



CENTRO DE INTEGRAÇÃO LOGÍSTICA

ETAPA 5

DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DE LOCALIZAÇÃO DE CILs

TOMO IV - APÊNDICE III

VALIDAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO DE LOCALIZAÇÃO DE CILs



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO



Instituto Alberto Luiz Coimbra de
Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia



Ministério dos
Transportes

BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO



***ESTUDOS E PESQUISAS PARA DESENVOLVIMENTO DE
METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE CENTROS DE
INTEGRAÇÃO LOGÍSTICA COM VISTAS A SUBSIDIAR POLÍTICAS
PÚBLICAS VOLTADAS À PROMOÇÃO DA INTERMODALIDADE NO
TRANSPORTE DE CARGAS***

Etapa 5

Desenvolvimento da Metodologia de Localização de CILs

Tomo IV – Apêndice III

Validação do Modelo Matemático de Localização de CILs

(Termo de Cooperação nº 01/2013/SPNT/MT)



Janeiro de 2016

República Federativa do Brasil

Dilma Rousseff

Presidência da República

Ministério dos Transportes

Antonio Carlos Rodrigues

Ministro de Estado dos Transportes

Edson Giroto

Secretário-Executivo - Substituto

Secretaria de Política Nacional Transportes

Herbert Drummond

Secretário de Política Nacional de Transportes

Francisco Luiz Baptista da Costa

Diretor do Departamento de Planejamento de Transportes

Katia Matsumoto Tancon

Coordenador-Geral de Avaliação

Eimair Bottega Ebeling

Coordenador-Geral de Planejamento

Equipe Técnica

Artur Monteiro Leitão Junior

Analista de Infraestrutura

Everton Correia do Carmo

Coordenador de Informação e Pesquisa

Francielle Avancini Fornaciari

Analista de Infraestrutura

Luiz Carlos de Souza Neves Pereira

Engenheiro, M.Sc.

