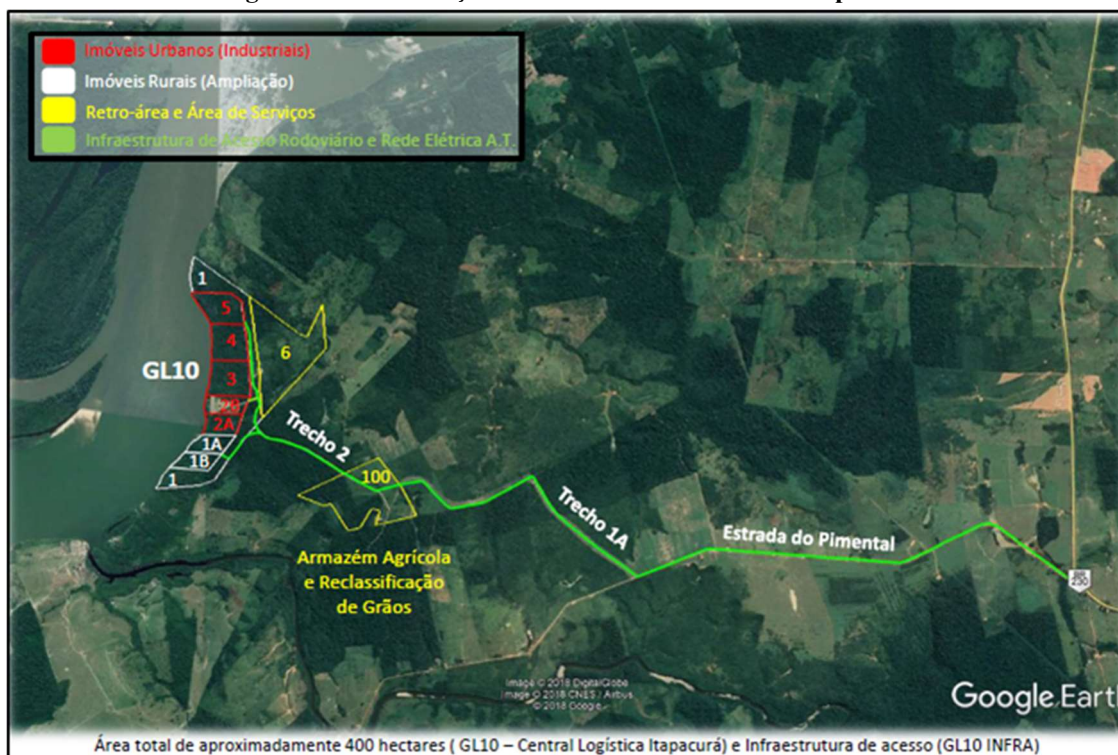


Fonte: EDLP

Já o projeto do GL10 em Itapacurá se encontra em estágio de implantação e está projetado para uma capacidade máxima de 23,0 milhões de toneladas por ano, para grãos e derivados.

A Figura 20, abaixo, mostra a localização dos lotes para implantação dos terminais de Itapacurá, que estariam ao sul do Terminal de Miritituba e com área total de aproximadamente 4.000.000 metros quadrados e 3.600 metros na margem direita do Rio Tapajós.

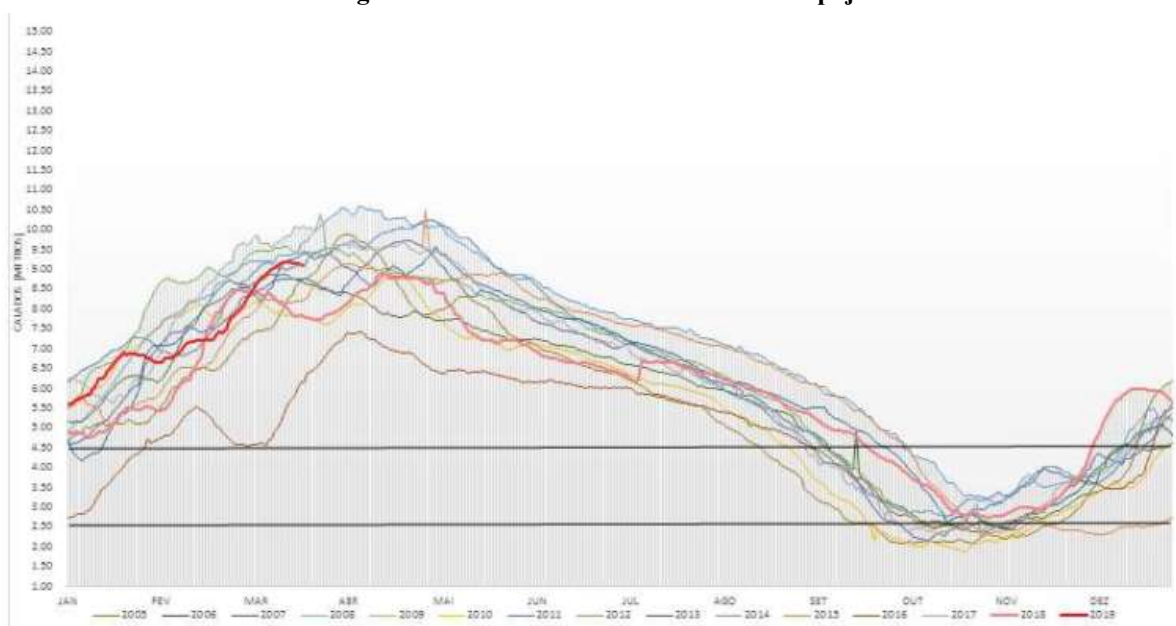
Figura 20 – Localização Prevista dos Terminais de Itapacurá



Fonte: EDLP

Além da questão de capacidade de movimentação, foi realizado também um levantamento dos dados históricos do calado no Rio Tapajós, de 2005 até março de 2019, como mostra a Figura 21:

Figura 21 – Histórico do Calado do Rio Tapajós



Fonte: EDLP

Avaliando a variação ao longo dos meses, nota-se que o calado mínimo no rio seria em torno de 2,5 metros, porém tal condição não paralisaria a navegação pelo Rio Tapajós, apenas obrigaria as barcas a operarem com menos de 100% da sua capacidade. Ainda segundo o histórico, tal situação seria transitória, ocorrendo por um período de pouco mais de um mês, podendo-se utilizar a capacidade plena das barcas no restante dos meses.

5.8.3. Capacidade nos Portos de Vila do Conde e Porto de Santana

Por fim, sobre a capacidade de movimentação nos portos, no Porto de Vila do Conde estão instalados os terminais da ADM – Archer Daniels Midland /Glencore, Hidrovias do Brasil e da Bunge, cuja capacidade conjunta hoje seria de 16,5 milhões de toneladas, podendo chegar a 18,5 milhões de toneladas com a expansão prevista no terminal da Hidrovias do Brasil.

Adicionalmente, segundo o Plano Mestre do Porto de Vila de Conde, estariam previstas expansões que aumentariam a capacidade no porto em 17,5 milhões de toneladas, totalizando assim 36 milhões de toneladas de capacidade.

Além disso, há também capacidade de movimentação no Porto de Santana, com 1,8 milhões de toneladas, além do Terminal de Uso Privado – TUP localizado na Ilha de Santana, com capacidade de 5 milhões de toneladas.

Os Planos Mestre desenvolvidos pelo então Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil para os Complexos Portuários de Belém e Vila do Conde e de Santana e pela Secretaria de Portos para o Porto de Santarém, e o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento, desenvolvido pelo Ministério da Infraestrutura e pela Companhia Docas do Pará para o Porto de Santarém³ demonstram a capacidade de ampliação para atender à futura demanda.

3

http://www.infraestrutura.gov.br/images/SNP/planejamento_portuario/planos_mestres/sumario_executivo/se33.pdf
<http://www.infraestrutura.gov.br/images/planos-mestres-versao-completa/pm17.pdf>
<http://www.infraestrutura.gov.br/images/planos-mestres-sumarios-executivos/se28.pdf>
http://www.infraestrutura.gov.br/images/SNP/planejamento_portuario/pdz/pdz28.pdf

5.8.4. Conclusões sobre as Capacidades Logísticas à jusante da Ferrogrão

De acordo com o exposto neste item 5.8, conclui-se que a capacidade das infraestruturas logísticas à jusante da Ferrogrão possuem capacidade suficiente para atender à demanda proveniente da ferrovia, além de grande potencial de expansão.

6. Caracterização da Demanda de Transportes

6.1. Definição dos Produtos Relevantes

Esta etapa envolve a identificação de produtos que têm potencial de serem transportados pelo modal ferroviário, baseada em suas características, requisitos de transporte e localização de seus mercados produtores e consumidores.

A definição do conjunto de produtos relevantes tem como objetivo identificar os itens de demanda por transporte que representam relevância para o sistema de transporte de carga, seja pelo porte dessa demanda, seja pelos requisitos logísticos indispensáveis às exigências do mercado.

Estudos de planejamento de transportes, especialmente os que enfocam o modal ferroviário, usualmente consideram apenas os produtos com grandes volumes de movimentação e baixo valor por peso específico, geralmente representados por *commodities*, à medida que esses são os que mais solicitam a infraestrutura de transportes.

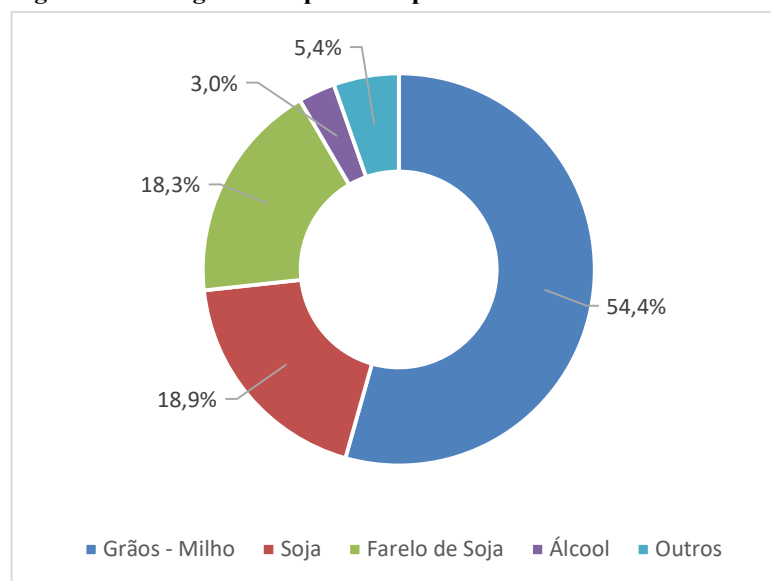
A competitividade do modal ferroviário está intimamente ligada às características dos produtos e dos embarcadores, em termos de concentração e localização dos pontos de origem e destino das cargas.

Para fins de análises mais aprofundadas da demanda, foi feita uma seleção dos produtos a serem detalhados, utilizando os seguintes critérios:

- Geradores de grandes volumes a serem transportados, sendo que este caso se aplica normalmente para produtos voltados para o comércio exterior;
- Utilizem intensivamente transporte ferroviário para sua movimentação;
- Tenham produção e/ou consumo em locais que possibilitem a utilização da malha ferroviária da Ferrogrão;
- Não façam parte de cadeia produtiva em que a produção e o consumo utilizem infraestrutura de transporte integrada e administrada por uma entidade ou grupo de entidades (como gás natural, petróleo, petroquímicos básicos, etc.);
- Gerados por projetos em implantação ou com grande probabilidade de implantação na área do estudo.

Para avaliar o critério sobre utilizar intensamente a ferrovia, foram analisados os dados disponibilizados pela ANTT em seu Anuário Estatístico para determinar os principais produtos movimentados em 2017 (ano-base das matrizes) na malha operada pela concessionária Rumo Malha Norte, que é a única ferrovia que passa pelo estado do Mato Grosso. A Figura 22 mostra a distribuição da participação das principais cargas.

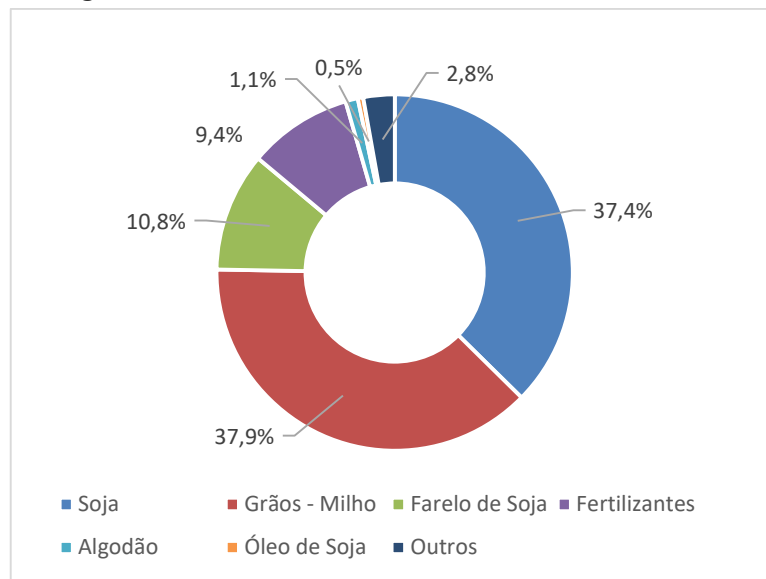
Figura 22 – Cargas Transportadas pela Rumo Malha Norte em 2017



Fonte: EDLP

Além das cargas já transportadas, foram analisados os volumes movimentados na pauta de comércio exterior com origem (exportação) ou destino ao estado do Mato Grosso (importação). A Figura 23 mostra a distribuição da participação de cargas movimentadas, segundo os dados estatísticos disponibilizados pela Secretaria de Comércio Exterior – SECEX.

Figura 23 – Cargas da Pauta de Comércio Exterior do Estado do Mato Grosso em 2017



Fonte: EDLP

Com base nestes dois levantamentos, foram então selecionados os produtos com maior representatividade: Milho, Soja, Farelo de Soja, Fertilizantes, Algodão, Óleo de Soja e Álcool.

Pelo fato de o estudo abranger a análise de álcool, decidiu-se incluir o açúcar e os combustíveis derivados de petróleo que fazem parte da cadeia do etanol e também são tradicionalmente transportados na ferrovia de maneira geral.

Julgou-se necessário considerar também a análise de produtos minerais, sobretudo o minério de ferro, principal carga transportada pelo modo ferroviário no país.

Assim, foram levantados onze possíveis produtos a serem considerados como relevantes:

- 1. Soja;
- 2. Milho;
- 3. Farelo de Soja;
- 4. Óleo de Soja;
- 5. Fertilizantes;
- 6. Derivados de Petróleo;
- 7. Açúcar;
- 8. Etanol;
- 9. Clínquer;
- 10. Minério de Ferro; e

- 11. Outros Minerais/Metais.

Feita uma análise desse conjunto de produtos, quatro deles não indicaram volumes de transporte expressivos e/ou têm fluxos muito pontuais/regionais: Clínquer, Minério de Ferro, Outros Minerais/Metais e Óleo de Soja:

- O Clínquer tem fluxos muito específicos e regionais. Atualmente, o Mato Grosso possui duas fábricas de cimento, localizadas em Nobres e Cuiabá. As fábricas são integradas, ou seja, o calcário é extraído de uma mina próxima à indústria para a produção do clínquer, que por sua vez, já é utilizado para a produção do cimento. Deste modo, a extração de calcário e a produção de clínquer no estado do Mato Grosso não geram transporte: o cimento produzido nessas fábricas é para consumo interno do próprio estado;
- Para o Minério de Ferro, de acordo com o Anuário Mineral (2010), elaborado pelo então Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, o estado do Mato Grosso tem uma produção pouco expressiva. Embora em 2010 tenha sido divulgada a descoberta de uma reserva de 11,5 bilhões de toneladas em Mirassol d’Oeste/MT, não há, no entanto, informações referentes à exploração desta mina nos anos subsequentes, o que seria um indicativo de que não há um interesse no momento de explorar esta reserva. Uma das causas poderia ser o baixo teor de ferro constatado: 41%, valor abaixo do encontrado em unidades produtivas tradicionais como Minas Gerais e Pará. Desde 2010, não foram noticiadas novas informações sobre a operação do projeto de extração, sendo que o Anuário Mineral 2018 divulgado pela Agência Nacional de Mineração – ANM, que substituiu o DNPM, não informa sobre reservas de minério de ferro no estado do Mato Grosso;
- Dentre Outros Minerais/Metais, destacam-se a areia, o cascalho e o calcário. Analisando os principais minerais, considerando aqueles já explorados e também os que possuem potencial de exploração segundo a reserva existente, a maioria é de produtos tradicionalmente voltados para o consumo regional;
- No caso do Óleo de Soja, apesar de fazer parte da cadeia produtiva da soja, este produto apresenta características diferenciadas em relação ao farelo de soja e à soja em grãos que não favoreceriam o uso do modo ferroviário. Dentre elas, destacam-se a produção focada no mercado interno em detrimento do mercado externo (segundo

dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais – ABIOVE, menos de 25% da produção total é exportada) e também a baixa utilização histórica do modo ferroviário, com menos de 100 mil toneladas movimentadas por ano, segundo dados divulgados pela ANTT em seu Anuário Estatístico.

Assim, dessa análise, resultaram sete produtos relevantes para o transporte ferroviário na Ferrogrão, listados a seguir:

- 1. Soja;
- 2. Milho;
- 3. Farelo de Soja;
- 4. Fertilizantes;
- 5. Açúcar;
- 6. Etanol;
- 7. Derivados de Petróleo.

Foram realizados levantamentos a respeito dos dados de produção, consumo, importação e exportação, junto aos órgãos oficiais, associações, concessionárias e demais entidades públicas e privadas que dispõem de dados de fluxos para os produtos considerados na análise. Entre as fontes consultadas, podem ser citados:

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística);
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento);
- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis);
- UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar);
- SECEX (Secretaria de Comércio Exterior);
- ABIMILHO (Associação Brasileira das Indústrias do Milho);
- ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais);
- IMEA (Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária).

Além disso, para os produtos agrícolas, foram levantados os dados de sazonalidade. Foram levantadas informações de movimentações mensais de cada produto na SECEX, calculando-se a média ponderada no período.

Para o cálculo da sazonalidade média de grãos, foi considerado o volume total movimentado de soja, milho e farelo na Ferrogrão, de acordo com o resultado do modelo para o ano de 2030. Estes volumes foram distribuídos mês a mês, conforme a sazonalidade média de cada produto apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Sazonalidade Mensal Média - Produtos Agrícolas

Produto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Grãos	6%	5%	8%	9%	10%	8%	9%	11%	10%	9%	8%	8%
Soja	1%	3%	12%	16%	18%	15%	12%	9%	6%	3%	2%	2%
Farelo de Soja	7%	5%	8%	9%	11%	11%	10%	9%	9%	8%	7%	6%
Milho	11%	7%	4%	2%	1%	1%	5%	12%	15%	15%	14%	14%
Fertilizantes	6%	5%	6%	8%	8%	9%	10%	11%	11%	10%	9%	7%
Etanol	7%	5%	4%	4%	6%	9%	13%	12%	11%	12%	8%	9%
Açúcar	7%	6%	6%	5%	7%	8%	10%	11%	10%	11%	10%	9%

Fonte: EDLP

Para a gasolina e o diesel, foram utilizados os dados históricos de vendas mensais de cada produto divulgados pela ANP⁴, enquanto que os derivados escuros teriam um comportamento constante ao longo do ano, ou seja, cada mês corresponderia a 1/12 do total conforme apresentado na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 – Sazonalidade Mensal Média Demais Produtos

Produto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Gasolina	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	9%
Diesel	7%	7%	8%	8%	8%	8%	9%	9%	9%	9%	9%	8%
Derivados escuros	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%

Fonte: EDLP

Para o processo de atualização do estudo de demanda, foram elencados os principais produtos que geraram demanda na Ferrogrão no estudo original. Dessa análise, conclui-se que o grupo dos grãos (soja, milho e farelo) representou os produtos mais relevantes para a ferrovia, respondendo por quase 90% do total transportado na Ferrogrão. Sendo assim, os vetores do ano-base destes produtos foram atualizados com os dados de 2017 e, por consequência, foram atualizados os vetores projetados para os anos-horizonte.

⁴ http://www.anp.gov.br/images/DADOS_ESTATISTICOS/Vendas_de_Combustiveis/Vendas_de_Combustiveis_m3.xls

Para os demais produtos (fertilizantes, etanol, açúcar e derivados), foram adotadas premissas para atualizar o carregamento na Ferrogrão de maneira exógena ao modelo de simulação.

Ressalta-se que o transporte de passageiros não foi considerado, pois além de não fazer parte do escopo do Edital de Chamamento Público nº 11/2014 do Ministério dos Transportes, que deu origem aos presentes estudos, entende-se que este serviço pode ser melhor atendido pela rodovia BR-163, paralela ao traçado da Ferrogrão, com linhas de ônibus de maior capilaridade, atendendo diferentes aglomerados urbanos (ao contrário da Ferrogrão) e com menores tempos de viagem.

No entanto, caso haja interesse, inclusive por parte de outros operadores, a movimentação de passageiros não será vedada. Assim, durante a vigência do contrato de concessão, poderá ser realizado o serviço de transporte de passageiros não associado à exploração da infraestrutura.

6.2. Balanço Oferta/Demanda dos Produtos Relevantes

A análise do Balanço Oferta/Demanda dos produtos relevantes permite o entendimento dos fluxos de cada um dos produtos, considerando suas respectivas cadeias produtivas, identificação de sua localização, volumes de produção e de comércio exterior, para o ano-base.

A caracterização dos polos de produção é feita por meio de análises setoriais e do processo produtivo, identificando os insumos necessários para a produção e os coeficientes técnicos especificando a quantidade necessária de insumo para cada tonelada produzida.

Para a identificação dos principais fluxos das cadeias produtivas dos produtos, foi necessário reagrupar alguns deles de modo a ser possível a caracterização dos seus estágios de produção.

Esta caracterização foi elaborada com base em consultas a fontes oficiais de informações, associações, estudos setoriais e entrevistas com agentes relevantes.

A Tabela 6 resume as fontes consultadas por produto, bem como as principais informações utilizadas de cada uma.

Tabela 6 – Lista de Fontes

Produto	Fonte	Informações utilizadas
Soja	ABIOVE	Histórico de produção e consumo nacional e capacidade de esmagamento estadual
	CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento)	Histórico de produção estadual
	IBGE (Produção Agrícola Municipal)	Histórico de produção municipal
	Secex	Histórico de exportação e importação
	IMEA	Projeção de produção para o estado do Mato Grosso
	MAPA	Projeção de produção nacional e estadual (exceto Mato Grosso) e consumo nacional
Farelo de Soja	ABIOVE	Histórico de produção e consumo nacional e capacidade de esmagamento estadual
	Secex	Histórico de exportação e importação
	IBGE (Pesquisa da Pecuária Municipal)	Histórico de rebanhos a nível municipal
	MAPA	Projeção do consumo nacional de soja e milho
Milho	ABIMILHO	Histórico de consumo nacional por setor (animal, industrial e humano)
	CONAB	Histórico de produção estadual
	Secex	Histórico de exportação e importação
	IBGE (Produção Agrícola Municipal)	Histórico de produção municipal
	IBGE (Pesquisa da Pecuária Municipal)	Histórico de rebanhos a nível municipal
	IMEA	Projeção de produção para o estado do Mato Grosso
	MAPA	Projeção de produção nacional e estadual (exceto Mato Grosso) e consumo nacional
Açúcar	UNICA	Histórico de produção regional e capacidades de produção por usina
	CONAB	Histórico de produção estadual
	Secex	Histórico de exportação e importação
	MAPA	Projeção da produção e consumo nacional
Etanol	UNICA	Histórico de produção regional e capacidades de produção por usina
	CONAB	Histórico de produção estadual
	EPE (Empresa de Pesquisa Energética)	Projeção de produção e consumo nacional
	ANP	Capacidade das plantas de etanol
	Secex	Histórico de exportação e importação
Fertilizantes	ANDA (Agência Nacional para Difusão de Adubos)	Histórico de produção e consumo nacional e estadual
	IBGE	Histórico de área plantada municipal por tipo de cultura
	Secex	Histórico de exportação e importação
Derivados de Petróleo	ANP	Histórico de produção e consumo municipal
	EPE	Projeção de produção e consumo nacional
	Petrobras	Projeção de produção e projetos de novas refinarias
	Secex	Histórico de exportação e importação

Fonte: EDLP

A metodologia adotada para o estudo é baseada em uma análise individual de cada produto, de forma a considerar as características específicas de cada carga.