Mariana Campos Porto

Analista de Infraestrutura

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Professor Roberto Leher

Reitor

Professor Fernando Luis Bastos Ribeiro

Decano do Centro de Tecnologia

Professor Edson Watanabe

Diretor da COPPE

Professor Fernando Rochinha

Diretor de Tecnologia e Inovação

Professor Rômulo Dante Orrico Filho

Coordenação Geral

Equipe Técnica

Professor Abilio Pereira de Lucena Filho

Professor Glaydston Mattos Ribeiro

Professor Hostilio Xavier Ratton Neto

Beatriz Berti da Cóstã

Geraldo Regis Mauri

Gerusa Ravache

Giselle Ferreira Borges

José do Egypto Neirão Reymão

Marcus Vinicius Oliveira Camara

Mariam Tchepurnaya Daychoum

Saul Germano Rabello Quadros

Vanessa de Almeida Guimarães

Vinicius Leal do Forte

Equipe de Apoio

Maria Lucia de Medeiros

Natália Portella Santos Parra Viegas

SUMÁRIO

APÊNDICE III – VALIDAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO DE LOCALIZAÇÃO DE CILs.....	2
I INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA UTILIZAÇÃO DO MODELO.....	3
II ABORDAGEM COMPUTACIONAL.....	5
III ANÁLISE DOS CENÁRIOS PROPOSTOS.....	7
III.1 ANÁLISE SEGREGADA DOS GRUPOS DE PRODUTOS.....	8
III.2 CENÁRIO – TODOS OS PRODUTOS.....	17
III.3 CENÁRIO – SEM MINÉRIO DE FERRO.....	22
III.4 CENÁRIO – SEM MINÉRIO DE FERRO E VEÍCULO.....	27
III.5 CILS CANDIDATOS AO PROJETO PILOTO.....	33
IV CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura III.1 – CILs habilitados para movimentação de granéis vegetais.....	9
Figura III.2 – Distribuição dos CILs de granéis vegetais habilitados no território brasileiro.	10
Figura III.3 – CILs habilitados para movimentação de granéis minerais.	11
Figura III.4 – Distribuição dos CILs de granéis minerais habilitados no território brasileiro.	12
Figura III.5 – CILs habilitados para movimentação de granéis líquidos.....	13
Figura III.6 – Distribuição dos CILs de granéis líquidos habilitados no território brasileiro.	14
Figura III.7 – CILs habilitados para movimentação de neogranéis.....	15
Figura III.8 – CILs habilitados para movimentação de carga geral.....	16
Figura III.9 – Distribuição dos CILs de carga geral habilitados no território brasileiro.....	17
Figura III.10 – Distribuição dos CILs indicados para abertura por estado brasileiro.	18
Figura III.11 – Variação de atração de volumes de cargas pelas microrregiões viáveis, considerando as 22 matrizes (ton.) do PNLT.....	19
Figura III.12 – Destaque para as microrregiões que concentram 80% da produção atraída no cenário com todos os produtos.....	20
Figura III.13 – Indicação dos estados em que se localizam os CILs que concentram 80% da movimentação.....	21
Figura III.14 – Variação de atração de volumes de cargas pelas microrregiões viáveis, sem minério de ferro.	23
Figura III.15 – Destaque para as microrregiões que concentram 80% da produção atraída no cenário sem minério de ferro.	24
Figura III.16 – Distribuição dos CILs indicados para abertura por estado brasileiro (cenário sem minério).	25
Figura III.17 – Indicação dos estados em que se localizam os CILs que concentram 80% da movimentação (cenário sem minério).	26
Figura III.18 – Variação de atração de volumes de cargas pelas microrregiões viáveis, sem minério de ferro e veículos.	29
Figura III.19 – Destaque para as microrregiões que concentram 80% da produção atraída no cenário sem minério de ferro e veículos.	30
Figura III.20 – Distribuição dos CILs indicados para abertura por estado brasileiro (cenário sem minério e sem veículo).	31
Figura III.21 – Indicação dos estados em que se localizam os CILs que concentram 80% da movimentação (cenário sem minério e sem veículo).	32
Figura III.22 – Ilustração geográfica das microrregiões indicadas como candidatas ao Projeto Piloto.	35
Figura III.23 – Ilustração geográfica das microrregiões indicadas como candidatas ao Projeto Piloto – detalhes da rede viária.	36

LISTA DE QUADROS

Quadro I.1 – Grupos de produtos considerados para elaboração dos cenários.....	4
Quadro II.1 – Quantidade de variáveis associadas a cada grupo de produtos.....	6
Quadro III.1 – Variações dos volumes de cargas atraídas por CILs – Cenários Distintos.....	28
Quadro III.2 – Locais habilitados para CILs indicados como candidatos ao Projeto Piloto.....	34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ALL – América Latina Logística
CIL – Centro de Integração Logística
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MT – Ministério dos Transportes
PIB – Produto Interno Bruto
PIL – Programa de Investimento em Logística
PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes
ZPE – Zona de Processamento de Exportação

**APÊNDICE III – VALIDAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO DE
LOCALIZAÇÃO DE CILs**

APÊNDICE III – VALIDAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO DE LOCALIZAÇÃO DE CILS

Este apêndice apresenta uma aplicação inicial do modelo matemático visando sua validação. Os experimentos foram efetuados tomando como base a rede do Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT 2009, o que permitiu que fossem feitos avanços na validação do modelo matemático de localização de Centro de Integração Logística – CIL em paralelo ao processo de ajuste e correções da base do PNLT 2011.

A escolha da base de dados do PNLT 2009 se deu por conta de se ter maior segurança em relação a conectividade e informações dos arcos da base multimodal desta versão do PNLT, uma vez que foi verificada a necessidade de ajustes na base do PNLT 2011 em função de algumas questões observadas como a necessidade de atualização e inserção de informações.

No entanto, é importante destacar que, no caso rodoviário, a extensa malha (95% da rede de transportes) gera um número elevado de possibilidades de rotas, enquanto que nos demais modos existem pouca, ou nenhuma, concorrência (competição) de rotas. Isso faz com que as decisões de uso e análises de caminho/custo mínimo, para o modo rodoviário, sejam mais sensíveis aos custos operacionais, por consequência, seja mais relevante à atualização desses custos nas rodovias.

Assim, para aplicação do procedimento de validação do modelo matemático, foi necessário antes que se promovesse a atualização do atributo que define os custos operacionais dos links rodoviários, conforme apresentado no Capítulo 2 do Apêndice I (Relatório 5, Tomo II).

Dessa forma, este Apêndice descreve os procedimentos e resultados da utilização da modelagem matemática proposta para a localização de CIL, com base nos dados do PNLT 2009, apresentando os resultados preliminares que possibilitam o entendimento dos limites de utilização do modelo matemático na definição das estruturas tipo CIL.

I INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA UTILIZAÇÃO DO MODELO

Uma vez apresentado o desenvolvimento do modelo matemático usado para obtenção dos dados deste relatório, torna-se necessário discorrer sobre a base de dados e os parâmetros definidos para geração dos cenários.

Ressalta-se que foi tomada como fonte para elaboração dos cenários a base de dados georreferenciada do PNLT (MT, 2007 e 2009) prevista para o ano de 2023, a qual está detalhada no Tomo II – Apêndice I.

Sobre o passo a passo de elaboração dos cenários ressalta-se que foram consideradas as matrizes de produção e consumo dos 22 principais produtos indicados no PNLT projetadas para o ano de 2023. O zoneamento adotado por este Plano considera que:

1. A unidade espacial mínima de cada zona de transporte deve abranger os limites municipais, ou seja, nenhuma zona pode ser formada por parte de um município;
2. As zonas de transporte podem agregar um ou mais municípios, sendo recomendável a correspondência a alguma unidade espacial adotada pelo IBGE (microrregiões ou mesorregiões homogêneas); e
3. Regiões com maior densidade da malha de transporte devem ser subdivididas em um maior número de loteamentos (como na região Sudeste, por exemplo).

Destaca-se que como os fluxos de importação ou exportação também devem ser considerados no zoneamento, assim, considerando as 558 referentes ao território brasileiro e uma para representar os fluxos de importação e exportação, foram adotadas para o modelo, um total de 559 microrregiões. Cabe salientar que os produtos identificados foram agrupados em cinco grupos, conforme exposto no Quadro I.1.

Além disso, tomou-se como base a rede viária multimodal do PNLT, considerando as necessidades de calibrações de custos operacionais nessa rede (com ênfase para o modo rodoviário, conforme Tomo II – Apêndice I) e apropriações de custos logísticos a serem praticados pelos CILs.

Ressalta-se que foram realizados ajustes nas redes hidroviárias e ferroviárias, com atenção especial a esta última em face da necessidade de caracterização do Programa de Investimento em Logística – PIL ferroviário, que não havia sido

contemplado na última versão do PNLT, tendo em vista que seu lançamento foi posterior à elaboração deste plano. Salienta-se que para os grupos de produtos “granéis líquidos”, “carga geral” e “neogranéis” – exclusivamente para os veículos – considerou-se a possibilidade de transporte por meio de cabotagem.

Quadro I.1 – Grupos de produtos considerados para elaboração dos cenários.

Grupo de Carga	Produto
Granéis Agrícolas - Sólidos Vegetais	Açúcar
	Milho em grão
	Soja em grão
	Farelo de soja
Granéis Sólidos Minerais	Adbos
	Fertilizantes
	Bauxita
	Carvão
	Rocha
Granéis Líquidos	Minério de ferro
	Álcool
	Combustíveis
Neogranéis	Petróleo
	Siderúrgicos
Carga Geral	Veículos
	Cimento
	Cana-de-açúcar
	Madeira
	Celulose
	Oleosos
	Papel
Carnes	

Associados à rede multimodal, os pontos candidatos a CIL (microrregiões) foram previamente declarados como pontos de conexões intermodais preferenciais para as instalações destas estruturas de integração. Por meio do modelo de localização-alocação proposto, foram definidas quais das microrregiões candidatas à CIL efetivamente seriam indicadas para instalação destas estruturas.