No entanto, muitos produtos possuem fontes em comum como o caso dos grãos, cujas análises tomam como referência dados divulgados pelo IBGE, pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB e pelo MAPA. Além disso, para todos os produtos, os dados de exportação e de importação foram obtidos da SECEX.

Portanto, embora os produtos sejam analisados individualmente, existe uma convergência nas fontes adotadas.

Tomando como base os grãos agrícolas, a oferta desse tipo de produto é dada por:

- **Oferta = P – S + I + R**
 - (P) Produção por estado / zona
 - (S) Sementes e perdas (somente para produtos agrícolas)
 - (I) Importação do produto por estado
 - (R) Recebimento de outros estados (comércio inter-estadual)
- **Demanda = C + X + E**
 - (C) Consumo por estado / zona
 - (X) Exportação por estado
 - (E) Enviado para outros estados (comércio inter-estadual)
- **Oferta = Demanda (por estado e zona de transporte)**

Os mapas com a localização da produção e consumo são apresentados no próximo item, para cada produto estudado.

6.3. Caracterização dos Produtos Relevantes

Conforme especificado no capítulo que descreve a metodologia, a geração de demanda corresponde à fase de localização da produção e consumo dos produtos relevantes.

6.3.1. Soja em Grão

A soja, além de ser a principal oleaginosa cultivada no mundo, faz parte do conjunto de atividades agrícolas com maior destaque no mercado mundial. Cerca de 70% da produção mundial concentra-se em apenas dois países: EUA (Estados Unidos da América) e Brasil.

Segundo dados da CONAB, o Mato Grosso lidera a produção nacional de soja, com boas perspectivas de consolidar-se nessa posição. Atualmente, o estado representa cerca de 9% da produção mundial e 27% da produção nacional da oleaginosa. Dentro do estado, a principal região produtora é o norte do estado, onde se encontram municípios como Sorriso, Sinop, Lucas do Rio

Verde, Nova Mutum, entre outros. A crescente conversão de área de pastagem em agricultura nas regiões nordeste, norte e noroeste do estado vem proporcionando novos ganhos produtivos em Mato Grosso também nestas regiões.

Soja e milho são as culturas de maior representatividade na produção nacional de grãos. Na safra 2016/2017, o volume produzido nessas duas lavouras teve uma participação de mais de 90% no total de grãos produzidos no país, segundo o documento “Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos” publicado pela CONAB. A preferência pelo cultivo da soja e do milho pode ser explicada pelas características favoráveis, pela alta rentabilidade e pela crescente demanda interna e externa por esses grãos.

Para o estudo da soja, foram primeiramente consultados os dados disponibilizados pela ABIOVE no documento “Estatística Mensal do Complexo Soja”, que apresenta dados a nível nacional de consumo, produção, exportação e importação.

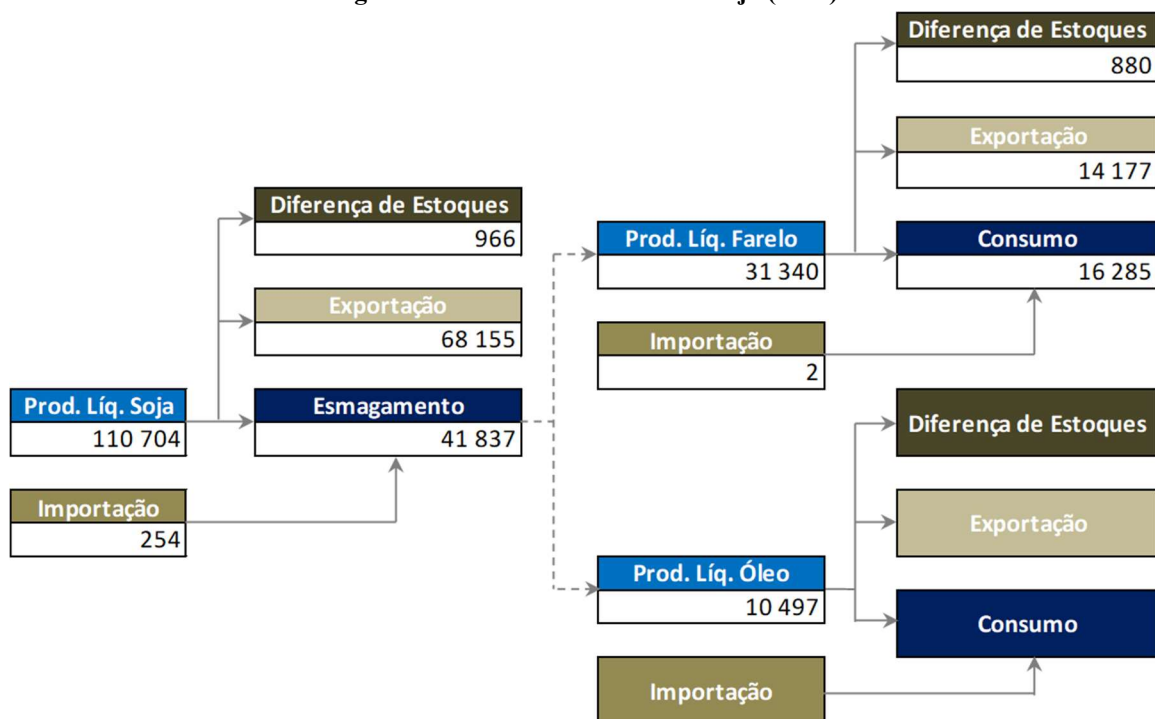
Para realizar o processo de regionalização da produção, foram utilizados também os dados de produção divulgados pela CONAB e pelo IBGE. O primeiro fornece dados de produção no nível estadual enquanto o segundo é mais detalhado, indicando a produção segundo município.

Para o consumo, foram utilizados novamente os dados divulgados pela ABIOVE de processamento de soja a nível nacional. Para distribuir o consumo entre os municípios, foi feito o levantamento da localização e da capacidade das esmagadoras e suas respectivas capacidades.

Por fim, para o levantamento dos dados de comércio exterior, foram utilizados os dados da SECEX, fonte que agrega dados de exportação e importação de todos os produtos, não apenas a soja.

A cadeia produtiva da Soja está ilustrada na Figura 24 a seguir, apresentando os volumes obtidos das fontes citadas supracitadas.

Figura 24 – Cadeia Produtiva da Soja (2017)



Fonte: EDLP

Em 2017, cerca de 62% da produção de soja destinou-se à exportação. O restante destinou-se à moagem, resultando no farelo de soja, utilizado principalmente como ração animal, e no óleo de soja, destinado ao consumo humano e à produção de biodiesel.

As regiões Centro-Oeste e Sul concentraram a maior parte da produção de soja, alcançando aproximadamente 87% do total nacional. Mato Grosso foi o maior dos produtores, com cerca de 27% da produção.

O esmagamento de soja também se concentrou nas regiões Sul e Centro-Oeste, com 79% do volume, sendo que os maiores consumidores foram os estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso, que consumiram, nesta ordem, perto de 23%, 15% e 22%.

O estado do Mato Grosso foi o maior exportador, com um volume de 18 milhões de toneladas, 27% da exportação nacional.

Os vetores de produção e consumo para o ano-base são apresentados na Tabela 7 a seguir.

Tais vetores representam o resultado obtido na simulação após a calibração do modelo de demanda, os quais apresentaram boa aderência frente aos dados originais de produção supracitados (Figura 24).

Tabela 7 – Produção e Consumo – Soja (2017)

Soja (mil toneladas) 2017	Produção	Consumo
Região Norte	5.259	835
Região Nordeste	9.296	2.958
Centro-Oeste	47.956	16.389
Mato Grosso	29.148	9.301
Norte Mato-Grossense	17.140	2.334
Nordeste Mato-Grossense	6.770	0
Sudoeste Mato-Grossense	528	0
Centro-Sul Mato-Grossense	457	724
Sudeste Mato-Grossense	4.252	6.243
Mato Grosso do Sul	8.221	1.600
Goiás	10.323	5.488
Distrito Federal	264	0
Região Sudeste	8.242	5.151
Região Sul	38.973	16.555
Total	109.724	41.888

	Importação	Exportação
EXTERIOR	264	68.100

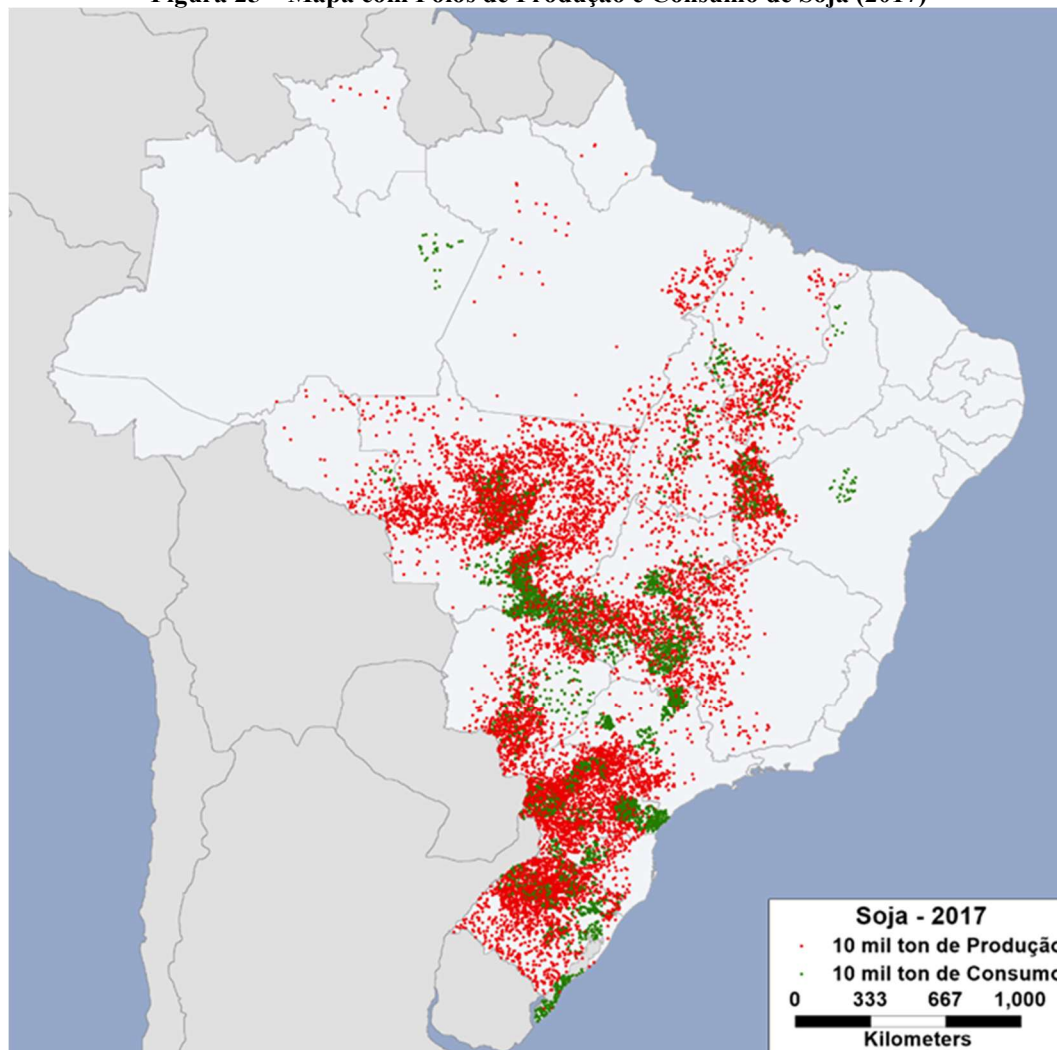
*M T – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

Norte Matogrossense:	Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop
Nordeste Matogrossense:	Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia
Sudoeste Matogrossense:	Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra
Sudeste Matogrossense:	Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro
Centro-Sul Matogrossense:	Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

O mapa apresentado na **Figura 25** ilustra os polos de produção e consumo da soja para o ano de 2017. Os pontos vermelhos representam produções equivalentes a 10 mil toneladas/ano. Assim, quando não há nenhum ponto vermelho pode-se concluir que as produções são inferiores a este limite; por outro lado, áreas produtoras apresentam grande densidade de pontos vermelhos. O mesmo vale para o consumo, com os pontos verdes representando níveis equivalentes a 10 mil toneladas/ano.

Figura 25 – Mapa com Polos de Produção e Consumo de Soja (2017)



Fonte: EDLP

6.3.2. Farelo de Soja

As regiões Sul e Centro-Oeste produziram juntas cerca de 79% do total de farelo de soja do Brasil. O estado do Paraná foi o maior produtor, com quase 23%, seguido do Rio Grande do Sul e Mato Grosso, com 14% e 22%, respectivamente.

Já o consumo de farelo de soja se concentrou na região Sul, onde estão os maiores plantéis de aves.

A exportação de farelo de soja em 2017 representou aproximadamente 47% da produção nacional, sendo o Paraná responsável por cerca de 37% do volume exportado.

A Tabela 8 apresenta os vetores de produção e consumo para o ano-base, os quais são posteriormente ilustrados na Figura 26.

Tabela 8 – Produção e Consumo – Farelo de Soja (2017)

Farelo de Soja (mil toneladas) 2017	Produção	Consumo
Região Norte	607	925
Região Nordeste	2.151	2.087
Centro-Oeste	11.918	2.418
Mato Grosso	6.764	881
Norte Mato-Grossense	1.697	532
Nordeste Mato-Grossense	0	70
Sudoeste Mato-Grossense	0	82
Centro-Sul Mato-Grossense	527	57
Sudeste Mato-Grossense	4.540	140
Mato Grosso do Sul	1.164	468
Goiás	3.990	967
Distrito Federal	0	103
Região Sudeste	3.747	3.979
Região Sul	12.033	6.872
Total	30.456	16.280

	Importação	Exportação
EXTERIOR	2	14.177

*MT – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

Norte Matogrossense:

Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop

Nordeste Matogrossense:

Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia

Sudoeste Matogrossense:

Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra

Sudeste Matogrossense:

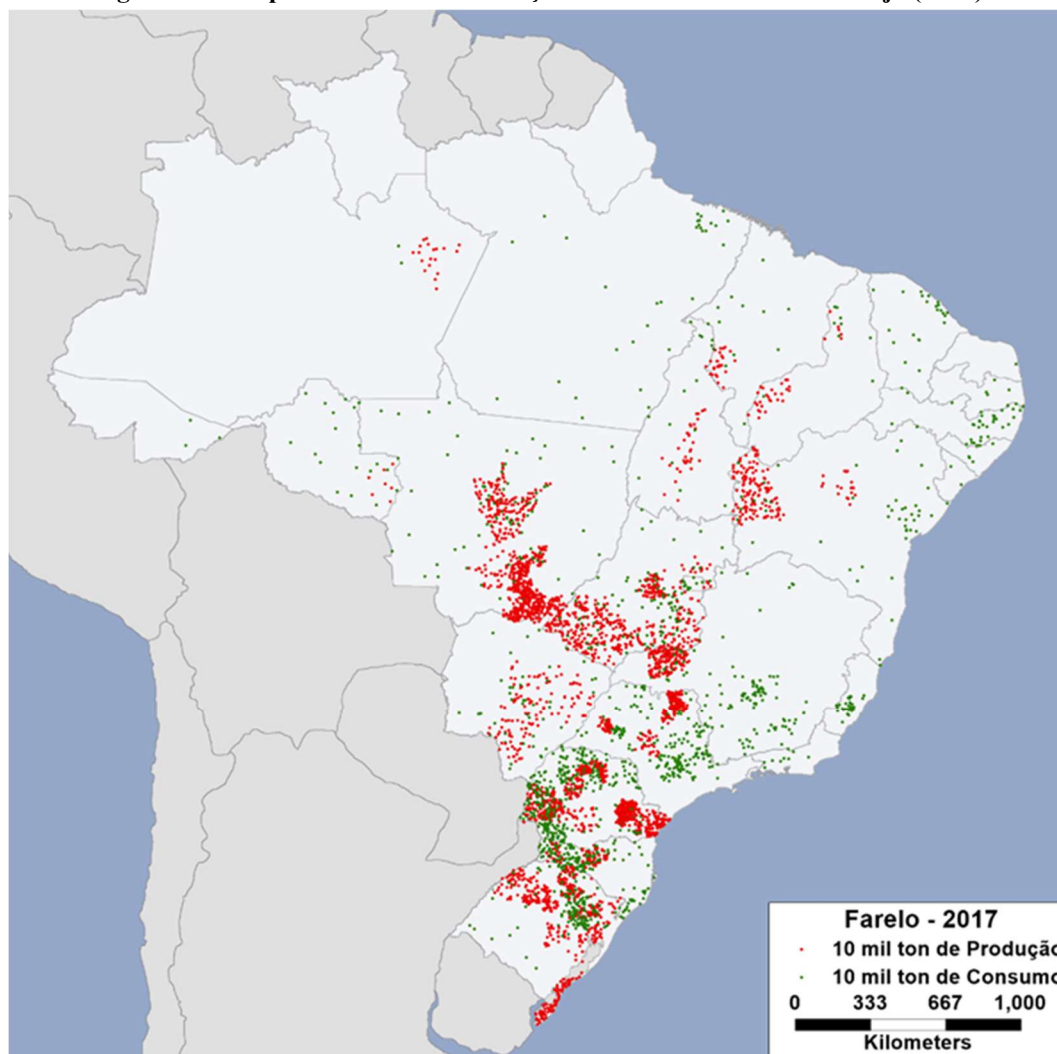
Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro

Centro-Sul Matogrossense:

Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

Figura 26 – Mapa com Polos de Produção e Consumo de Farelo de Soja (2017)



Fonte: EDLP

6.3.3. Milho

O milho é produzido praticamente em todo o país, ocorrendo convivência de culturas de alta produtividade com as de subsistência. Geralmente, as culturas de maior produtividade são desenvolvidas por plantadores de soja que efetuam rotação de culturas em suas áreas agrícolas, o que indica que a expansão da área plantada de soja tende a gerar uma expansão da área para cultivo do milho.

Atualmente, o milho se consolida como a segunda cultura mais importante para a agricultura brasileira.

Para o levantamento dos dados de produção do milho, foram utilizados os dados históricos da CONAB, que fornece o detalhamento a nível estadual. Para a regionalização da

produção, são utilizados os dados do IBGE, que indica o total de produção por cidade. Com base nesses valores, é feita a distribuição do total estadual entre os municípios.

Já com relação à demanda interna, sua distribuição foi feita de acordo com o tipo de consumo: o milho para alimentação humana foi distribuído proporcionalmente à população de cada zona, o consumo industrial foi distribuído proporcionalmente ao PIB (Produto Interno Bruto) total regional e o milho destinado à fabricação de ração animal foi dividido de acordo com tamanho do rebanho de cada município (segundo dados fornecidos pelo IBGE).

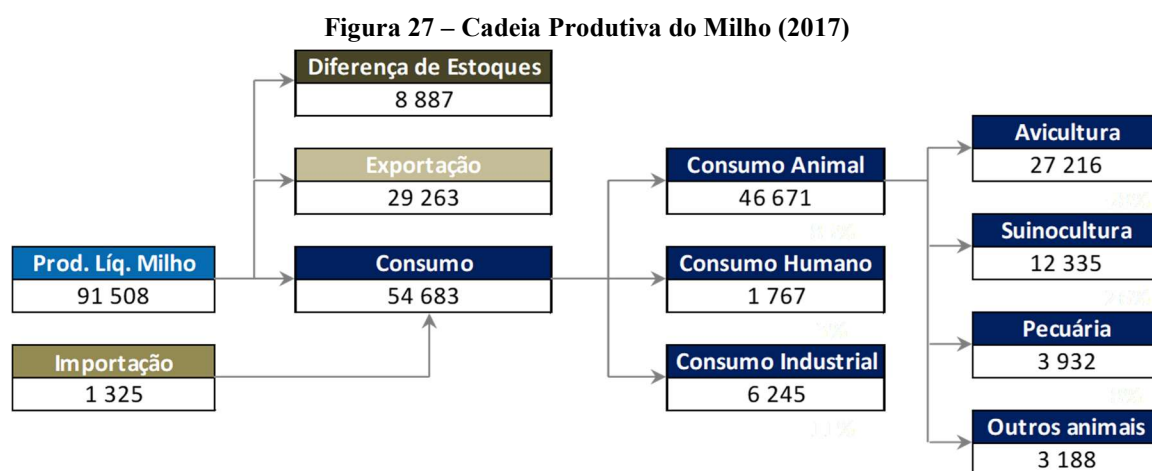
Por fim, para o comércio exterior, foram novamente utilizados os dados disponibilizados pela SECEX.

A produção de milho apresentou maior concentração nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo o maior produtor o estado do Mato Grosso, com cerca de 30% do total nacional, seguido pelo Paraná, com 18%.

A região Sul foi responsável por, aproximadamente, 40% do consumo de milho no país, sendo que o estado do Paraná foi o maior consumidor, com cerca de 18% do total nacional.

A exportação de milho esteve em torno de 35% da produção nacional. O Mato Grosso, maior produtor, foi também o maior exportador, com uma participação aproximada de 62% da exportação do Brasil.

A cadeia produtiva do milho está ilustrada na Figura 27, apresentando os volumes obtidos das fontes supracitadas.



Fonte: EDLP

Os vetores de produção e consumo para o ano-base são apresentados na Tabela 9 a seguir. Tais vetores representam o resultado obtido na simulação após a calibração do modelo de demanda, os quais apresentaram boa aderência frente aos dados originais de produção supracitados (Figura 27).