Destaca-se que foram considerados como critérios para seleção das microrregiões candidatas à instalação de CILs:

- Disponibilidade de conexão de pelo menos dois modos de transporte;
- Concentração de 80% da produção do grupo de cargas em estudo; e
- No caso específico da análise de carga geral, além das microrregiões habilitadas pelos critérios anteriores, foram consideradas como

microrregiões candidatas, aquelas habilitadas nas análises anteriores para os demais grupos de carga.

Sobre parâmetros de entrada do modelo, ressalta-se que não foram consideradas capacidades máximas para abertura de CILs para que fosse possível analisar as potencialidades totais de movimentação de cada estrutura, e, posteriormente, fazer a priorização daquelas a serem estudadas no projeto piloto.

Como limitante inferior, por sua vez, tendo em vista que, caso não fosse fixado um valor, a estrutura poderia ser aberta para movimentar pequenas quantidades (tais como 10 toneladas de soja), foi atribuído um valor mínimo a ser movimentado de 500 mil toneladas para CILs exclusivos de carga geral ou graneis líquidos e 1 milhão para os demais grupos de produtos como quantidade mínima requerida para abertura. Dessa forma, foram estipulados quatro cenários para análise dos resultados, os quais estão descritos na Seção 3.5 do Relatório 5 Tomo I.

II ABORDAGEM COMPUTACIONAL

Para resolução do modelo de localização-alocação proposto, com os parâmetros definidos na Seção 3.3 do Relatório 5 Tomo I, foi necessário desenvolver um programa em linguagem de programação C++ em função das diferentes bases de dados que o problema requer analisar. Além disso, usou-se o software de otimização IBM ILOG CPLEX 12.5 (IBM, 2014).

Tendo em vista que o problema envolve 559 zonas de produção e 559 zonas de consumo, mais as microrregiões candidatas à instalação de CILs, as variáveis representando o livre comércio e as variáveis temporais, a quantidade total de variáveis tornou o problema de escala excessiva para ser resolvido no sistema computacional disponível, não sendo possível resolvê-lo com o CPLEX.

Para efeito de análise do modelo matemático, ressalta-se que foram consideradas as matrizes de produção e consumo dos 22 principais produtos indicados no PNLT – versão 2009 para o último ano do período de análise desse plano estratégico, ou seja, 2023.

Dessa forma, foram feitos três tipos de pré-processamento com o objetivo de eliminar variáveis e restrições redundantes ou desnecessárias:

1. Foram eliminadas todas as variáveis $x_{tpijm}^{dir}, x_{tpikm}^{ent}, x_{tpkjm}^{sai}$ e y_{tpikj} que não estivessem envolvidas com uma demanda par-a-par;
2. Se o custo de transporte direto de um produto $p \in P$ entre a zona de produção $i \in I$ e a zona de consumo $j \in J$ é menor que o custo de transportá-lo por meio de um CIL $k \in K$, seu transporte por meio de $k \in K$ é então descartado; e
3. Removeram-se as variáveis y_{tpikj} cujo custo total $\hat{C}_{tpikj} = C_{tpikm}^{ent} + C_{tpkjm}^{sai} + CT_{tpkjm}^{sai} + v_{tpk}$ é maior que C_{tpijm}^{dir} .

Ressalta-se que a solução ótima foi obtida por meio de um computador com processador Intel Xeon 3.16 Ghz e 8 Gbits de memória RAM rodando o sistema Operacional Ubuntu 12.04.5 LTS. O Quadro II.1 demonstra os números de variáveis, a quantidade de candidatos a CIL (z_{tk}) e o tempo de solução dos cenários considerando cada um dos grupos de produtos (com exceção de carga geral).