Tabela 9 – Produção e Consumo – Milho (2017)

Milho (mil toneladas) 2017	Produção	Consumo
Região Norte	2.276	3.164
Região Nordeste	5.578	7.727
Centro-Oeste	41.241	7.644
Mato Grosso	24.366	2.753
Norte Mato-Grossense	17.476	1.744
Nordeste Mato-Grossense	3.188	214
Sudoeste Mato-Grossense	462	216
Centro-Sul Mato-Grossense	275	204
Sudeste Mato-Grossense	2.965	375
Mato Grosso do Sul	8.331	1.547
Goiás	8.129	2.821
Distrito Federal	415	523
Região Sudeste	10.476	14.186
Região Sul	22.914	21.837
Total	82.484	54.558

	Importação	Exportação
EXTERIOR	1.341	29.266

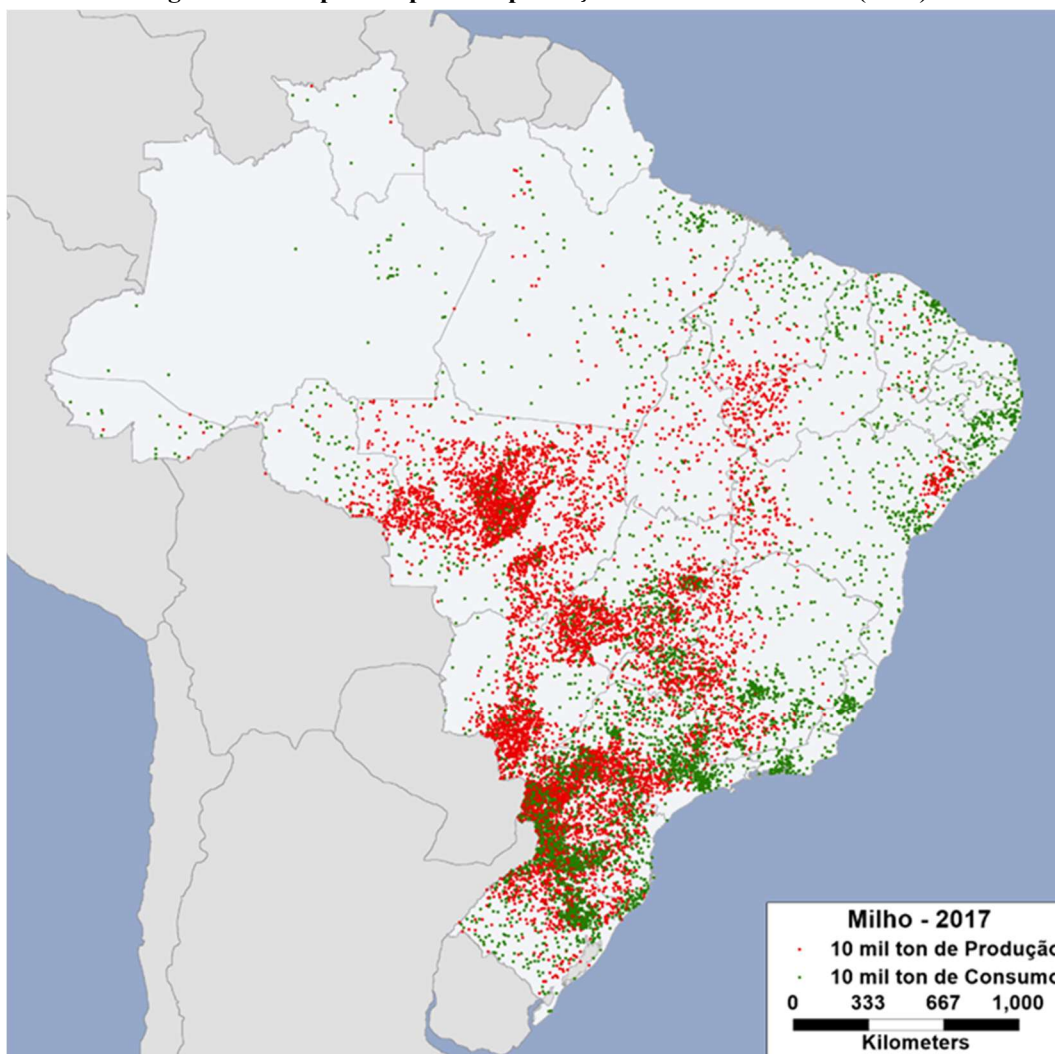
*MT – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

Norte Matogrossense:	Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop
Nordeste Matogrossense:	Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia
Sudoeste Matogrossense:	Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra
Sudeste Matogrossense:	Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro
Centro-Sul Matogrossense:	Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

O mapa apresentado na Figura 28 ilustra os pontos de produção e consumo do Milho para o ano de 2017. Os pontos vermelhos representam produções equivalentes a 10 mil toneladas/ano, enquanto os verdes, níveis de consumo equivalentes a 10 mil toneladas/ano.

Figura 28 – Mapa com polos de produção e consumo de Milho (2017)



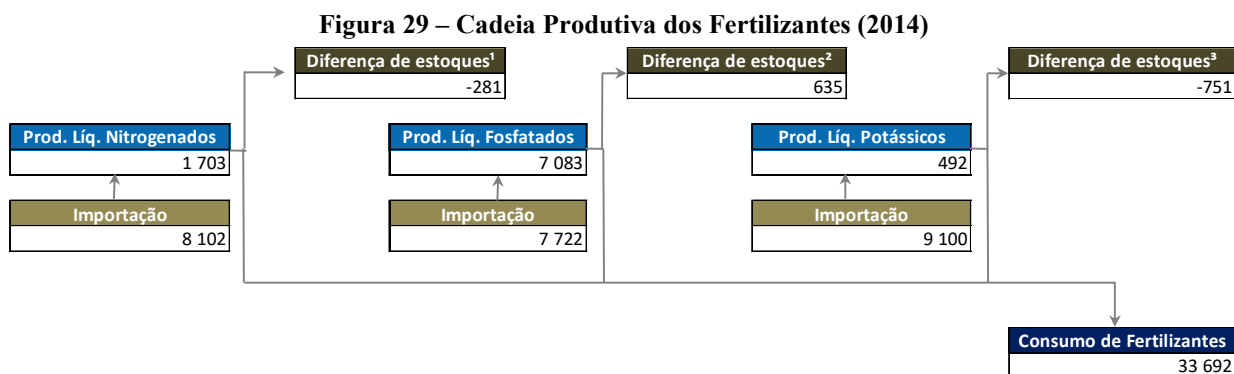
Fonte: EDLP

6.3.4. Fertilizantes

O Sudeste concentra pouco mais da metade do total produzido no país, seguido pelo Nordeste, com uma contribuição da ordem de 25%. No entanto, as importações representaram a maior fonte de fertilizantes, sendo que 73% dos produtos ofertados tiveram como origem outros países.

Já em termos de consumo, a principal região é o Centro-Oeste, com quase um terço de toda a demanda interna, o que é explicado pelo total de área plantada. Só o estado do Mato Grosso demandou 19% do total consumido no ano.

A cadeia produtiva dos fertilizantes está ilustrada na Figura 29, apresentando os volumes obtidos das fontes supracitadas.⁵



Diferença de es	1	2	3
Estoque inicial	1 501	2 159	939
Estoque final	1 782	1 524	1 690

Fonte: EDLP

Os vetores de produção e consumo de fertilizantes para o ano-base são apresentados na Tabela 10 a seguir. Tais vetores representam o resultado obtido na simulação após a calibração do modelo de demanda, os quais apresentaram boa aderência frente aos dados originais de produção supracitados (Figura 29).

⁵ Os critérios de atualização do volume captado de produtos relevantes estão descritos no item 6.5.

Tabela 10 – Produção e Consumo – Fertilizantes (2014)

Fertilizantes (mil toneladas) 2014	Produção	Consumo
Região Norte	309	1 021
Região Nordeste	2 103	3 638
Centro-Oeste	703	11 348
Mato Grosso	0	6 317
Norte Mato-Grossense	0	3 751
Nordeste Mato-Grossense	0	1 506
Centro-Sul Mato-Grossense	0	104
Sudoeste Mato-Grossense	0	148
Sudeste Mato-Grossense	0	809
Mato Grosso do Sul	0	1 773
Goiás	703	3 258
Distrito Federal	0	0
Região Sudeste	4 708	8 702
Região Sul	1 340	9 319
Total	9 163	34 029
	Importação	Exportação
EXTERIOR	24 866	0

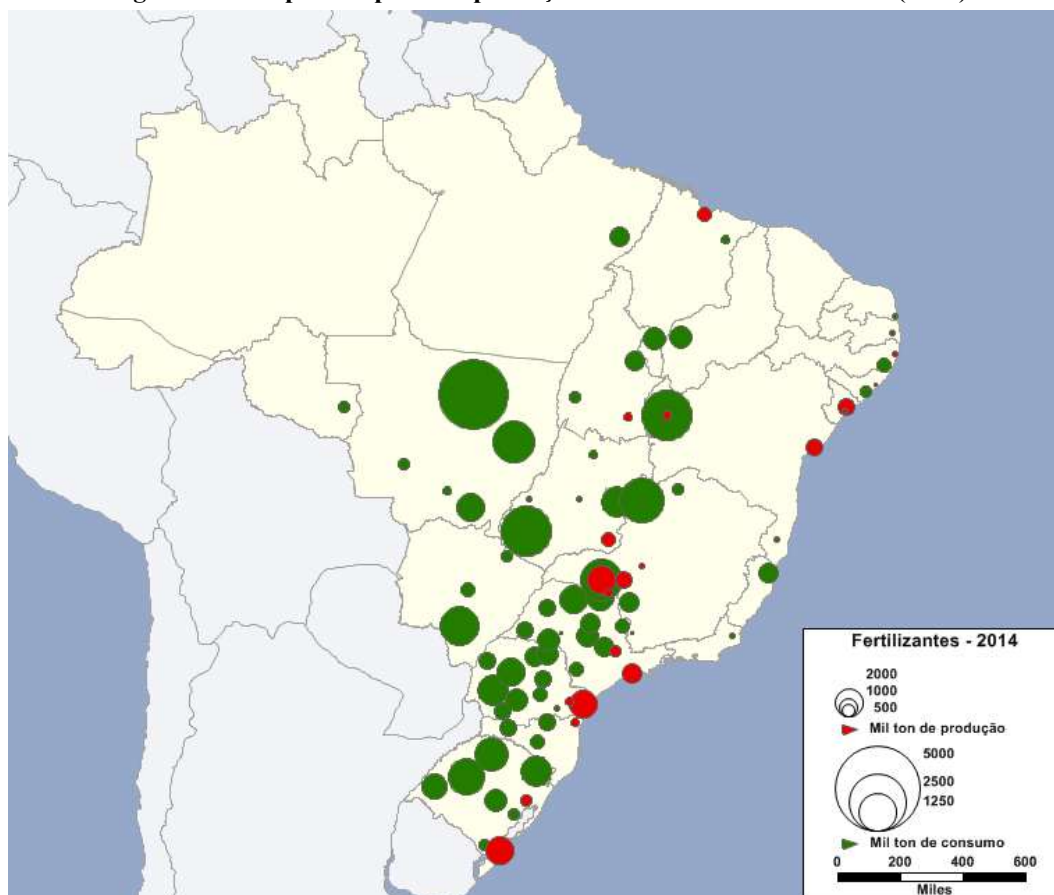
*MT – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

Norte Matogrossense: Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop
 Nordeste Matogrossense: Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia
 Sudoeste Matogrossense: Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra
 Sudeste Matogrossense: Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro
 Centro-Sul Matogrossense: Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

O mapa apresentado na Figura 30 ilustra os pontos de produção e consumo de fertilizantes para o ano de 2014. Os círculos vermelhos representam produções, enquanto os verdes representam níveis de consumo.

Figura 30 – Mapa com polos de produção e consumo de Fertilizantes (2014)



Fonte: EDLP

6.3.5. Derivados de Petróleo

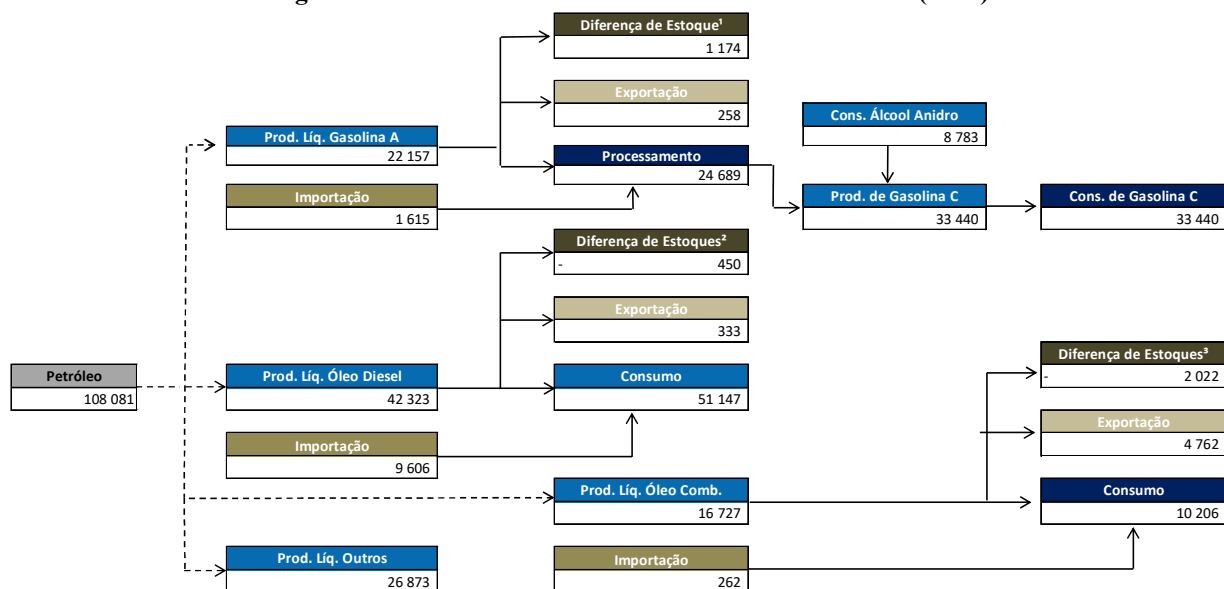
A região Sudeste concentrou pouco mais da metade da produção nacional, com a parcela de 55%, sendo São Paulo o maior estado produtor, com uma contribuição de 34%. O Sul e o Nordeste complementam quase que a totalidade da produção, com 20% cada. O estado do Mato Grosso não possui unidades produtivas.

O Centro-Sul e o Nordeste também são as principais regiões de consumo, sendo que o Sudeste está na frente, com 43% da demanda total.

Quase 10% da demanda foi atendida por meio das importações, sobretudo de óleo diesel.

A Figura 31 ilustra a cadeia produtiva dos derivados de petróleo, apresentando os volumes obtidos das fontes supracitadas.

Figura 31 – Cadeia Produtiva dos Derivados de Petróleo (2014)⁶



Diferença d	1	2	3
Estoque ini	1 174	0	0
Estoque fin	0	450	2 022

1 litro gasolina A = 0,742 kg
1 litro gasolina C = 0,751 kg
1 litro de diesel = 0,852 kg
1 litro de óleo combustível = 1,013 kg
1 litro GLP = 0,54 kg

Fonte: ANP

Fonte: EDLP

Os vetores de produção e consumo de derivados de petróleo para o ano-base são apresentados na Tabela 11 a seguir. Tais vetores representam o resultado obtido na simulação após a calibração do modelo de demanda, os quais apresentaram boa aderência frente aos dados originais de produção supracitados (Figura 31).

⁶ Os critérios de atualização do volume captado de produtos relevantes estão descritos no item 6.5.

Tabela 11 – Produção e Consumo – Derivados de Petróleo (2014)

Derivados (mil toneladas) 2014	Produção	Consumo
Região Norte	3 485	10 215
Região Nordeste	22 222	24 831
Centro-Oeste	2 947	12 336
Mato Grosso	521	3 193
Norte Mato-Grossense	91	1 031
Nordeste Mato-Grossense	46	248
Centro-Sul Mato-Grossense	337	1 092
Sudoeste Mato-Grossense	0	219
Sudeste Mato-Grossense	47	604
Mato Grosso do Sul	410	2 120
Goiás	910	4 942
Distrito Federal	1 105	2 080
Região Sudeste	63 902	51 557
Região Sul	23 156	22 961
Total	115 712	121 900

	Importação	Exportação
EXTERIOR	11 540	5 352

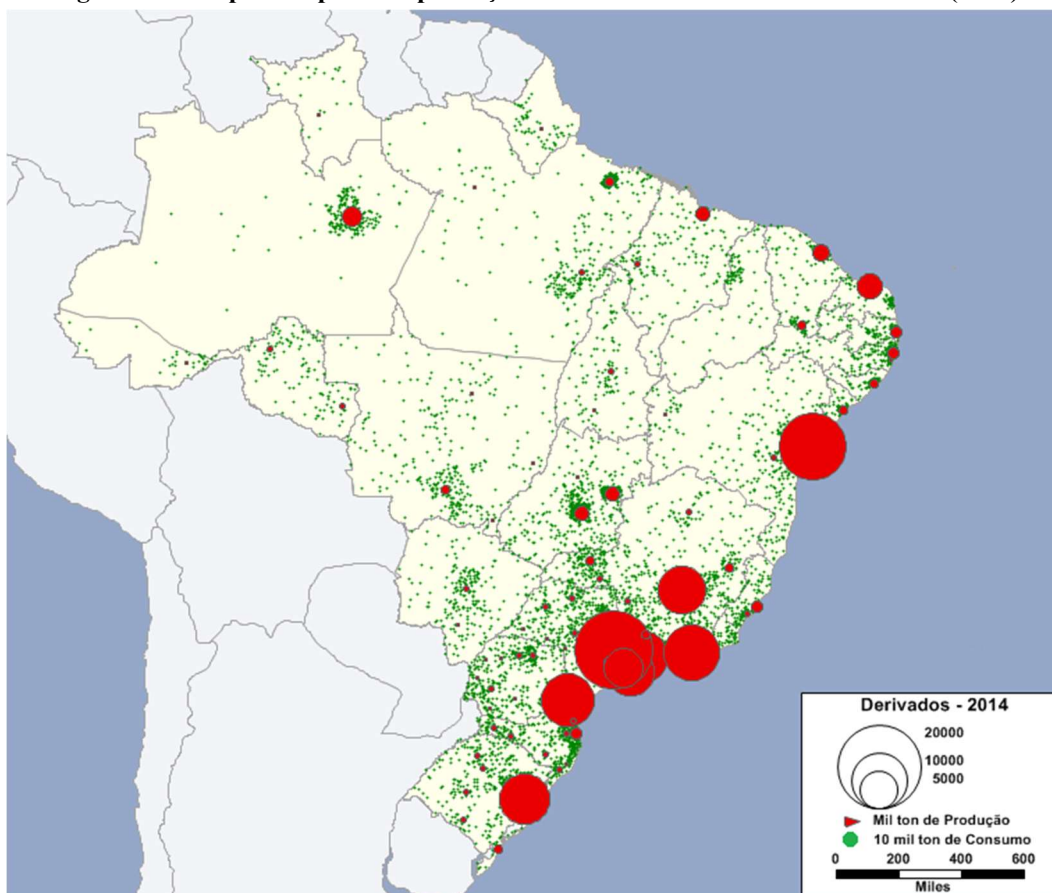
*MT – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

Norte Matogrossense: Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop
 Nordeste Matogrossense: Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia
 Sudoeste Matogrossense: Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra
 Sudeste Matogrossense: Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro
 Centro-Sul Matogrossense: Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

O mapa apresentado na Figura 32 ilustra os pontos de produção e consumo de derivados de petróleo para o ano de 2014. Os círculos vermelhos representam produções, enquanto os pontos verdes representam níveis de consumo.

Figura 32 – Mapa com polos de produção e consumo de Derivados de Petróleo (2014)



Fonte: EDLP

6.3.6. Etanol

O Sudeste contribui com quase 60% da produção total de etanol, sendo que só o estado de São Paulo produz 49% do total nacional. O Centro-Oeste vem em seguida, com uma contribuição de 27%, sendo que o estado do Mato Grosso produz apenas 4% do total.

O consumo está concentrado novamente no Sudeste, com aproximadamente 52% do total, resultado da demanda pela frota veicular. Com exceção do Norte, as demais regiões apresentam uma demanda média da ordem de 15% cada, totalizando 97% da demanda total.

Os volumes de etanol, tanto em termos de importação quanto de exportação, são pouco relevantes, ressaltando-se que São Paulo contribui com pouco mais da metade das exportações. A Tabela 12 apresenta estes valores. Tais valores representam o resultado obtido na simulação após a calibração do modelo de demanda.

Tabela 12 – Produção e Consumo – Etanol (2014)⁷

Etanol (mil toneladas) 2014	Produção	Consumo
Região Norte	185	1 001
Região Nordeste	1 518	3 369
Centro-Oeste	6 212	2 365
Mato Grosso	922	288
Norte Mato-Grossense	280	81
Nordeste Mato-Grossense	0	18
Centro-Sul Mato-Grossense	2	31
Sudoeste Mato-Grossense	364	72
Sudeste Mato-Grossense	275	87
Mato Grosso do Sul	1 945	509
Goiás	3 346	1 042
Distrito Federal	0	525
Região Sudeste	13 719	11 460
Região Sul	1 298	3 975
Total	22 933	22 171

	Importação	Exportação
EXTERIOR	334	1 096

*MT – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

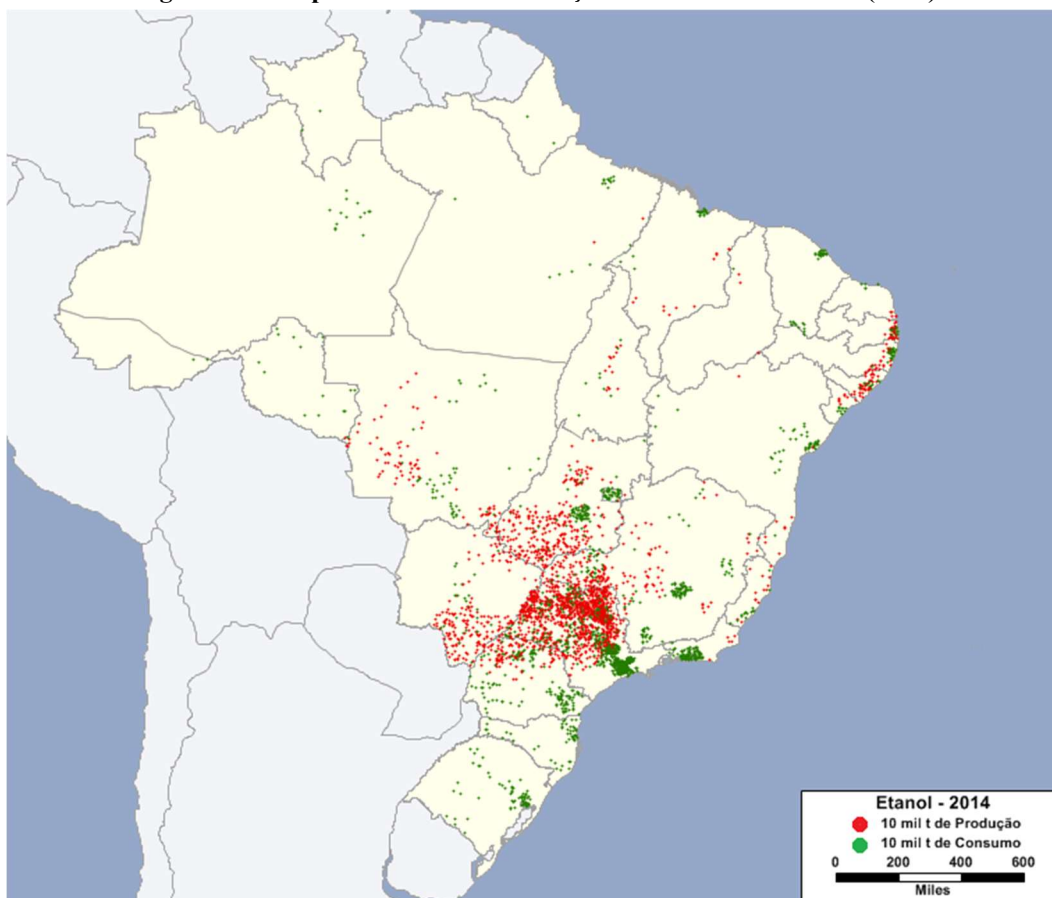
Norte Matogrossense: Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop
 Nordeste Matogrossense: Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia
 Sudoeste Matogrossense: Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra
 Sudeste Matogrossense: Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro
 Centro-Sul Matogrossense: Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

O mapa apresentado na Figura 33 ilustra os pontos de produção e consumo de etanol para o ano de 2014. Os pontos vermelhos representam produções, enquanto os verdes representam níveis de consumo.

⁷ Os critérios de atualização do volume captado de produtos relevantes estão descritos no item 6.5.

Figura 33 – Mapa com Polos de Produção e Consumo de Etanol (2014)



Fonte: EDLP

6.3.7. Açúcar

Assim como no etanol, a produção de açúcar está concentrada no Sudeste (71%), sendo São Paulo o principal estado produtor, com 65% da produção nacional. As demais regiões, com exceção do Norte, têm participação da ordem de 10% cada.

O consumo de açúcar é maior nas regiões mais populosas, que são o Sudeste (43% da demanda nacional) e o Nordeste (27%).

No entanto, a maior parte da produção, 66%, é destinada à exportação, sendo São Paulo a principal origem das vendas externas, com uma contribuição de 65%. Já as importações são irrelevantes.

A Tabela 13 apresenta os vetores de produção e consumo para o ano-base, 2014. Tais valores representam o resultado obtido na simulação após a calibração do modelo de demanda.

Tabela 13 – Produção e Consumo – Açúcar (2014)⁸

Açúcar (mil toneladas) 2014	Produção	Consumo
Região Norte	49	1 023
Região Nordeste	3 622	3 441
Centro-Oeste	3 870	931
Mato Grosso	417	198
Norte Mato-Grossense	32	61
Nordeste Mato-Grossense	0	18
Centro-Sul Mato-Grossense	0	67
Sudoeste Mato-Grossense	228	22
Sudeste Mato-Grossense	157	30
Mato Grosso do Sul	1 378	167
Goiás	2 075	401
Distrito Federal	0	166
Região Sudeste	26 106	5 357
Região Sul	3 014	1 785
Total	36 661	12 536

	Importação	Exportação
EXTERIOR	0	24 125

*MT – Mesorregiões e respectivas microrregiões:

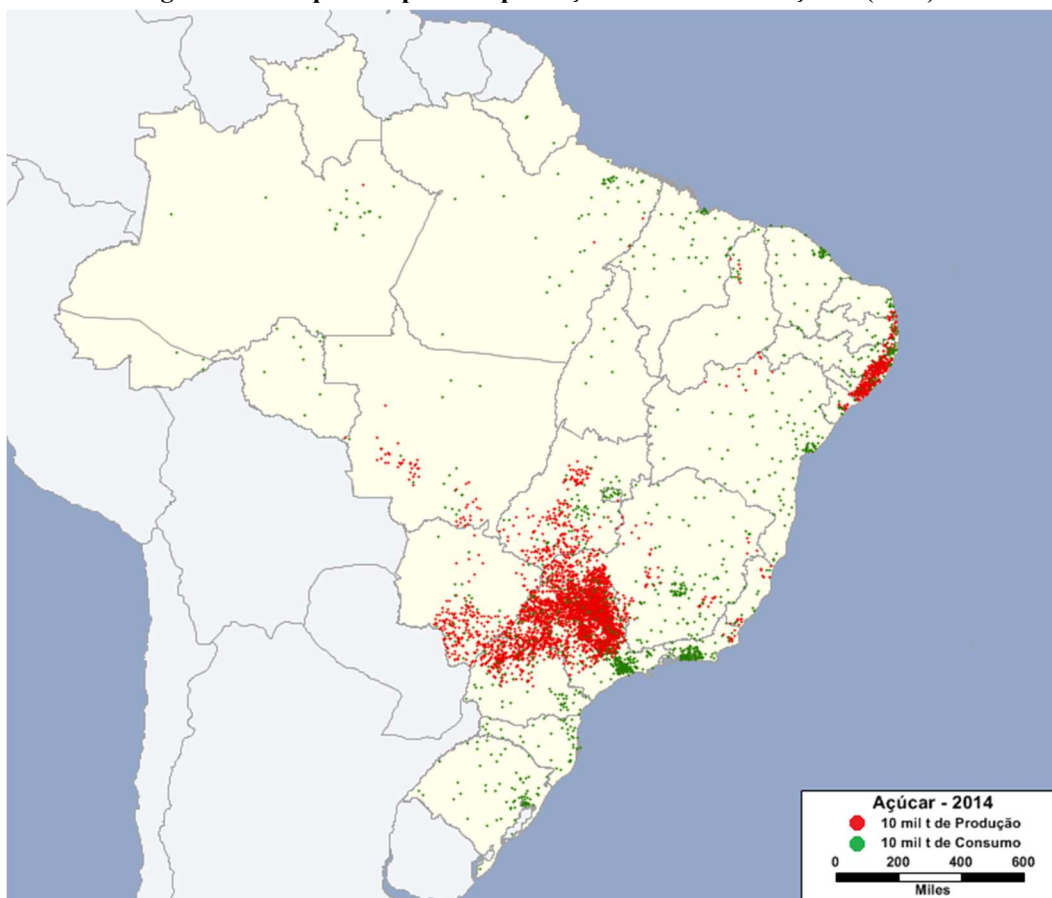
Norte Matogrossense: Alta Floresta, Alto Teles Pires, Arinos, Aripuana, Colider, Paratinga, Parecis, Sinop
Nordeste Matogrossense: Canarana, Médio Araguaia, Norte Araguaia
Sudoeste Matogrossense: Alto Guaporé, Jauru, Tangará da Serra
Sudeste Matogrossense: Alto Araguaia, Primavera do Leste, Rondonópolis, Tesouro
Centro-Sul Matogrossense: Alto Pantanal, Alto Paraguai, Cuiabá, Rosário Oeste

Fonte: EDLP

O mapa apresentado na Figura 34 ilustra os pontos de produção e consumo do açúcar para o ano de 2014. Os pontos vermelhos representam produções equivalentes a 10 mil toneladas/ano, enquanto os verdes, níveis de consumo equivalentes a 10 mil toneladas/ano.

⁸ Os critérios de atualização do volume captado de produtos relevantes estão descritos no item 6.5.

Figura 34 – Mapa com polos de produção e consumo de Açúcar (2014)



Fonte: EDLP

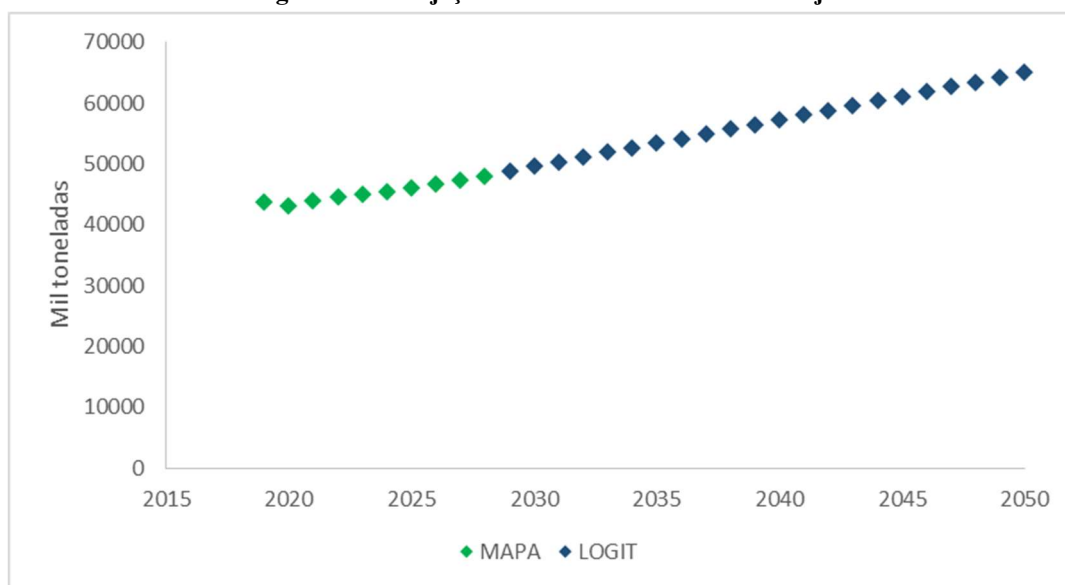
6.4. Critérios de Projeção dos Produtos Relevantes

Para estimar as tendências de produção, consumo e comércio exterior dos produtos especificados, foram adotadas premissas conforme as especificidades de cada produto, com tendências extrapoladas por especialistas setoriais, ajustadas pelo conhecimento da realidade microeconômica de cadeias produtivas específicas sob o ponto de vista dos potenciais de geração e atração de cargas. Os anos-horizonte considerados foram 2020, 2030, 2040 e 2050.

6.4.1. Soja em Grão

A projeção do consumo de soja para seu esmagamento foi obtida pelo MAPA em seu documento “Projeções do Agronegócio” até 2028. Após este ano, os valores adotados foram obtidos por meio de um crescimento tendencial, conforme apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Projeção do Consumo Nacional de Soja



Fonte: EDLP

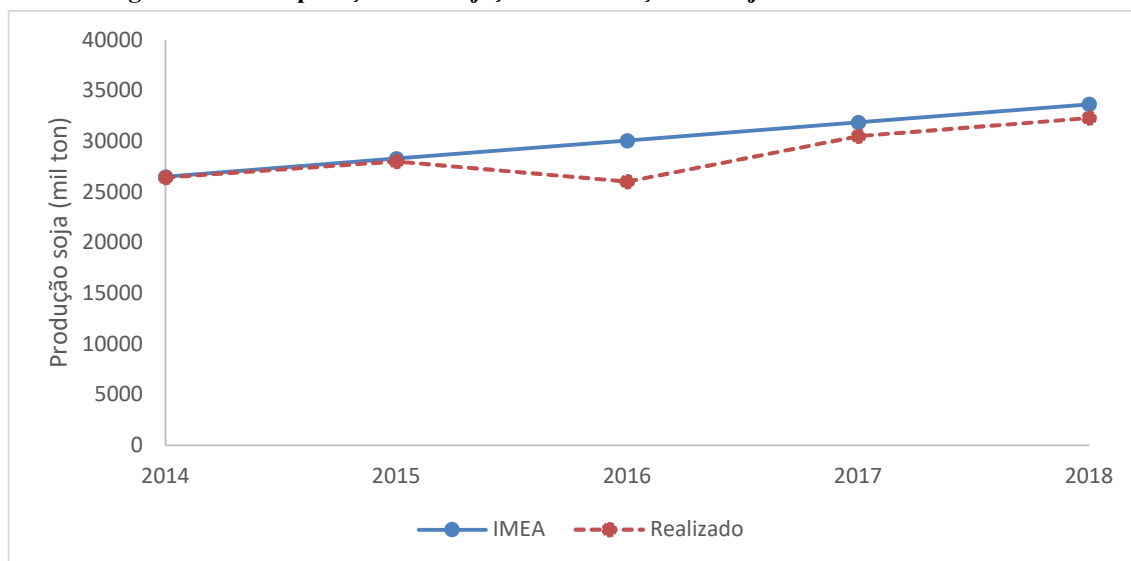
Não foram consideradas novas esmagadoras, de modo que o *share* de esmagamento de cada estado se manteve igual ao do ano-base.

Para a projeção da produção estadual, foi utilizado novamente o documento do MAPA “Projeções do Agronegócio 2017/18 a 2027/28”, que divulga estimativas futuras para o Brasil e para os principais estados produtores até 2028. Tais estimativas foram utilizadas para embasar as projeções de produção estadual, com exceção do Mato Grosso, que utilizou as projeções do documento do IMEA “AgroOutlook 2025”⁹, que fornece dados até 2025. A escolha do IMEA se deve ao fato de que a instituição estuda especificamente o estado e por conta disso teria projeções mais precisas do que o MAPA.

A Figura 36 mostra a comparação entre as projeções feitas pelo IMEA e a produção realizada no mesmo período. Nota-se que as projeções são bastante aderentes ao realizado, diferindo apenas em 2016, fruto de uma quebra de safra.

⁹ <http://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/estudos-customizados/AgroMT2025.pdf>

Figura 36 – Comparação da Projeção de Produção de Soja no MT com o Realizado



Fonte: EDLP

Com relação à produtividade estadual, optou-se por utilizar as projeções divulgadas pelo MAPA até 2028 e adotar um crescimento tendencial para os anos posteriores, exceto para o Mato Grosso.

No caso do Mato Grosso, foi feita uma avaliação de longo prazo para se determinar qual a produtividade teto que o estado poderia alcançar. Para isso foi realizada uma análise de *benchmarking* levantando informações de produtividades dos condados que compõem o *Corn Belt* nos EUA, selecionando aquele de maior produtividade, que no caso seria de 5,54 ton/ha, segundo dados do USDA¹⁰ (*U.S. Department of Agriculture*).

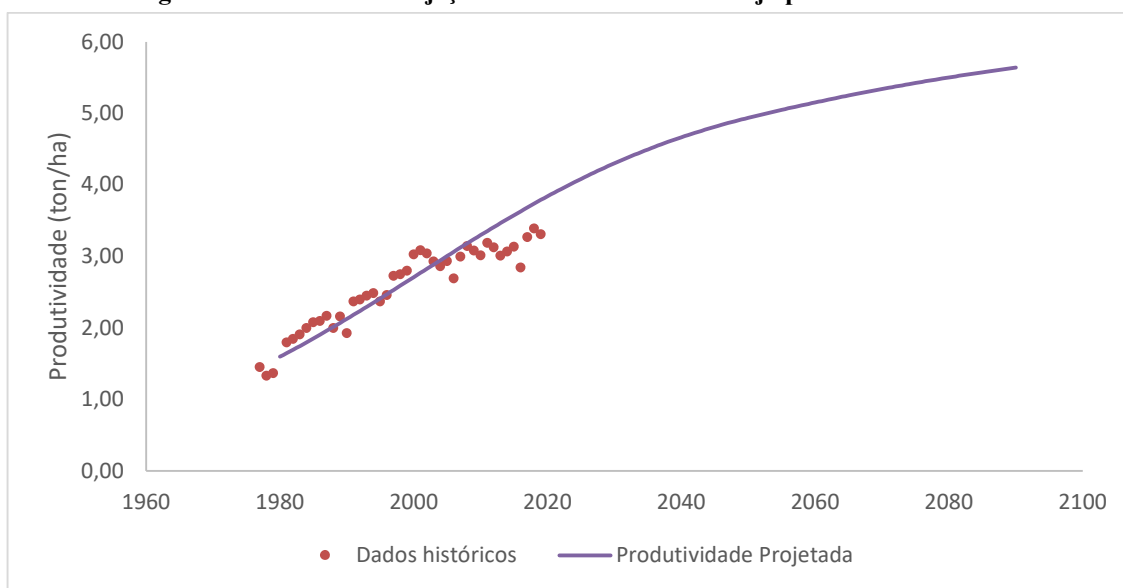
Considerando ainda que a produtividade americana pode crescer nos próximos anos, foi feito o levantamento das projeções de produtividade divulgadas pelo USDA. Segundo o documento “USDA Agricultural Projections to 2027”, a produtividade nacional de soja crescerá 2,1% nos próximos 10 anos. Assim, definiu-se a produtividade máxima de referência como sendo 102,1% da produtividade máxima obtida hoje. Assim, a produtividade máxima considerada para a soja foi de:

$$5,54 \frac{\text{ton}}{\text{ha}} \times 102,1\% = 5,65 \frac{\text{ton}}{\text{ha}}$$

¹⁰ https://www.nass.usda.gov/Quick_Stats/Lite/index.php

Na sequência, baseado neste valor máximo de produtividade e incluindo dados históricos da produtividade de soja do Mato Grosso divulgados pela CONAB em sua publicação “Série Histórica das Safras”¹¹, foi feita uma análise de regressão para calcular uma curva logística que projetasse a produtividade de soja no estado até 2089, conforme mostra a Figura 37 a seguir.

Figura 37 – Curva de Projeção de Produtividade de Soja para o Mato Grosso



Fonte: EDLP

A projeção de área plantada foi feita de forma a se manter alinhada com as expectativas do IMEA (no caso do Mato Grosso até 2025) ou do MAPA (no caso dos demais estados até 2028), a partir de análises de ocupação de soja e possíveis expansões da fronteira agrícola.

No estado do Mato Grosso, a análise de áreas disponíveis também levou em consideração a nova legislação ambiental, que estabelece um limite mínimo de área a ser preservada a depender do bioma da região, como mostra a Tabela 14.

Tabela 14 – Área Destinada à Reserva Legal por Bioma segundo Nova Legislação Ambiental

Bioma	% da propriedade destinada à reserva legal
Amazônia	80%
Cerrado	35%
Pantanal	20%

Fonte: EDLP

¹¹ <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?limitstart=0>

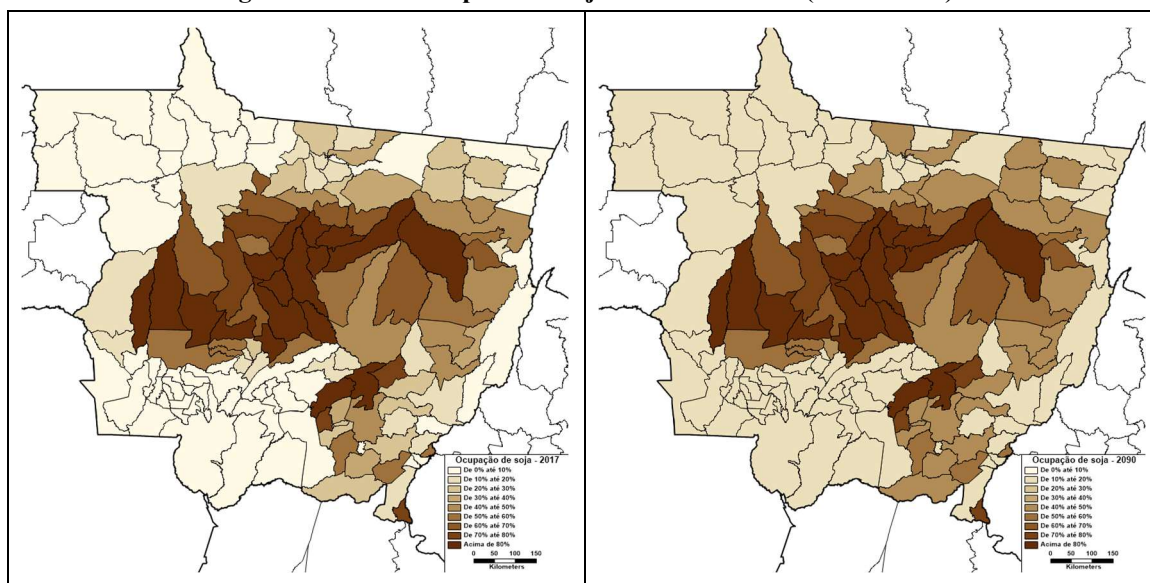
De acordo com dados do Censo do IBGE (2006), a maioria das propriedades agrícolas do Mato Grosso deveria restituir suas áreas de Reserva Legal para se adequar à legislação. No entanto, existe a possibilidade de que o proprietário faça a reconstituição da reserva legal em outro local. Assim, foi assumida a premissa de que quanto menor o percentual de ocupação da área utilizável por soja no município, maior o percentual do déficit de reserva legal a ser recomposto. Isso significa que terrenos que já contam com grandes áreas consolidadas de plantio optarão pela reconstituição da reserva em outro local. Na sequência, os municípios foram agrupados em “clusters” (em um maior detalhamento do que o adotado no estudo anterior), cada um com um teto máximo de ocupação, sendo que para todos os “clusters”, o tempo de convergência seria de 20 anos.

O mapa da Figura 38 mostra a evolução de ocupação de soja, de acordo com a gradação de ocupação das áreas plantadas:

- Categoria flat: a partir de 80% de ocupação:
 - Não há crescimento da área ocupada;
- Categoria 80: entre 70% e 80% de ocupação:
 - Premissa de crescimento até o teto de 80% de ocupação da área;
- Categoria 70: entre 60% e 70% de ocupação:
 - Premissa de crescimento até o teto de 70% de ocupação da área;
- Categoria 60: entre 50% e 60% de ocupação:
 - Premissa de crescimento até o teto de 60% de ocupação da área;
- Categoria 50: entre 20% e 50% de ocupação:
 - Premissa de crescimento até o teto de 50% de ocupação da área;
- Categoria 20: entre 0% e 20% de ocupação:
 - Premissa de crescimento até o teto de 20% de ocupação da área.

No mapa da Figura 38, as ocupações de soja são apresentadas por município, sem detalhar em quais regiões de cada município haveria plantações. Cabe, porém, salientar que dentro das áreas de cada município buscou-se respeitar as áreas de preservação como mencionado anteriormente.

Figura 38 – Área Ocupada de Soja no Mato Grosso (2017 e 2019)



Fonte: EDLP

Por fim, as exportações nacionais foram calculadas pelo volume excedente da produção, já descontando o volume que é destinado ao mercado interno.

A Tabela 15 apresenta os vetores de produção, consumo e exportação de soja para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a exportação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado porque parte da produção é destinada ao mercado interno.

Tabela 15 – Produção, Consumo e Exportação de Soja no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Soja (Mato Grosso)	Produção	38.496	50.589	55.987	59.285
	Consumo	9.573	11.014	12.728	14.441
	Exportação	25.632	36.531	40.658	42.467
	Relação (exportação/produção)	67%	72%	73%	72%

Fonte: EDLP

6.4.2. Farelo de Soja

A produção de farelo está diretamente relacionada ao esmagamento de soja. Assim, para a sua projeção, foi admitido que cerca de 76,6% do total de soja consumido seria transformado em farelo.

Este valor de 76,6% corresponde a um fator de rendimento de esmagamento de extração de farelo de soja a partir do consumo de grãos, segundo dados históricos da ABIOVE¹². A Tabela 16 mostra que este fator sempre se manteve na mesma faixa percentual.

Tabela 16 – Histórico de Consumo de Soja e Exportação de Farelo

Ano	Consumo interno Soja (MM t)	Produção Farelo de Soja (MM t)	Fator de rendimento (%)
1999	21,48	16,74	77,90%
2000	21,29	16,60	78,00%
2001	23,00	17,88	77,70%
2002	25,76	19,98	77,60%
2003	27,45	21,14	77,00%
2004	28,71	22,07	76,90%
2005	29,86	23,01	77,10%
2006	28,33	21,70	76,60%
2007	31,48	24,09	76,50%
2008	32,33	24,50	75,80%
2009	30,43	23,29	76,50%
2010	35,51	27,00	76,00%
2011	37,27	28,32	76,00%
2012	36,43	27,77	76,20%
2013	36,24	27,62	76,20%
2014	37,62	28,75	76,40%
2015	40,56	30,77	75,90%
2016	39,53	30,23	76,50%
2017	41,84	31,58	75,50%
2018	43,60	32,80	75,20%
Média			76,60%

Fonte: EDLP

A distribuição da produção foi feita de maneira a manter o *share* de produção dos estados em relação ao ano-base. Já para a projeção da demanda, foi admitido que o consumo de farelo representa 27% do consumo de milho, conforme indicado pelos dados históricos.

Foi admitido que o percentual de consumo animal deve se manter durante o horizonte estudado, sendo que os critérios de espacialização adotados no ano-base são os mesmos para os anos-horizonte (conforme os locais de rebanho, sendo que para tal, foi assumido um crescimento vegetativo ao longo dos anos estudados).

¹² <http://abiove.org.br/estatisticas/>

O volume para exportação considerado foi igual ao excedente da oferta de farelo de soja no país. A importação foi admitida nula, baseada nos dados de séries históricas.

A Tabela 17 apresenta os vetores de produção, consumo e exportação de farelo de soja para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a exportação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado porque parte da produção é destinada ao mercado interno.

Tabela 17 – Produção, Consumo e Exportação de Farelo de Soja no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Farelo de Soja (Mato Grosso)	Produção	7.330	8.434	9.746	11.058
	Consumo	869	1.025	1.146	1.242
	Exportação	5.495	6.260	7.339	8.476
	Relação (exportação/produção)	75%	74%	75%	77%

Fonte: EDLP

6.4.3. Milho

A projeção do consumo nacional de milho foi baseada nos dados fornecidos pelo MAPA em sua publicação “Projeções do Agronegócio 2017/18 a 2027/28” até 2028 e, para os anos seguintes, foi calculada uma curva de tendência a partir de dados históricos e das projeções do próprio MAPA.

Para distribuir o consumo nacional projetado entre as zonas, admitiu-se que o percentual de demanda de cada zona seria o mesmo em relação ao ano-base.

A projeção da produção estadual de milho considera o crescimento das variáveis área plantada e produtividade.

As produtividades estaduais do milho foram projetadas pelo crescimento histórico com base nos dados da CONAB, sendo calculadas de forma separada para a primeira e segunda safra.

No caso do Mato Grosso, foi feita a mesma análise de *benchmarking* construída para a soja, tomando como referência a produtividade máxima dos condados que pertencem ao *Corn Belt*, que atualmente seria de 15,44 ton/ha, segundo dados do USDA¹³.

¹³ https://www.nass.usda.gov/Quick_Stats/Lite/index.php

No entanto, enquanto o milho americano é uma cultura de verão, o milho produzido no Mato Grosso é predominantemente uma cultura de outono/inverno e por isso o milho matogrossense tem naturalmente uma produtividade menor. Por conta disso, foi considerado um fator de equalização de produtividade, reduzindo o valor da produtividade americana tomada como referência. Para calcular este fator, foi calculada a razão entre a produtividade de 2ª safra do Mato Grosso e a produtividade de 1ª safra no Paraná, segundo dados divulgados pela CONAB em sua publicação “Série Histórica das Safras”¹⁴. A escolha do estado paranaense se deve ao fato de este ser um dos principais produtores de milho 1ª safra do país. A Tabela 18 mostra o resultado do fator de equalização.

Tabela 18 – Cálculo do Fator de Equalização de Produtividade entre 2ª Safra e 1ª Safra

UF	Produtividade (ton/há)
Mato Grosso (2ª Safra)	6,15
Paraná (1ª Safra)	8,83
Fator de equalização	69,70%

Fonte: EDLP

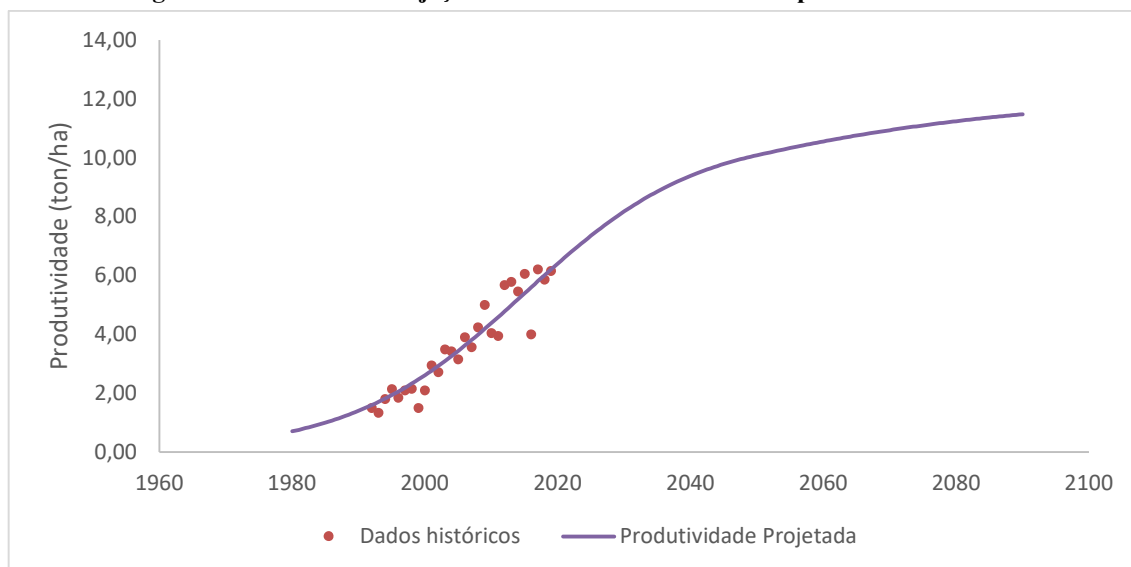
Novamente, buscou-se levantar previsões de crescimento de produtividade de milho, conforme previsto para o USDA no documento “USDA Agricultural Projections to 2027”. No caso do milho, a projeção da entidade é mais otimista, com um crescimento esperado de 9,7%. Neste caso, adotou-se novamente o fator de equalização da produtividade, o que resultou em um crescimento de 6,7%. Assim, definiu-se a produtividade máxima de referência como sendo 106,7% da produtividade máxima obtida hoje. Assim, a produtividade máxima considerada para o milho foi de:

$$15,44 \frac{\text{ton}}{\text{ha}} \times 69,7\% \times (1 + 9,7\% \times 69,7\%) = 11,49 \frac{\text{ton}}{\text{ha}}$$

Tendo definido o valor teto de produtividade e utilizando dados históricos novamente obtidos da publicação “Série Histórica das Safras” da CONAB, foi feita uma análise de regressão para calcular uma curva logística que projetasse a produtividade de milho no estado até 2089, conforme mostra a Figura 39.

¹⁴ <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?limitstart=0>

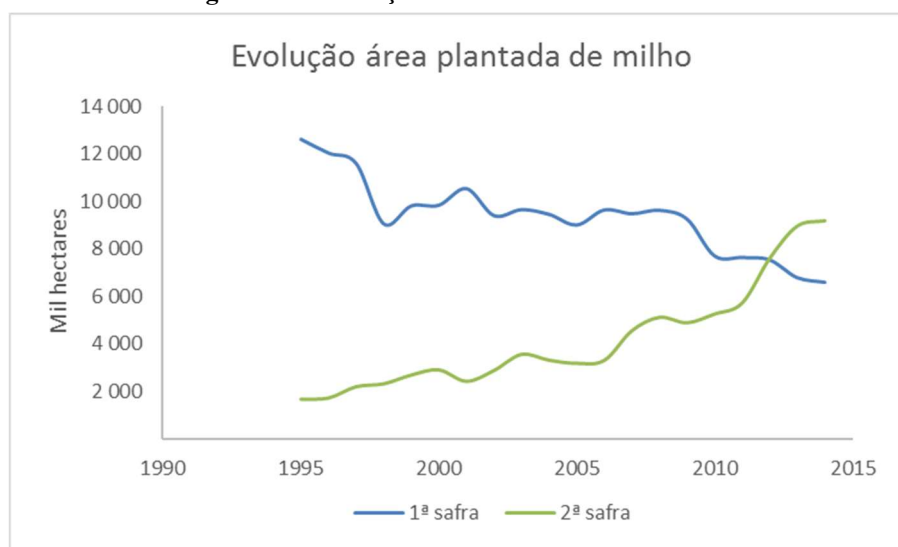
Figura 39 – Curva de Projeção de Produtividade de Milho para o Mato Grosso



Fonte: EDLP

Para a área plantada, são consideradas separadamente as tendências previstas para a primeira e segunda safra. A área plantada da primeira safra tem diminuído nos últimos anos, dando lugar ao plantio de outros grãos, principalmente de soja. Já a área plantada da segunda safra tem aumentado de forma mais consistente, influenciada pelo aumento da área plantada de soja e consequente necessidade de rotatividade de cultura. A Figura 40, que mostra o histórico de área plantada conforme fornecido pela CONAB, ilustra este cenário.

Figura 40 – Evolução da Área Plantada de Milho



Fonte: EDLP

O próprio MAPA aponta que não haverá necessidade da expansão de novas áreas de milho, pois o reaproveitamento das áreas de soja será suficiente.

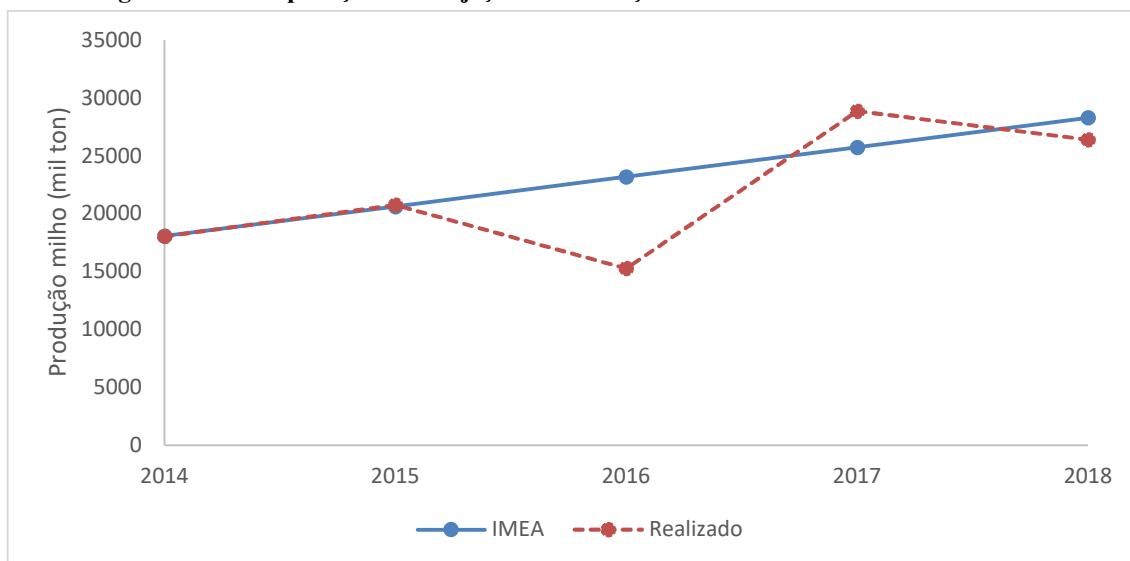
Para a primeira safra, caso a tendência histórica de queda continuasse, a área plantada poderia se esgotar no longo prazo. Por conta disso, admite-se que a área plantada de primeira safra permaneceria constante em relação ao patamar do ano-base. No caso da expansão da cultura da soja, que tem sido a responsável pela queda na área de primeira safra, considera-se que outras culturas ou mesmo áreas de pastagens também poderiam ceder terreno para o crescimento da soja. Apenas no caso do estado do Mato Grosso, admitiu-se que não haveria mais áreas de primeira safra para a projeção. Já a área de segunda safra corresponderá a um percentual da área plantada de soja.

As projeções estaduais fornecidas pelo MAPA em sua publicação “Projeções do Agronegócio 2017/18 a 2027/28” foram utilizadas para validar as previsões feitas para os estados, com exceção do Mato Grosso.

Para o Mato Grosso, foi considerado que a área plantada de milho no estado corresponderia a um percentual da área plantada de soja, considerando que no estado só haveria produção de milho 2ª safra no futuro. Tal percentual foi calibrado de forma a alinhar o crescimento da produção no estado com o previsto pelo IMEA em seu estudo “AgroOutlook 2025”¹⁵. Novamente, a escolha pelo uso dos dados do IMEA se deve por este estudar de maneira específica o estado do Mato Grosso, podendo ser mais acurado nas projeções do estado em relação ao MAPA, que faz projeções para todo o Brasil. A Figura 41 mostra a comparação entre as projeções feitas pelo IMEA e a produção realizada de milho no mesmo período. Nota-se que as projeções são bastante aderentes ao realizado, diferindo apenas no ano de 2016, fruto de uma quebra de safra, tal qual foi visto no tópico da soja.

¹⁵ <http://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/estudos-customizados/AgroMT2025.pdf>

Figura 41 – Comparação da Projeção de Produção de Milho no MT com o Realizado



Fonte: EDLP

A produção total é calculada pela soma das produções do estado do Mato Grosso (calculada com base no IMEA) e dos demais estados (calculada com base no MAPA).

Finalmente, os volumes projetados de exportação nacional de milho foram calculados pela diferença entre produção nacional e consumo nacional.

A Tabela 19 apresenta os vetores de produção, consumo e exportação de milho para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a exportação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado porque parte da produção é destinada ao mercado interno.

Tabela 19 – Produção, Consumo e Exportação de Milho no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Milho (Mato Grosso)	Produção	29.861	44.291	52.042	56.234
	Consumo	3.092	3.648	4.078	4.421
	Exportação	18.051	30.463	38.128	41.193
	Relação (exportação/produção)	60%	69%	73%	73%

Fonte: EDLP

6.4.4. Fertilizantes

Fertilizantes primários são as matérias-primas para a formulação de adubos. Eles foram agrupados segundo a presença dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio.

O grupo dos nitrogenados foi composto por:

- Salitre potássico;
- Sulfato de amônio;
- Ureia;
- Nitrato de amônio;
- Nitrato de cálcio;
- Sulfonitrato de amônio;
- Nitrato de potássio;
- MAP (Mono-amônio-fosfato);
- DAP (Fosfato diamônico).

O grupo dos fosfatados foi composto por:

- Superfosfato simples;
- Superfosfato triplo;
- Fosfato natural;
- MAP;
- DAP.

O grupo dos potássicos foi composto por:

- Cloreto de potássio;
- Sulfato de potássio;
- Salitre potássico;
- Nitrato de potássio.

Os fertilizantes que estão em mais de um agrupamento tiveram seus volumes divididos proporcionalmente à composição de cada macronutriente.

O consumo dos fertilizantes primários ocorre nas misturadoras de adubo, cuja implantação acontece, em geral, no eixo de transporte entre o porto e o consumo final – dado que grande parcela dos fertilizantes primários é importada.

A projeção do consumo foi realizada levando-se em conta as projeções de expansão de áreas agrícolas. Foram considerados os polos de misturadoras em cada mesorregião com área plantada superior a 50 mil ha. O município em que foi alocada cada misturadora foi selecionado

levando-se em conta que as misturadoras se posicionam geograficamente em lugares com facilidades logísticas de acesso ferroviário e rodoviário.

Para a projeção da produção foram levantados projetos de fábricas com implantação prevista para até 2020. A partir de então, produção e importação foram projetadas para atender à demanda, mantendo-se a razão entre produção e importação constante.

A Tabela 20 apresenta os vetores de produção, consumo e importação de fertilizantes para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a importação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado porque parte do consumo é atendida pelo mercado interno.

Tabela 20 – Produção, Consumo e Importação de Fertilizantes no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Fertilizantes (Mato Grosso)	Produção	-	-	-	-
	Consumo	6.701	7.498	8.260	8.818
	Importação	4.715	5.275	5.811	6.204

Fonte: EDLP

6.4.5. Derivados de Petróleo

A estimativa do consumo dos derivados foi baseada nos dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE até 2022. Para os anos seguintes foi considerado um crescimento sob a mesma taxa de variação do PIB estimada para o cenário tendencial.

Para localizar e quantificar os volumes consumidos nas zonas de transporte, foi considerado:

- Para o óleo diesel, por ser um combustível utilizado em caminhões, ônibus, embarcações e locomotivas e também como energia por algumas indústrias, admitiu-se que o seu consumo é proporcional ao PIB estimado para o cenário tendencial;
- Para o óleo combustível, por ser um combustível utilizado na indústria para aquecimento de fornos e caldeiras e em motores de combustão de navios, admitiu-se que o seu consumo é proporcional ao PIB estimado para o cenário tendencial;
- Para a gasolina A, o consumo por base de distribuição foi estimado considerando o aumento de consumo das regiões que a base atende. Esse aumento deve ocorrer com

o aumento da frota, sendo que a *proxy* considerada para isso foi o PIB estimado para o cenário tendencial;

- Como a gasolina C é a mistura da gasolina A e o etanol anidro, sua produção foi estimada pelo consumo desses produtos em cada base de distribuição, respeitando o percentual vigente. Para isso, foi considerada a lei atual que permite a mistura de 75% em volume de gasolina A e 25% de etanol anidro. A estimativa do consumo por zona foi baseada em sua frota.

Já os volumes exportados foram considerados como o excedente da oferta do país.

A Tabela 21 apresenta os vetores de produção, consumo e importação de derivados para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a importação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado, uma vez que parte do consumo é atendido pelo mercado interno.

Tabela 21 – Produção, Consumo e Importação de Derivados no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Derivados (Mato Grosso)	Produção	637	864	1.154	1.503
	Consumo	3.948	5.417	7.139	9.217
	Importação	1.032	1.791	2.489	3.212

Fonte: EDLP

6.4.6. Etanol

A produção total de etanol foi estimada para atender à demanda nacional e o mercado externo nos anos-horizonte. É realizada em usinas e destilarias, sendo praticamente os mesmos locais considerados para o consumo de cana-de-açúcar, uma vez que foi considerado que estes locais produzem açúcar, etanol ou ambos produtos.

As estimativas de consumo nacional para o etanol anidro e hidratado foram obtidas a partir dos dados fornecidos pela EPE até 2022. Para os anos seguintes, foi adotado que o aumento de consumo acompanharia as mesmas taxas que o crescimento do PIB estimado para o cenário tendencial.

A estimativa para o consumo por base de distribuição considerou o aumento de consumo das regiões que ele atende, conforme a frota municipal de veículos informada pelo Departamento Nacional de Trânsito – Denatran. Para isso, também foi considerada a inclusão de novas bases de

distribuição em áreas em que os projetos de infraestrutura em ferrovias e hidrovias consigam modificar a logística atual de distribuição.

Não há, pelos dados históricos, volume representativo de importação de etanol, motivo pelo qual não houve estimativa de importação deste produto no horizonte estudado.

A estimativa de exportação desse produto foi obtida a partir dos dados fornecidos pela EPE até 2022 e, para os anos seguintes, foi admitida uma taxa de crescimento de 2,1% ao ano, mesma taxa média adotada pelo EPE em seu estudo.

A Tabela 22 apresenta os vetores de produção, consumo e exportação de etanol para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a exportação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado porque parte da produção é destinada ao mercado interno.

Tabela 22 – Produção, Consumo e Exportação de Etanol no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Etanol (Mato Grosso)	Produção	1.152	1.271	1.479	1.854
	Consumo	307	472	619	797
	Exportação	74	58	58	67

Fonte: EDLP

6.4.7. Açúcar

Os volumes totais de produção de açúcar foram obtidos a partir dos dados fornecidos pelo MAPA até 2023. No período complementar dos anos-horizonte do projeto foi considerado que a produção acompanharia a demanda interna e externa.

A estimativa da distribuição espacial da produção levou em consideração a implantação dos projetos anunciados de novas usinas e expansão para novas fronteiras, onde existe perspectiva de expansão da produção de cana-de-açúcar.

Também para o consumo de açúcar, foram adotados os valores fornecidos pelo MAPA até 2023. A partir deste ano, adotou-se a taxa de crescimento da população estimada para o cenário tendencial para estimar o consumo nacional de açúcar.

Para a exportação, considerou-se que o volume seria o referente ao excedente da oferta do açúcar.

A Tabela 23 apresenta os vetores de produção, consumo e exportação de açúcar para o estado do Mato Grosso, sendo importante lembrar que a exportação pode não corresponder ao cálculo da diferença entre consumo e produção do estado porque parte da produção é destinada ao mercado interno.

Tabela 23 – Produção, Consumo e Exportação de Açúcar no Mato Grosso

Produto	Variável (mil toneladas)	2020	2030	2040	2050
Açúcar (Mato Grosso)	Produção	488	630	775	927
	Consumo	230	264	284	303
	Exportação	231	333	445	556

Fonte: EDLP

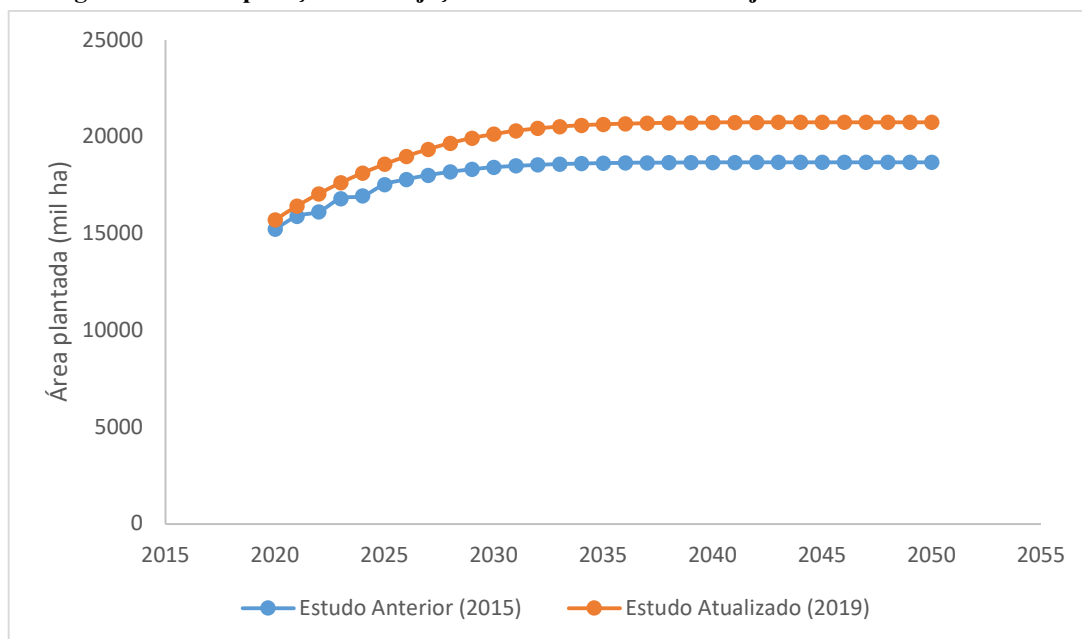
6.5. Critérios de Atualização do Volume Captado de Produtos Relevantes

Conforme mencionado anteriormente, os **grãos agrícolas** (soja, milho e farelo) se mostraram o principal grupo que geraria carregamento para a Ferrogrão e, por conta disso, seu volume de captação foi atualizado por meio do modelo de simulação, conforme a metodologia completa do Modelo 4 Etapas.

Para os demais produtos, foram adotadas premissas específicas para atualizar seus respectivos carregamentos na ferrovia, de maneira exógena à simulação.

No caso dos **fertilizantes**, foi feita uma comparação das projeções de área plantada de soja e milho no estado do Mato Grosso entre o estudo submetido à Audiência Pública e a atual revisão. O carregamento atualizado foi calculado então pelo aumento percentual ano a ano do total de área plantada entre o estudo atualizado e o estudo anterior. A Figura 42 apresenta a comparação entre as projeções dos dois estudos.

Figura 42 – Comparação da Projeção de Área Plantada de Soja e Milho no Mato Grosso



Fonte: EDLP

Para o **etanol**, realizou-se o levantamento do total exportado do produto em 2017 (segundo dados da SECEX) e foi feita uma estimativa das exportações para 2020. O carregamento atualizado seria calculado então pela proporção entre a projeção atualizada da exportação em 2020 em relação à projeção anterior.

A mesma premissa foi utilizada para atualização de **açúcar a granel e de derivados de petróleo (diesel e gasolina)**, sendo que para este último foram utilizadas informações sobre importação.

No caso dos **derivados escuros**, o produto já havia mostrado movimentações inferiores a 100 mil toneladas no horizonte do estudo anterior e por conta disso havia sido desconsiderado. Para a revisão do estudo, os valores atualizados deste produto foram inferiores ao previsto anteriormente e, por conta disso, seu carregamento continuaria inferior a 100 mil toneladas. Sendo assim, esses produtos foram novamente desconsiderados do carregamento final.

6.6. Distribuição da Demanda

A partir da identificação das cadeias produtivas dos diversos produtos considerados na análise e na quantificação dos componentes das referidas cadeias, o passo seguinte consistiu na montagem das matrizes O/D em nível nacional.

Conforme já explanado, adotou-se como base o modelo gravitacional de distribuição, que estima que o número de viagens entre duas zonas é diretamente proporcional ao número de viagens produzido na zona de origem e ao número de viagens atraído na zona de destino, e é inversamente proporcional à impedância ou ao custo generalizado de deslocamento do usuário entre as duas zonas.

Com a identificação das regiões produtoras e consumidoras resultantes da etapa de geração, são calculadas matrizes de demanda, como apresenta a equação a seguir:

$$V_{OD} = P_O * A_D * f(U_{OD})$$

Onde:

- V_{OD} : número de viagens entre um par origem-destino;
- P_O : produção de viagens pela zona de origem;
- A_D : atração de viagens pela zona de destino;
- $f(U_{OD})$: função de utilidade que determina as impedâncias entre zonas.

A utilidade pode ser custo, tempo, distância ou combinações desses fatores, de modo a representar a dificuldade de se ter transporte entre uma zona e outra. Para este estudo, a impedância de um produto equivale ao menor custo de transporte entre a zona de origem e a zona de destino. Este custo foi obtido simulando uma matriz unitária com fluxo entre todas as zonas de tráfego. Nesta simulação, foram utilizadas as curvas tarifárias para três classes de produtos (granéis vegetais, granéis líquidos e outros produtos). Ao final, para cada classe, selecionou-se a menor tarifa entre os modais habilitados:

- Granéis vegetais: rodoviário, ferroviário e hidroviário;
- Granéis líquidos: rodoviário, ferroviário, hidroviário, cabotagem e dutos;
- Outros produtos: rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem.

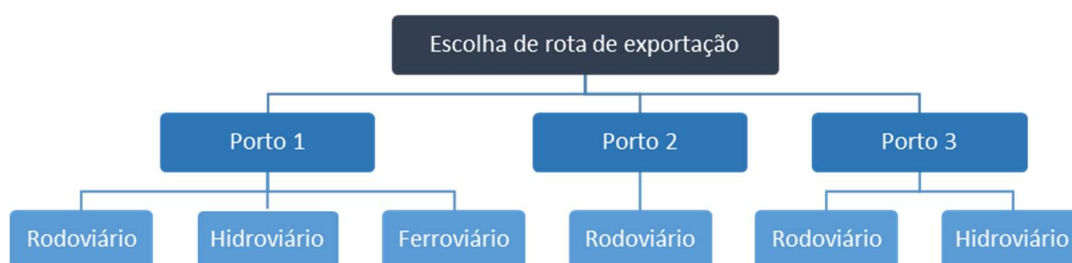
No presente estudo, não foram utilizadas as O/D do PNL, pois seu zoneamento é por microrregião e os produtos são apresentados por grupos e não individualmente.

As matrizes construídas pela EDLP/Logit apresentam um maior detalhamento para o Mato Grosso, com cada município sendo representado por uma zona de tráfego, e todos os produtos são tratados de maneira desagregada.

6.7. Escolha Modal

Para o passo da escolha modal, foi utilizado o modelo *logit* (já anteriormente descrito no item 4.7), especificamente do tipo hierárquico ou aninhado (*nested logit*). Neste caso, pressupõe-se que algumas alternativas são correlacionadas e que há hierarquia no processo de decisão. Para o estudo, isso significa que diferentes alternativas modais com destino ao mesmo porto são correlatadas e formam um ninho de maior nível hierárquico. A Figura 43 exemplifica como funciona esse modelo de escolha.

Figura 43 – Esquema Ilustrativo do Modelo *Logit* Hierárquico



Fonte: EDLP

A utilidade, também denominada custo generalizado, foi definida tendo em vista os motivos para escolha do modo que, no caso do transporte de cargas, é indicado por um custo globalizado, conforme apresenta a equação a seguir:

$$U_{OD,m}^p = F_{OD,m}^p + f \cdot T_{OD,m} + K_m^p$$

Onde:

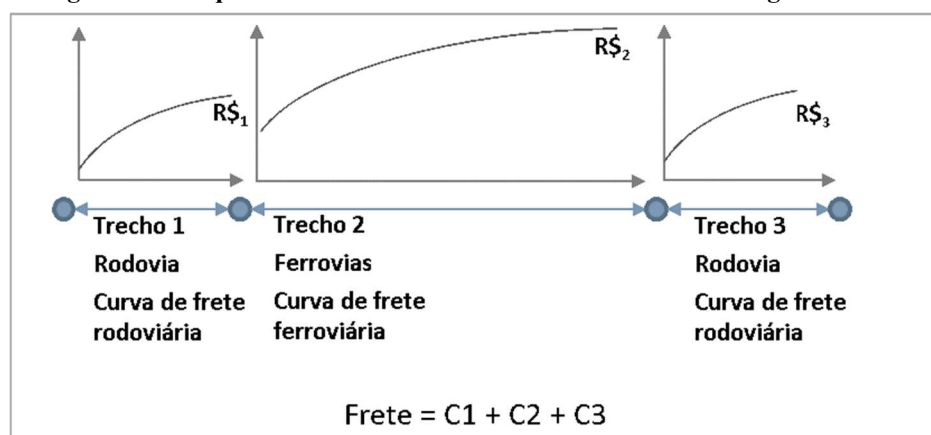
- $U_{OD,m}^p$: utilidade de um produto p entre o par origem-destino no modo m ;
- $F_{OD,m}^p$: frete para transporte de um produto p entre o par origem-destino pelo modo m ;
- f : fator do tempo na função de utilidade;
- $T_{OD,m}$: tempo de viagem entre o par origem-destino pelo modo m ;
- K_m^p : constante no modal m de um produto p referente a flexibilidade, confiabilidade e outros fatores.

A equação deixa explícito um primeiro termo para o custo do transporte, uma segunda parte referente ao tempo de viagem e uma constante que representa os demais fatores como confiabilidade, flexibilidade e segurança.

No caso do presente estudo, foram considerados basicamente o frete pago e os custos de transbordo. Estes elementos permitiram a quantificação do chamado custo generalizado ou utilidade.

O cálculo da parcela de frete leva em conta os trechos de diferentes modais em uma mesma rota, como frequentemente ocorre no caso de cargas acessarem ferrovias por meio de rodovias, além da redução do custo por quilômetro com o aumento da distância percorrida, como ilustrado na Figura 44.

Figura 44 – Esquema do Cálculo do Frete Total entre Pares Origem-Destino



Fonte: EDLP

Os cálculos de frete são realizados para cada par origem-destino, verificando nas rotas os modos de transporte e comprimento dos trechos viários, formando, dessa forma, matrizes com os fretes resultantes.

Inicialmente, para a estimativa da divisão entre portos, faz-se necessário o cálculo do custo combinado de cada porto (também denominado de utilidade composta do “ninho”), gerado a partir dos custos generalizados das alternativas modais de acesso ao porto. A utilidade de cada “ninho” foi calculada a partir da seguinte equação:

$$Custo_t^p = -\frac{1}{\lambda} * \ln\left(\sum e^{-\lambda * U_{OD,m,t}^p}\right)$$

Onde:

$Custo_t^p$: custo combinado (utilidade composta) de um produto p para um porto t ;

λ : coeficiente de dispersão da utilidade composta;

$U_{OD,m,t}^p$: utilidade de um produto p entre o par origem-destino no modo associado ao porto t .

De posse da utilidade composta dos portos, utiliza-se uma função probabilística para calcular o fluxo de carga para cada porto. Em seguida, estima-se os fluxos por modo de transporte. O equacionamento da função se aplica, portanto, a cada origem e produto, alocando o fluxo primeiro entre os portos e, na sequência, entre as opções de modo de transporte de cada porto.

$$P_{modo,t}^p = \frac{f(U_{OD,modo1,t}^p)}{f(U_{OD,modo,t}^p) + \dots + f(U_{OD,m,t}^p)}$$

Onde:

$P_{modo1,t}^p$: probabilidade de um produto p ser transportado pela alternativa *modo1* associada ao porto t ;

$f(U_{OD,m,t}^p)$: função de utilidade de um produto p entre o par origem-destino no modo m associado ao porto t .

Cada produto tem uma função de utilidade $f(U_{OD,m,t}^p)$ conforme suas características de transporte. O tipo de função para representar a escolha por um modo de transporte utilizado é *logit*, por inserir nessa etapa do modelo a condição de probabilidade:

$$f(U_{OD,modo,t}^p) = A_p * e^{(c_p * U_{OD,modo1,t}^p)}$$

Onde:

A_p : fator de escala da curva para o produto p , tal que $A_p > 0$;

c_p : coeficiente de dispersão da utilidade para o produto p , tal que $c_p < 0$.

O parâmetro c normalmente varia de -1 a 0, e conforme se aproxima de 0, aumenta a dispersão da escolha entre modos.

Como a função utilizada na divisão modal é probabilística, o modal com menor utilidade em cada par O/D receberá a maior parte da demanda, de forma que são observadas parcelas em outros modos conforme o valor do custo geral para o transporte.

6.7.1. Fretes

A determinação dos fretes referentes a cada um dos modos de transporte se baseou nas funções médias de frete fornecidas pela EPL, apresentadas na Tabela 24, que têm sido adotadas como referência em estudos recentes apoiados pelo governo.

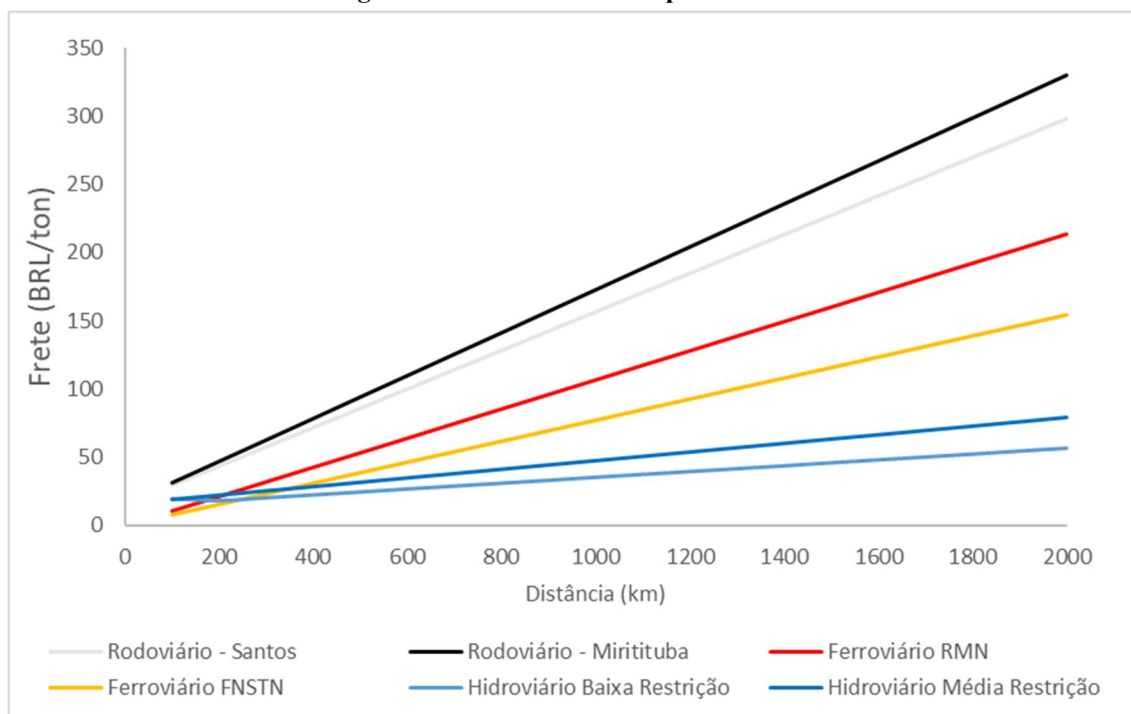
Tabela 24 – Funções Tarifárias EPL

Modo/Rota	Função tarifária
Rodoviário (Santos)	$15,137627 + 0,14151 \cdot \text{distância}$
Rodoviário (Miritituba)	$15,137627 + 0,157238 \cdot \text{distância}$
Ferrovário RMN (RUMO Malha Norte)	$0,106695 \cdot \text{distância}$
Ferrovário FNSTN (Ferrovia Norte Sul Tramo Norte)	$0,077148 \cdot \text{distância}$
Hidroviária Baixa Restrição	$4,01743798869405 + 0,0212235589726 \cdot \text{distância}$
Hidroviária Média Restrição	$5,60718027309477 + 0,0318221334112 \cdot \text{distância}$

Fonte: EDLP

A Figura 45 apresenta os valores de frete segundo a distância, conforme o equacionamento dessas funções.

Figura 45 – Valores de Frete por Distância



Fonte: EDLP

Para os modos rodoviário e ferroviário foram utilizadas diretamente as funções fornecidas. Cabe lembrar que as funções para o modo rodoviário não contabilizam o valor do pedágio e, por conta disso, foram somados os valores de pedágio para cada rota analisada.

O estudo considera que os valores da tarifa da Ferrogrão seriam os mesmos da Rumo Malha Norte, que foram fornecidos pela EPL. A escolha da Rumo se deve ao fato de a concessionária ser a principal concorrente da Ferrogrão e por ser relevante para grande parte dos produtos em estudo.

A Tabela 25 apresenta a função tarifária adotada para a Ferrogrão.

Tabela 25 – Função Tarifária Ferrogrão

Modo/Rota	Função tarifária
Ferrovário Ferrogrão	0,106695*distância

Fonte: EDLP

Para o modo hidroviário, foi utilizada a curva Hidrovia de Média Restrição para o caso do Rio Madeira. Para o Rio Tapajós, foi utilizada uma curva média ponderando os fretes para Hidrovia de Baixa Restrição e Hidrovia de Média Restrição.

Ainda para o modo hidroviário, a EPL forneceu dados de custo de transbordo especificamente para este modo, no valor de R\$ 10,21, sendo este valor acrescido ao frete que seria obtido pela função tarifária. Cabe destacar que não foram indicados valores de transbordo para o modo ferroviário, admitindo-se assim que o custo desta operação já estaria incluída na função fornecida.

Por fim, além dos custos associados ao transporte dos grãos, foram considerados os custos de elevação nos portos, também segundo os valores fornecidos pela EPL.

A Tabela 26 apresenta os valores de frete para as principais rotas de interesse para o estudo (sem considerar custos de elevação e tarifas de pedágio).

Tabela 26 – Fretes Principais Rotas

Rota	Modo	Distância (km)	Valor (R\$/t)
Sinop – Rondonópolis	Rodoviário	704	114,79
Sinop – Miritituba	Rodoviário	998	172,06
Sinop – Santos	Rodoviário	2143	318,36
Rondonópolis – Santos	Ferrovário	1653	176,37
Miritituba – Barcarena	Hidroviário	1291	50,02

Fonte: EDLP

6.8. Alocação de Viagens

É na etapa de alocação das viagens que a rede é carregada, de forma a representar os fluxos no ativo de interesse, que no caso é a Ferrogrão. Tendo em vista os cálculos anteriores, além de origem, destino e modo de transporte, as viagens terão um quarto detalhe revelado: a rota.

As rotas são determinadas pelo caminho de menor impedância, que está geralmente relacionada a tempo nos fluxos urbanos ou a custos nas movimentações regionais. A impedância vai sendo contabilizada conforme o traçado da rota atravessa os objetos da rede de modelagem, como nós, segmentos, conversões e acessos. No caso do transporte regional, o foco da modelagem está sobre o desempenho em trechos viários extensos, de forma que a impedância é atribuída aos *links*.

A escolha da rota da carga busca minimizar o custo, e para inserção desse critério no modelo, as despesas são decompostas da seguinte forma:

$$I_{OD} = C_d \cdot D_{OD} + C_t \cdot T_{OD} + C_p$$

Onde:

- I_{OD} : impedância entre o par origem-destino;
- C_d : custo variável com a distância (R\$/km);
- D_{OD} : distância de viagem entre o par origem-destino;
- C_t : custo fixo por tempo (R\$/h);
- T_{OD} : tempo de viagem entre o par origem-destino;
- C_p : tarifas como pedágios e balsas.

O traçado pela rede de modelagem que resulta na menor impedância culmina no caminho mínimo entre determinado par origem-destino.

7. Resultados do Carregamento da Simulação

7.1. Calibração do Modelo

Para dar início à simulação dos cenários futuros com a Ferrogrão, primeiramente é realizada a calibração do modelo. Tal processo é feito para o Cenário Base, referente ao ano de 2017.

Para isso, foram levantados os dados de exportação de grãos com origem no Mato Grosso, por porto. Na sequência, para cada porto foi definido um corredor específico de exportação, conforme apresentado na sequência.

A Tabela 27 apresenta o histórico de exportação de grãos (soja, farelo e milho) produzidos no Mato Grosso em 2017, por porto, com o respectivo corredor de exportação, segundo a SECEX.

Tabela 27 – Destino das exportações de grãos do Mato Grosso em 2017

Porto	Corredor	Volume de exportação (mil t)
Barcarena	BR-163/Itaqui - Belém	6.467
Imbituba	Santos	496
Manaus	Itacoatiara	3.523
Paranaguá	Santos	1.350
Rio Grande	Santos	60
Santos	Santos	22.436
São Francisco	Santos	351
São Luís	Itaqui - Belém	2.499
Vitória	Santos	1.266
Santarém	BR-163	3.050

Fonte: EDLP

É importante mencionar que o Porto de Barcarena pode ser acessado por meio de duas opções:

- Pela rodovia BR-158 no nordeste do estado do Mato Grosso e posteriormente outras rodovias;
- Pela rodovia BR-163, que passa por Sinop e vai até Miritituba, e hidrovía do Tapajós.

Assim, os principais eixos rodo-ferro-hidroviário que compõem cada corredor são:

- Santos: este corredor possui dois principais eixos, uma opção ferroviária representada pela malha da Rumo (malhas Norte e Paulista) e uma opção rodoviária utilizando a BR-364 e posteriormente outras rodovias até chegar em Santos;
- Rodovia BR-163: composto pela BR-163, passando por Sinop até Miritituba, e posteriormente a hidrovía do Tapajós;
- Itaquí – Belém: este corredor é composto pelas opções rodoviária, podendo chegar tanto ao Porto de Barcarena (via rodovias BR-158 e BR-150) quanto Itaquí (via rodovias BR-158 e BR-222) e também pela opção ferroviária, representada pela FNS, que tem acesso ao Porto de Itaquí;
- Itacoatiara: composto pela rodovia BR-364, que vai até Porto Velho, e hidrovía do Madeira.

Para a calibração, foram levantados os volumes movimentados entre o porto de Miritituba e Barcarena, utilizando dados da ANTAQ, disponibilizados no seu Anuário Estatístico Aquaviário¹⁶.

Tabela 28 – Volume de Grãos Movimentado entre Miritituba e Barcarena

Produto	Volume Miritituba-Barcarena (mil t)
Soja e farelo de soja	2.712
Milho	2.681
Total	5.394

Fonte: EDLP

Com base nas informações da Tabela 27 e da Tabela 28, o Porto de Barcarena movimentou, em 2017, 6,4 milhões de toneladas de grãos, das quais 5,4 milhões acessaram o porto por meio da rodovia BR-163 e posteriormente utilizando a hidrovía do Tapajós. Os volumes agregados por corredor estão apresentados na Tabela 29.

¹⁶ <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>

Tabela 29 – Volume Movimentado por Corredor

Corredor	Volume exportação (mil t)
Santos	25.960
BR-163	8.444
Itaqui - Belém	3.572
Itacoatiara	3.523

Fonte: EDLP

De posse dos valores do ano-base, foi feita comparação entre os valores modelados e o realizado para validar a calibração do modelo. A Tabela 30 compara o percentual de movimentação de cada corredor entre o realizado e o modelado.

Tabela 30 – Comparação Movimentação Realizada contra o Modelado

Corredor	Realizado 2017	Modelado 2017
Santos	62,60%	61,80%
BR-163	20,30%	20,20%
Itaqui – Belém	8,60%	9,70%
Itacoatiara	8,50%	8,30%

Fonte: EDLP

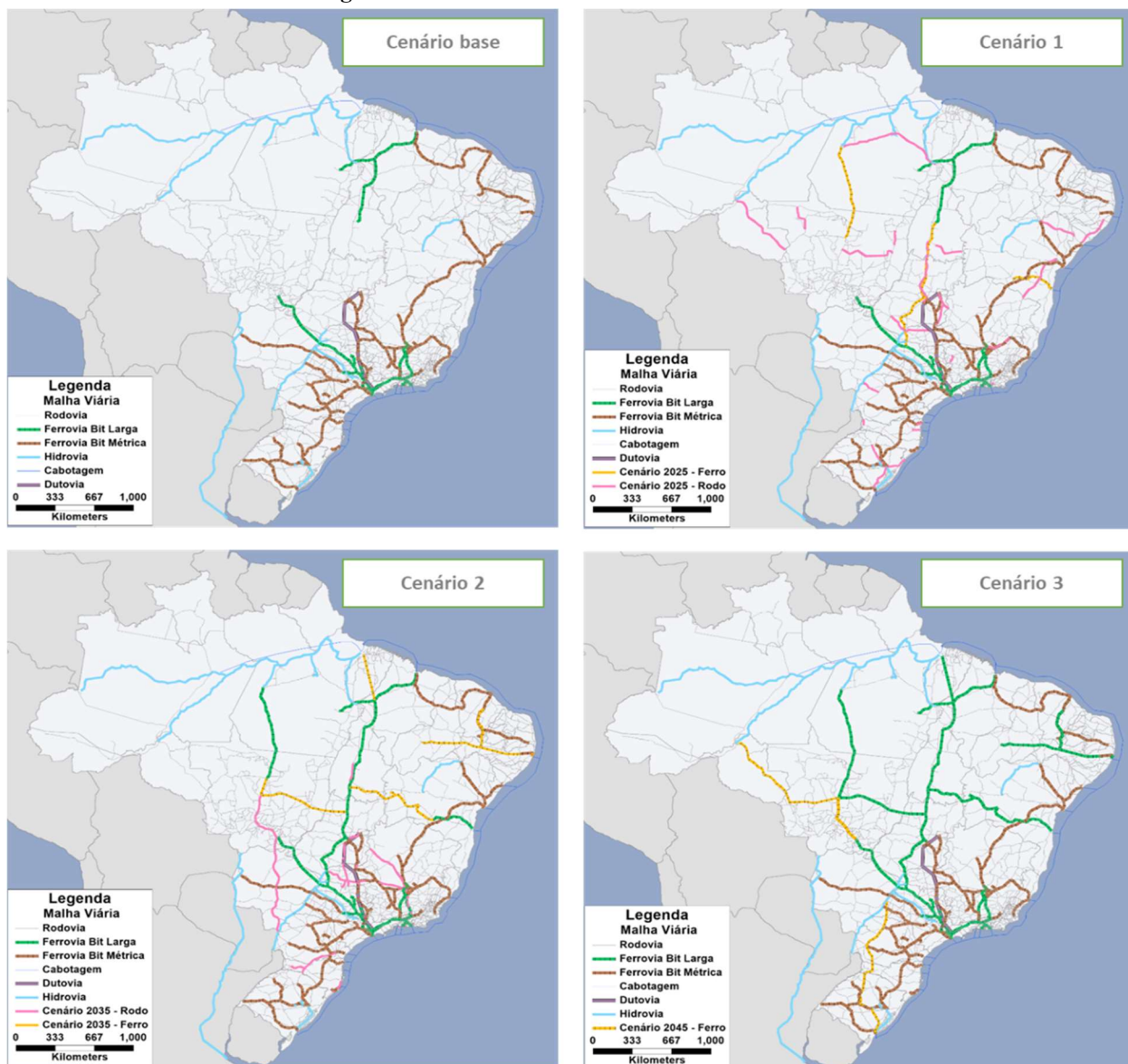
7.2. Resultados – Cenários Futuros

Nesta etapa, foram alocadas as matrizes O/D dos produtos de todos os anos-horizonte: 2020, 2030, 2040 e 2050, para os diversos cenários de oferta de infraestrutura, representados na Figura 46 a seguir.

Reitera-se que os anos-horizonte de simulação consideraram os cenários de oferta de infraestrutura imediatamente anteriores:

- O ano-horizonte de 2020 considera o Cenário Base de Oferta de Infraestrutura, de 2017;
- O ano-horizonte de 2030 considera o Cenário 1 de Oferta de Infraestrutura, de 2030;
- O ano-horizonte de 2040 considera o Cenário 2 de Oferta de Infraestrutura, de 2035;
- O ano-horizonte de 2050 considera o Cenário 3 de Oferta de Infraestrutura, de 2045.

Figura 46 – Cenários de Oferta de Infraestrutura



Fonte: EDLP

A projeção de demanda na Ferrogrão é a combinação entre a variação da produção e consumo no Brasil, a construção de vias para o transporte regional e o valor cobrado pela tarifa.

A Tabela 31 apresenta as tarifas por produto e trecho da Ferrogrão, considerando que a tarifa da Ferrogrão seja equivalente à tarifa da Rumo Malha Norte.

Tabela 31 – Tarifas na Ferrogrão (Sinop – Matupá – Miritituba)

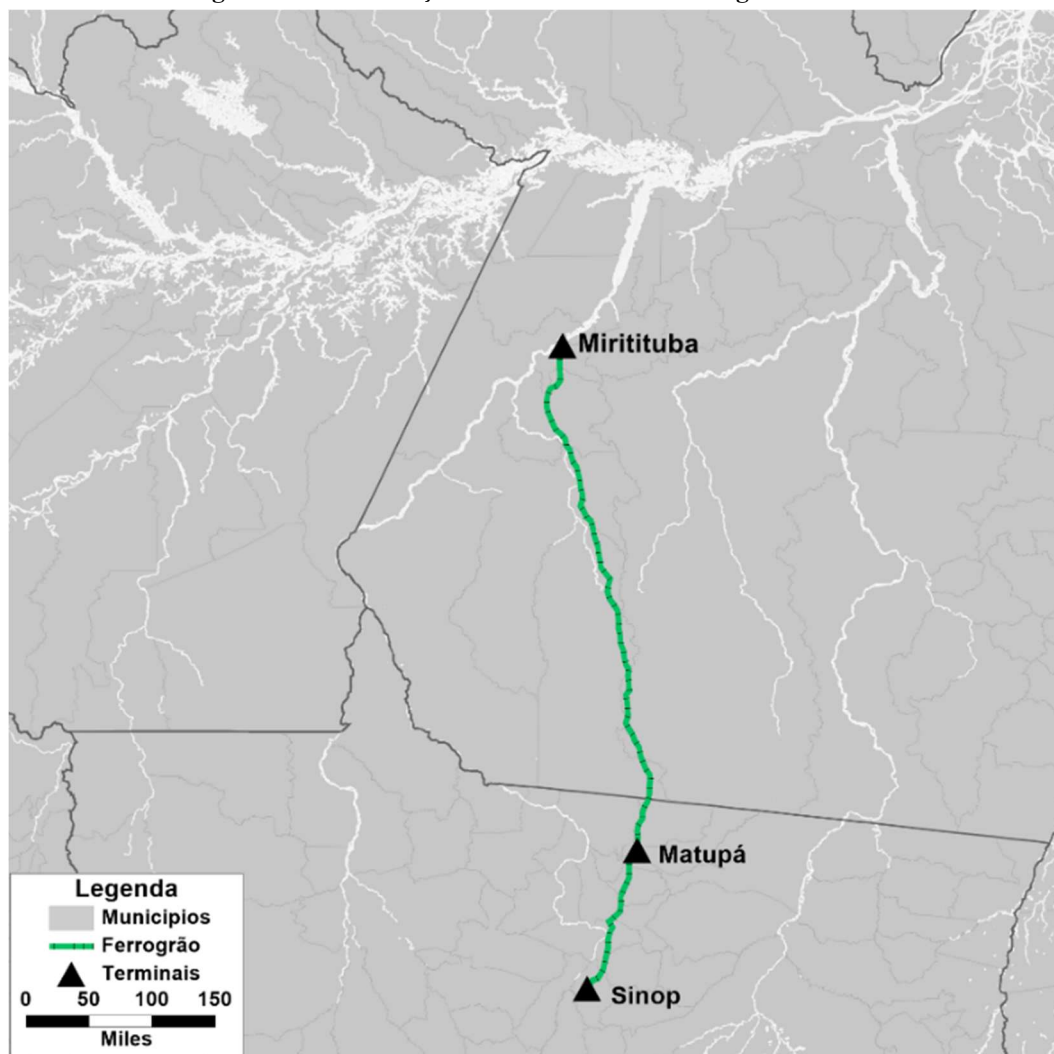
Carga	Origem	Destino	Valor (R\$/t)
Soja	Sinop	Miritituba	99,55
Milho	Sinop	Miritituba	99,55
Farelo	Sinop	Miritituba	99,55
Soja	Matupá	Miritituba	79,06
Milho	Matupá	Miritituba	79,06
Farelo	Matupá	Miritituba	79,06
Fertilizantes	Miritituba	Sinop	96,71
Fertilizantes	Miritituba	Matupá	83,69
Etanol	Sinop	Miritituba	76,48
Gasolina	Miritituba	Sinop	86,91
Diesel	Miritituba	Sinop	86,91
Açúcar	Sinop	Miritituba	91,21

Fonte: EDLP

7.2.1. Resultado do Carregamento para o Ano-Horizonte de 2030

Para o presente caso, é considerado o Cenário de Infraestrutura 1, referente ao ano de 2030. Neste cenário, ocorre a entrada da Ferrogrão, com início em Sinop chegando até Itaituba, além do terminal intermediário no município de Matupá, conforme mostra a Figura 47 a seguir.

Figura 47 – Localização dos Terminais da Ferrogrão em 2030



Fonte: EDLP

Neste cenário, a captação da Ferrogrão se concentra nos municípios da porção central do estado que utilizam as rodovias (BR-163 ou MT-220) para se dirigir até o terminal de Sinop, conforme destaca o mapa de carregamento da Figura 48.

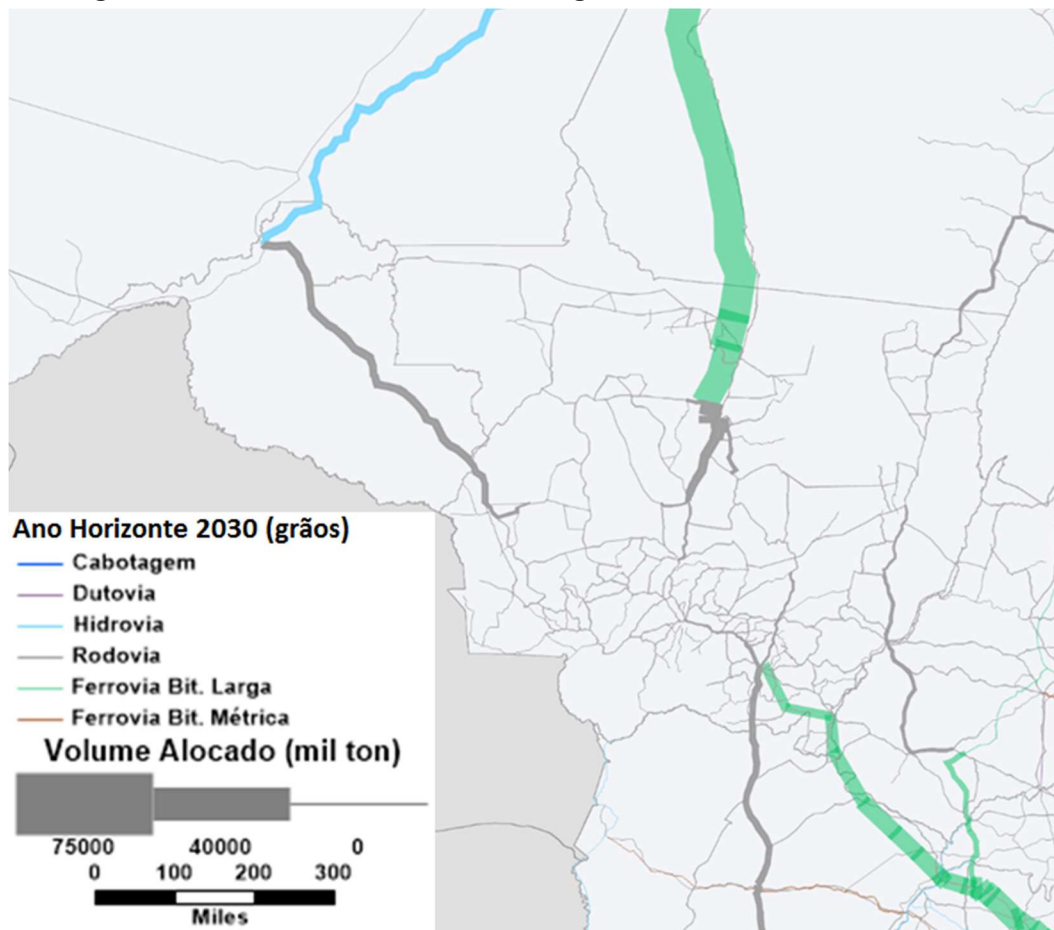
Após embarcar na Ferrogrão, a carga é transbordada para a hidrovia no terminal de Miritituba, seguindo para os portos de Santarém e Barcarena.

As principais rotas que concorrem com a Ferrogrão neste cenário são as opções rodoviária e ferroviária para Santos, que limitam a captação do ativo no sul do estado do Mato Grosso.

Com relação às demais rotas de escoamento do Mato Grosso, a opção hidroviária pelo Rio Madeira mantém sua captação na porção oeste do estado do Mato Grosso, principalmente próximo à divisa com Rondônia. Já a parte leste do estado destina sua carga para Santos, enquanto

que os municípios da porção nordeste têm sua produção escoada via rodovia BR-158, conforme apresentado na Figura 48.

Figura 48 – Detalhamento do Volume Carregado de Grãos no Mato Grosso – 2030



Fonte: EDLP

A entrada da Ferrogrão gera uma competição direta com a rodovia BR-163 no trecho entre Sinop e Miritituba, de modo que, com o início da sua operação, grande parte da carga deixa a rodovia e migra para a ferrovia.

A distribuição do carregamento entre os diferentes modos de transporte pode ser vista na Figura 49.

Figura 49 – Volume Carregado de Grãos – 2030



Fonte: EDLP

7.2.2. Resultado do Carregamento para o Ano-Horizonte de 2040

Para o presente caso, é considerado o Cenário de Infraestrutura 2, referente ao ano de 2035. Neste cenário, é implementada a FICO no trecho entre Lucas do Rio Verde e Campinorte, além da extensão da FNS entre Açailândia e Barcarena e da extensão da ferrovia entre Sinop e Lucas do Rio Verde.

Este projeto de extensão entre Sinop e Lucas do Rio Verde favorece o aumento da captação da Ferrogrão na parte central do estado, já que a carga passa a embarcar em Lucas do Rio Verde, subindo diretamente de ferrovia até Sinop. De lá, a carga percorre a Ferrogrão e é

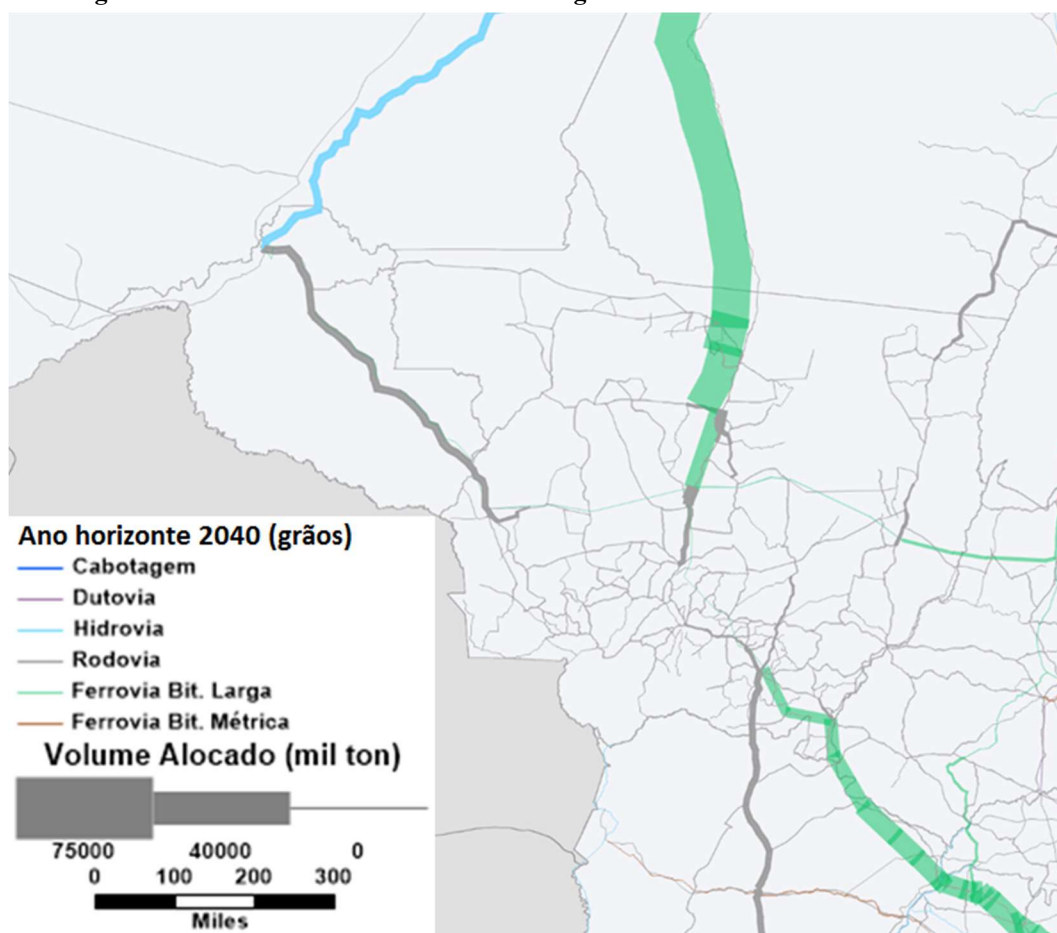
transbordada para a hidrovia no terminal de Miritituba, seguindo para os portos de Santarém e Barcarena.

A entrada da FICO também beneficia a Ferrogrão, já que ela aumenta a captação de carga vinda dos municípios da parte leste do Mato Grosso, que embarca no terminal de Água Boa, dirigindo-se até Lucas do Rio Verde. De lá, a carga pode prosseguir pela extensão ferroviária até Sinop, onde embarca na Ferrogrão com destino a Miritituba e posteriormente até os Portos de Santarém e Barcarena.

No mapa da Figura 50, que mostra o carregamento de grãos, é possível observar que a FICO também destina parte da sua carga para a Ferrovia Norte-Sul.

Neste cenário, os municípios na porção nordeste do Mato Grosso continuam a utilizar a rodovia BR-158.

Figura 50 – Detalhamento do Volume Carregado de Grãos no Mato Grosso – 2040



Fonte: EDLP

Com a extensão ferroviária em direção ao sul, a partir de Sinop, a Ferrogrão se torna mais competitiva na região de Lucas de Rio Verde, aumentando assim sua captação a partir do ano de 2035.

Figura 51 – Volume Carregado de Grãos – 2040



Fonte: EDLP

7.2.3. Resultado do Carregamento para o Ano-Horizonte de 2050

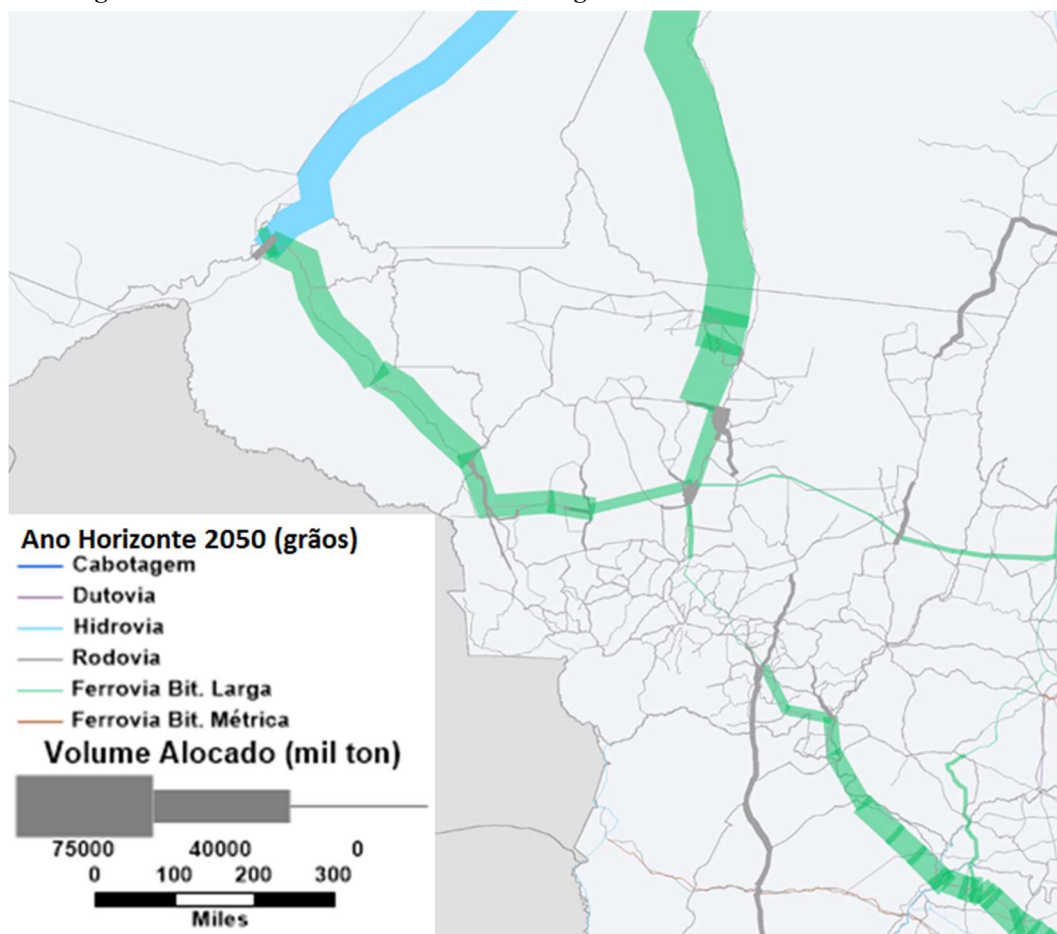
Para o presente caso, é considerado o Cenário de Infraestrutura 3, referente ao ano de 2045. Para o Cenário 3, a principal alteração nos ativos no estado do Mato Grosso é a complementação da FICO entre Lucas do Rio Verde até Porto Velho. Com esta nova ferrovia, a

opção pela hidrovia do Rio Madeira, que até então se limitava ao oeste do Mato Grosso, próximo à divisa com Rondônia, se torna mais competitiva, pela combinação da ferrovia com a hidrovia, estendendo sua área de influência até quase a porção central do estado, como mostra a Figura 52. Com isso, a Ferrogrão perde parte da sua carga a partir de 2045.

Em contrapartida, é implementada também a extensão da ferrovia entre Rondonópolis e Lucas do Rio Verde. Este novo projeto beneficia a Ferrogrão, pois parte da carga do sul do estado passa a embarcar no terminal em Nobres, dirigindo-se para o norte pela ferrovia, até chegar no terminal de Sinop da Ferrogrão. Novamente, a carga irá se dirigir até Miritituba, transbordando e se dirigindo até Santarém e Barcarena. Para os municípios que estão mais ao sul de Nobres, a opção de escoamento por Santos continua a ser mais competitiva.

Já na porção leste do estado, não há impacto nas rotas com a entrada dos novos projetos.

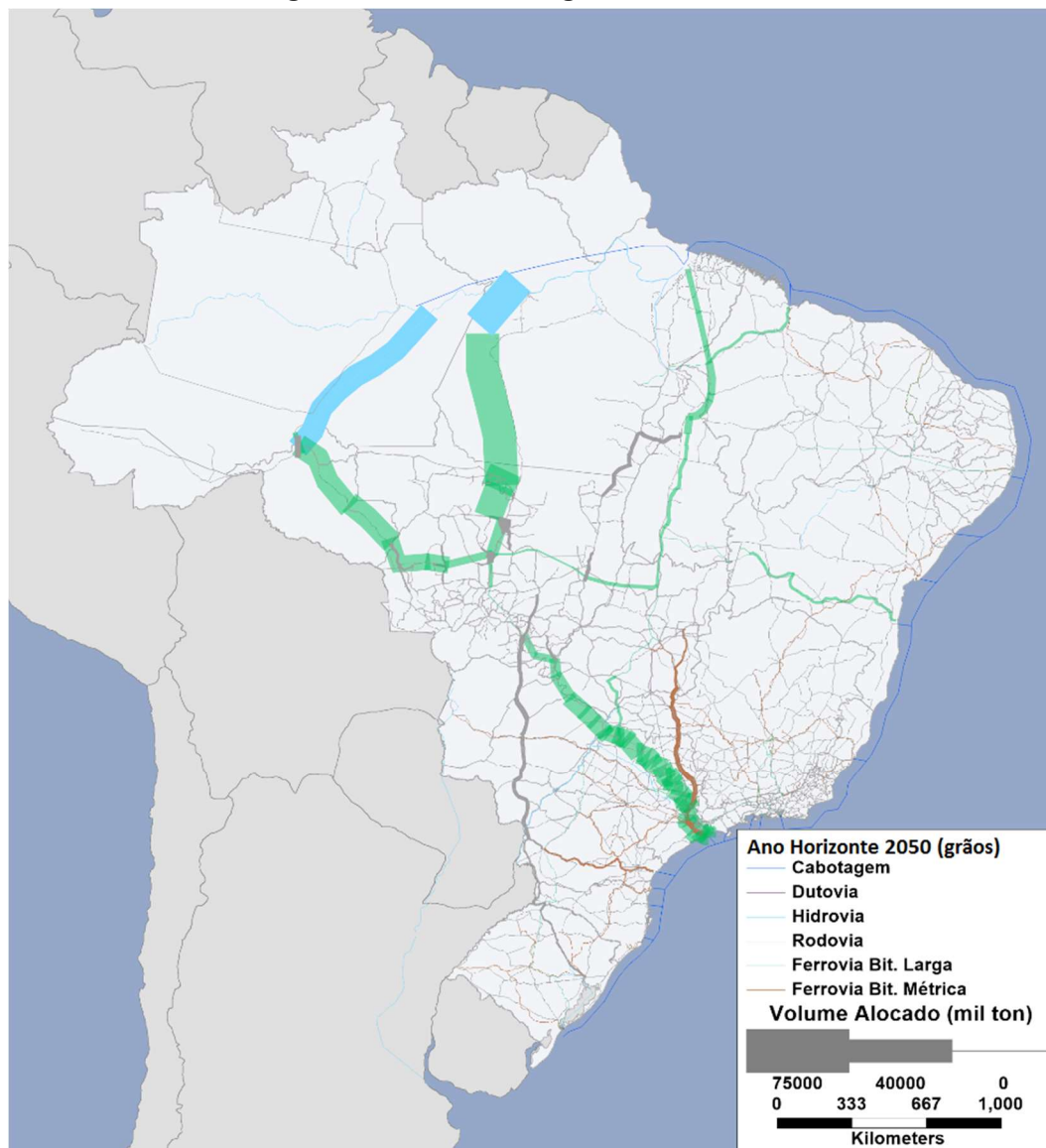
Figura 52 – Detalhamento do Volume Carregado de Grãos no Mato Grosso – 2050



Fonte: EDLP

A distribuição do carregamento entre os diferentes modos de transporte pode ser vista na Figura 53.

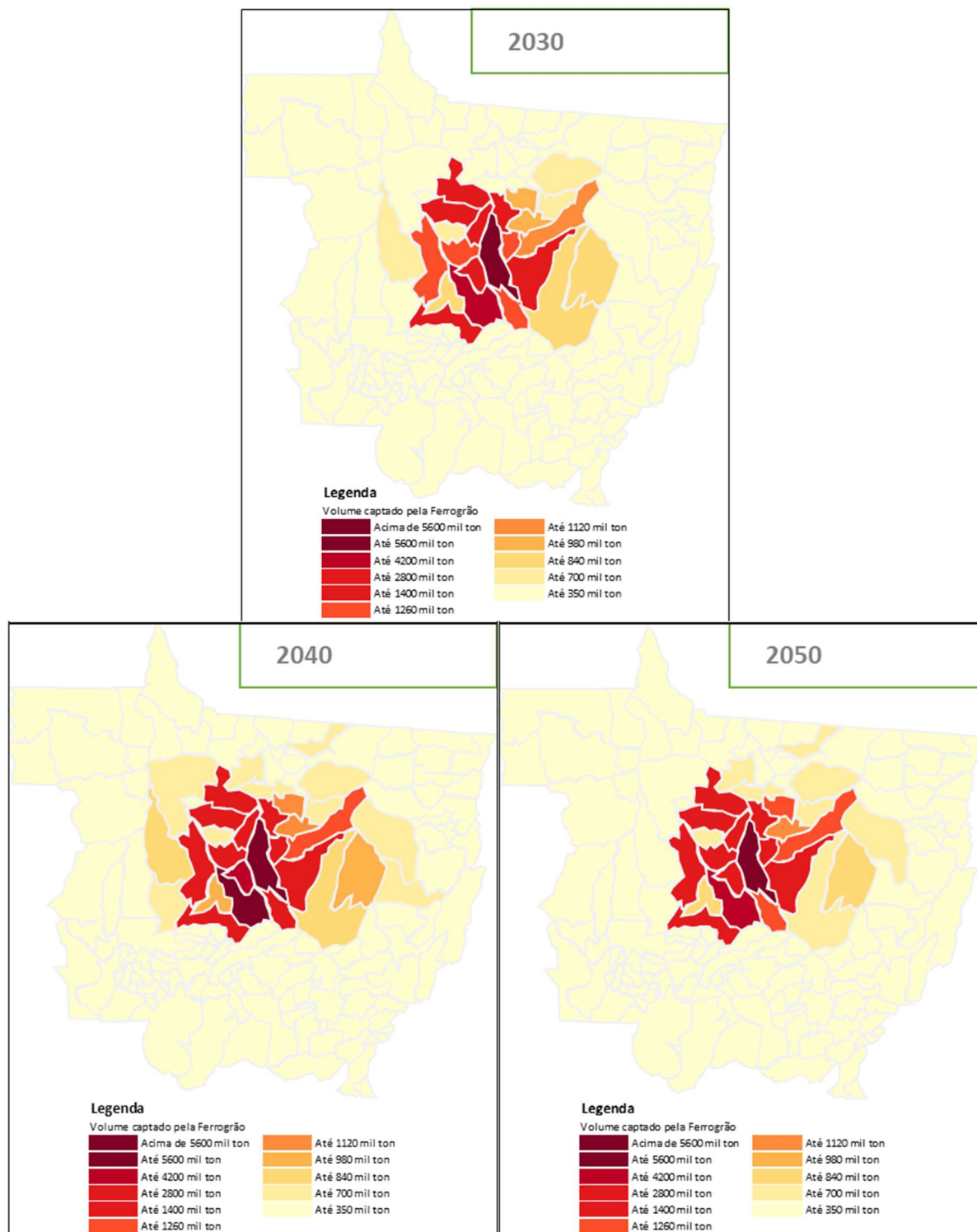
Figura 53 – Volume Carregado de Grãos – 2050



Fonte: EDLP

Os mapas da Figura 54 apresentam os volumes captados pela Ferrogrão nos municípios do estado do Mato Grosso para os anos de 2030, 2040 e 2050.

Figura 54 – Volume captado pela Ferrogrão em 2030, 2040 e 2050



Fonte: EDLP

A Ferrogrão começa a receber carga de terceiros a partir do ano de 2035, com a entrada da FICO Leste no trecho entre Lucas do Rio Verde e Campinorte, além da extensão da FNS entre Açailândia e Barcarena e da extensão da ferrovia entre Sinop e Lucas do Rio Verde. Nessa

configuração, parte da carga embarca no terminal de Água Boa e se dirige até Sinop, gerando demanda para a Ferrogrão.

No ano de 2045, a Ferrogrão se conecta à extensão ferroviária entre Rondonópolis e Lucas do Rio Verde. Esta conexão traz um volume adicional para a Ferrogrão, a partir do volume embarcado no terminal de Nobres e que se dirige ao norte até chegar na Ferrogrão em Sinop.

7.3. Fator *Ramp-Up*

Para o estudo, o período de *ramp-up* é o tempo considerado da implantação da nova alternativa de infraestrutura de transporte até a consolidação da captação da demanda potencial. Esse período caracteriza-se por ter uma demanda inferior à demanda potencial, porém, tal diferença é minimizada no decorrer dos meses ou anos.

A confiabilidade do serviço, a obtenção de contratos e a decisão do demandante em trocar o modal de transporte são alguns dos fatores que determinam o período do *ramp-up*. Nesse estudo, foi considerado o mesmo período utilizado no Caderno Operacional disponibilizado para a Audiência Pública nº 14/2017. Assim, é atribuído um *ramp-up* operacional nos primeiros anos e calculada a demanda efetivamente atendida, conforme apresentado no próximo item.

7.4. Resultados – Volumes de Transporte

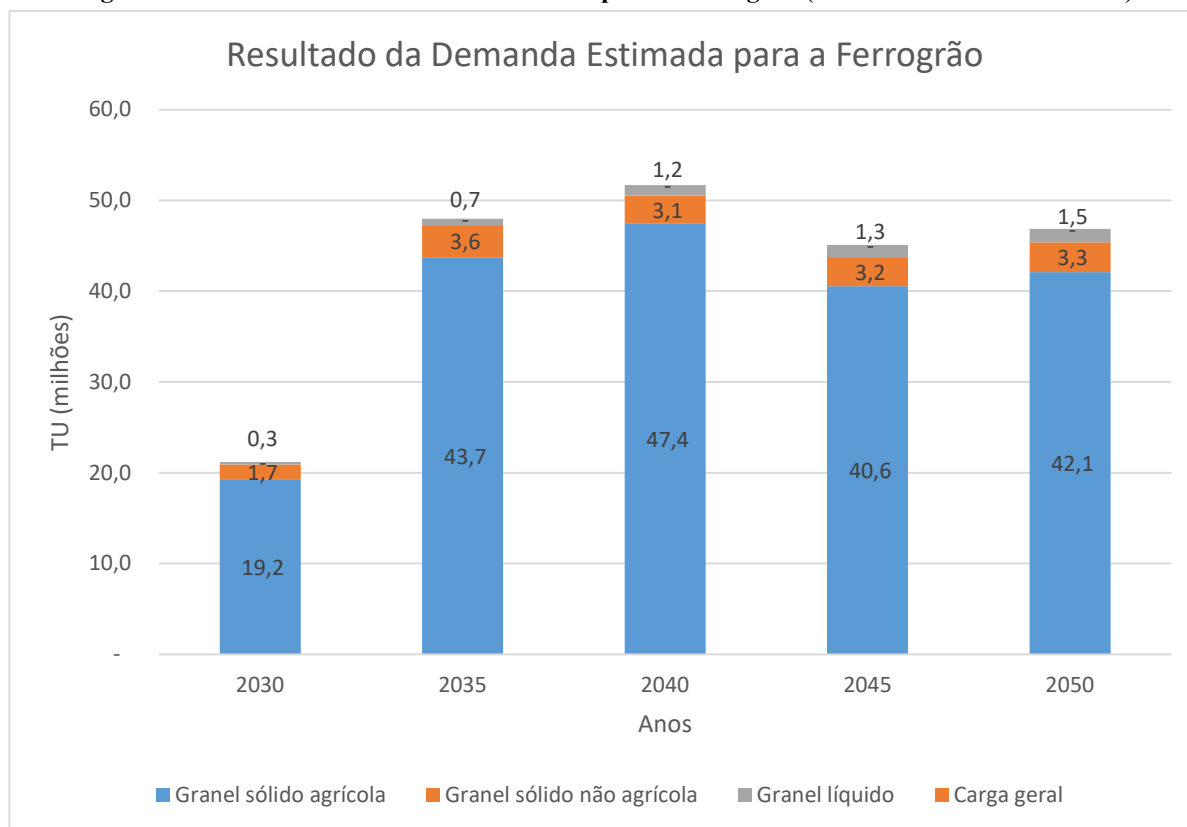
Os resultados finais, empregados nas etapas posteriores dos estudos de Concessão da Ferrogrão, trecho Sinop - Miritituba, são apresentados a seguir.

Tabela 32 – Estimativa de Volumes Totais, de 2030 a 2050 (Milhões de Toneladas Úteis)

Unidade: Milhões de TU	2030	2035	2040	2045	2050
Carga geral	-	-	-	-	-
Granel líquido	0,3	0,7	1,2	1,3	1,5
Granel sólido agrícola	19,2	43,7	47,4	40,6	42,1
Granel sólido não agrícola	1,7	3,6	3,1	3,2	3,3
TOTAL	21,2	48,0	51,7	45,1	46,9

Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

Figura 55 – Resultado da Demanda Estimada para a Ferrogrão (Milhões de Toneladas Úteis)



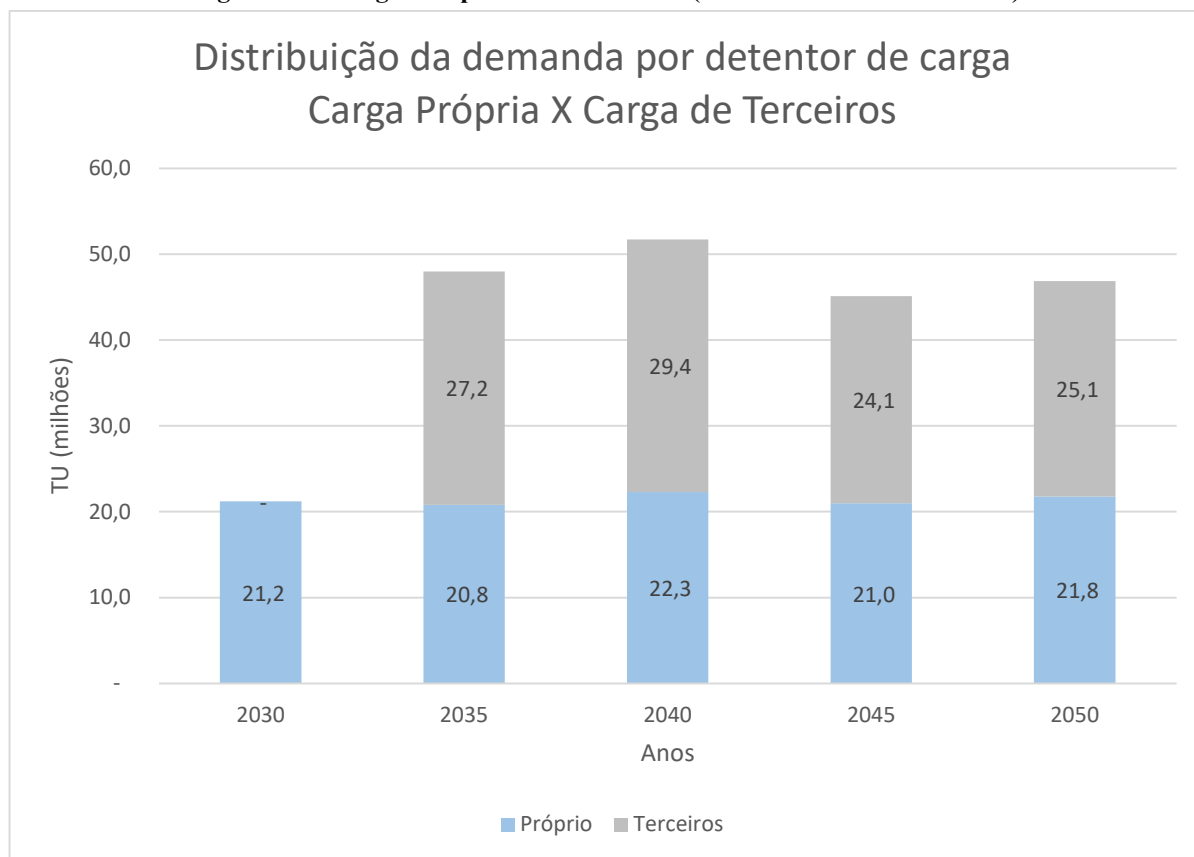
Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

Tabela 33 – Relação Carga Própria x Carga de Terceiros, de 2030 a 2050 (Milhões de Toneladas Úteis)

Unidade: Milhões de TU	2030	2035	2040	2045	2050
Próprio	21,2	20,8	22,3	21,0	21,8
Terceiros	-	27,2	29,4	24,1	25,1
TOTAL	21,2	48,0	51,7	45,1	46,9

Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

Figura 56 – Cargas Próprias e de Terceiros (Milhões de Toneladas Úteis)



Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

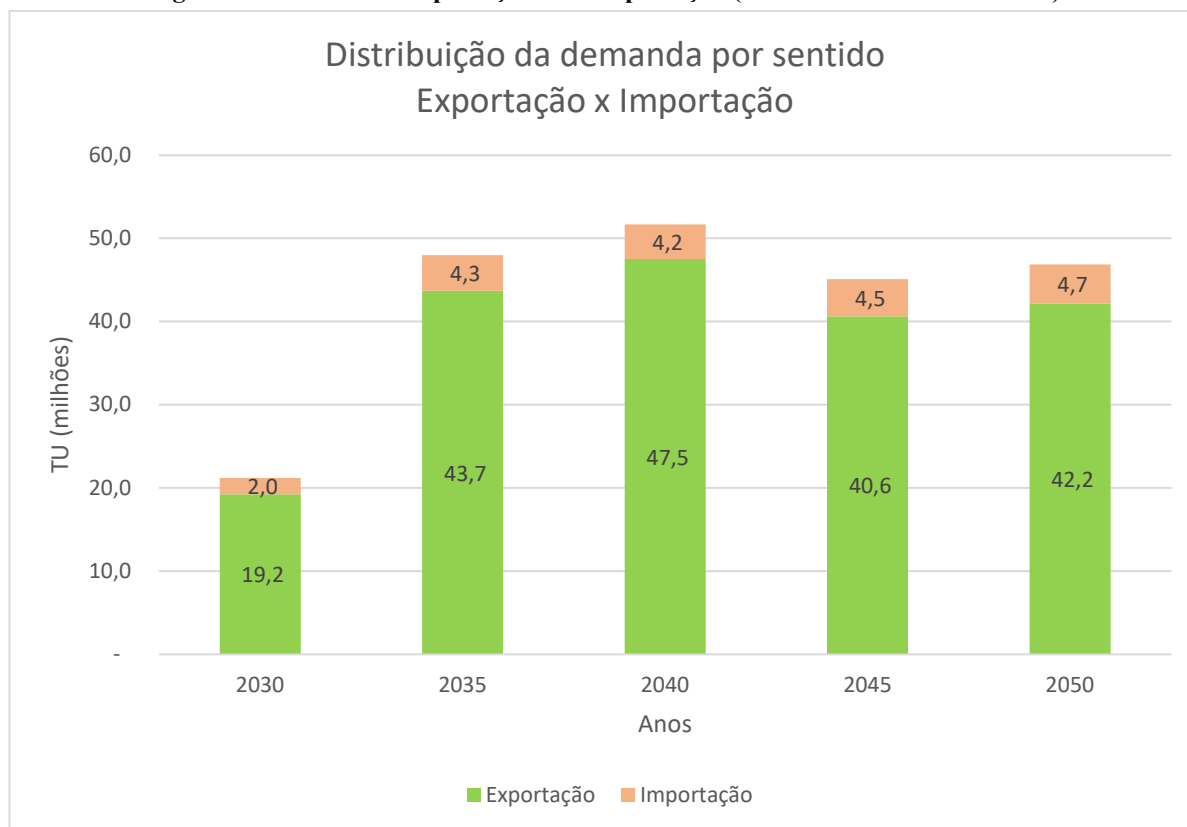
Cumprir informar que, para fins de classificação de detenção da carga, o presente estudo considerou como carga própria, toda carga cujo fluxo ferroviário principal origina-se na Ferrogrão. No que se refere a carga originária da extensão ferroviária a ser construída entre Sinop e Lucas do Rio Verde, esta foi considerada como carga de terceiros.

Tabela 34 – Relação Carga de Exportação x Importação, de 2030 a 2050 (Milhões de Toneladas Úteis)

Unidade: Milhões de TU	2030	2035	2040	2045	2050
Exportação	19,2	43,7	47,5	40,6	42,2
Importação	2,0	4,3	4,2	4,5	4,7
TOTAL	21,2	48,0	51,7	45,1	46,9

Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

Figura 57 – Fluxos de Exportação e de Importação (Milhões de Toneladas Úteis)



Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

No modelo, foram simulados os anos-horizonte 2020, 2030, 2040 e 2050. Para os anos intermediários, foi feita uma interpolação, conforme pode ser observado Matriz O/D disponível no Anexo I.

Não obstante o estudo ter sido desenvolvido considerando-se cada produto carregado em particular, para fins das próximas etapas dos estudos de concessão, é o bastante que estes estejam agregados nas quatro classes apresentadas neste capítulo:

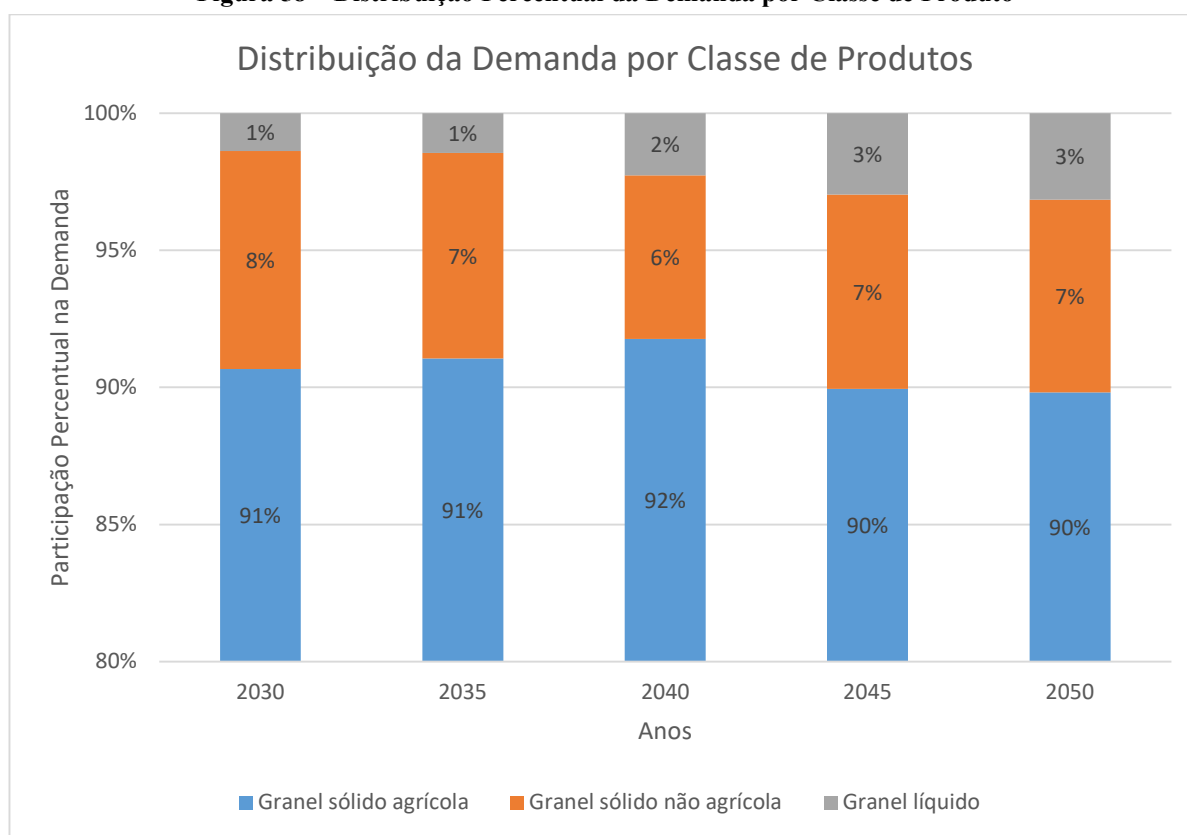
- Granéis sólidos não agrícolas – GSNA;
- Granéis sólidos agrícolas – GSA;
- Cargas gerais – CG; e
- Granéis líquidos – GL.

O detalhamento dos resultados, assim como a separação produto a produto, podem ser observados na Matriz OD constante do Anexo I do presente caderno.

Assim sendo, concluiu-se que, para todo o período de concessão, a carga mais representativa a ser transportada pela Ferrogrão são os graneis sólidos agrícolas, em especial, a soja e o milho.

Os demais grupos com maior representatividade são, respectivamente os graneis sólidos não agrícolas e os graneis líquidos. De acordo com o presente estudo, a Ferrogrão não carregaria carga geral, em nenhum dos cenários simulados. A Figura 58, abaixo, ilustra a representatividade de cada classe de produto na demanda da Ferrogrão.

Figura 58 – Distribuição Percentual da Demanda por Classe de Produto



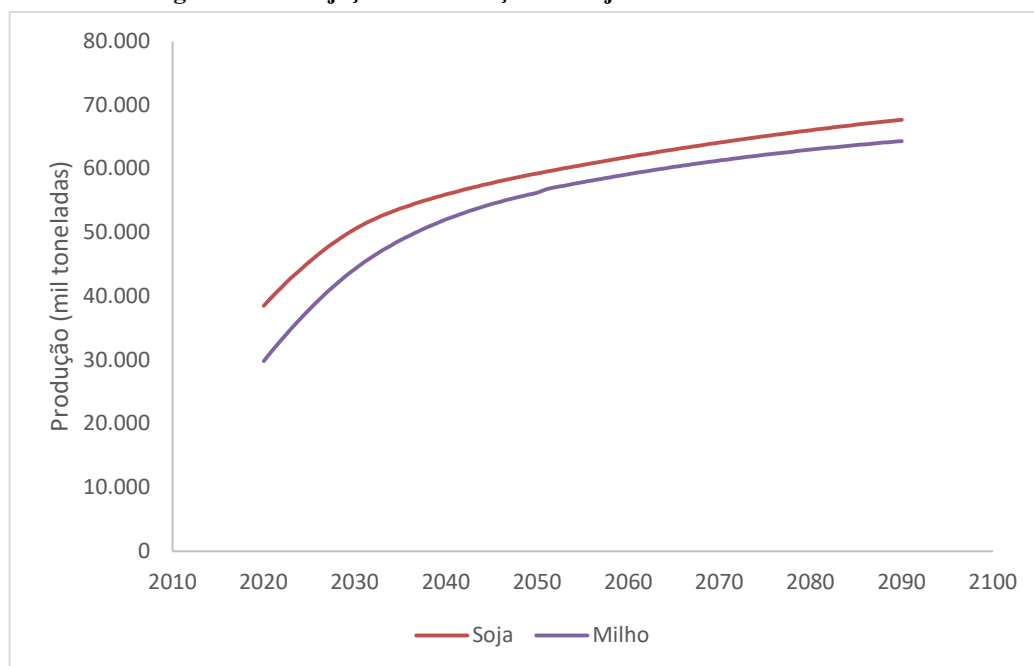
Fonte: EDLP, adaptado por ANTT

Desse modo, o Estudo de Demanda indica que, em se tratando de volume anual total de carga transportada pela Ferrogrão, serão transportados 21,2 milhões de toneladas em 2030, atingindo 51,7 milhões de toneladas em 2040 e chegando em 2050 a um volume de 46,9 milhões de toneladas.

No tocante ao volume anual total de carga de graneis sólidos agrícolas, projeta-se a cifra 19,2 milhões de toneladas em 2030, atingindo um pico de 47,4 milhões de toneladas em 2040 e chegando a um volume de 42,1 milhões de toneladas em 2050.

Considerando-se o prazo de 60 anos de concessão, para o período de 2050-2089, a demanda na ferrovia foi obtida através da extrapolação dos resultados. Assim, para os anos posteriores a 2050, são utilizadas as projeções de produção estadual do Mato Grosso, conforme apresentados na Figura 59, admitindo-se que o percentual de captação da produção em 2050 se manteria constante até 2089.

Figura 59 – Projeção de Produção de Soja e Milho no Mato Grosso



Fonte: EDLP

Para os demais produtos, foi adotado um crescimento tendencial do carregamento com base em sua variação no período de 2040 até 2050, sendo aplicado nos anos seguintes.

Todos os resultados citados no presente capítulo podem ser verificados na Matriz O/D disponível no Anexo I.

8. Lista de Anexos

Anexo I - Matriz Origem/Destino