Quadro II.1 – Quantidade de variáveis associadas a cada grupo de produtos.

Variáveis	Granéis vegetais	Granéis minerais	Granéis líquidos	Neogranéis
x_{tpijm}^{dir}	46.362	7.736	13.818	10.994
x_{tpikm}^{ent}	36.306	1.579	5.798	1.646
x_{tpkjm}^{sai}	63.474	3.728	14.923	50.196
y_{tpikj}	630.889	18.933	76.154	353.291
z_{tk}	111	32	56	13
Tempo de solução	13.495,28 seg	9,31 seg	173,25 seg	3,01 seg

Destaca-se que o grupo “carga geral” não foi apresentado no Quadro 1.2 porque, em função da quantidade de variáveis envolvidas, não foi possível resolver este cenário em apenas uma etapa. Dessa forma, tornou-se necessária dividir as cargas que compõem a classe de “carga geral” em três subgrupos a fim de que o sistema computacional utilizado pudesse processar as informações e indicar os CILs, bem como suas respectivas quantidades de carga e percentuais de economia associados à utilização desta estrutura. Os tempos de solução, neste caso, variaram de 43.595,11 segundos a 164.917,26 segundos. Menciona-se também que, para o grupo de carga geral, o número de possíveis candidatos a CIL (representados por z , no Quadro II.1) foi de 177 microrregiões.

III ANÁLISE DOS CENÁRIOS PROPOSTOS

Para facilitar a análise dos resultados, quatro cenários foram estabelecidos. Inicialmente, cada grupo de carga foi analisado separadamente para que características específicas pudessem ser destacadas. Em seguida, todos os grupos de cargas foram considerados, o que permite identificar a importância de algumas microrregiões quanto à movimentação de mais de um grupo.

Devido ao grande volume de minério de ferro, um novo cenário foi estudado no qual tal produto não foi considerado. Ressalta-se que o PNLT, em sua elaboração, devido ao alto volume de minério de ferro, considerou este produto separadamente durante as análises; desta forma, o cenário indicado está de acordo com as premissas adotadas no plano. Por último, um cenário foi apresentado em que os produtos minério de ferro e veículos foram removidos. Considerando que o produto veículo se trata de unidade, não sendo considerado em volume (ton.), tem-se uma incompatibilidade com os demais produtos do PNLT. Desta maneira, optou-se por realizar um cenário sem os produtos minério de ferro e veículos.

Sendo assim, estes cenários, além de apresentar resultados importantes, permitiram auxiliar a tomada de decisão quanto aos locais candidatos a projeto piloto, item este de fundamental importância para a Etapa 6 – *Resultado do Projeto Piloto*. Destaca-se, entretanto, que o Cenário 2 foi criado para avaliar se minério de ferro pode levar a uma análise distorcida das realidades (indicando para abertura CILs dedicados a estes produtos), enquanto o Cenário 3 foi desenvolvido para minimizar tanto o impacto do minério de ferro quanto à maneira pela qual o produto “veículo” é contabilizado, o que poderia causar distorções nos resultados.

Contudo, antes de apresentar os resultados por cenário, foi elaborada uma análise considerando cada grupo de produto, separadamente, tendo em vista que pode ser de interesse governamental incentivar algum setor da economia, seja por maior contribuição para o PIB, para o desenvolvimento regional, para o fortalecimento das vocações regionais ou por qualquer outro motivo de cunho estratégico governamental. Dessa maneira, a Seção III.1 apresenta a análise segregada por grupos de produtos, enquanto a Seção III.2 aborda o cenário considerando todos os produtos indicados nas matrizes de origem-destino do PNLT para o ano de 2023. A Seção III.3, por sua vez, aborda o Cenário 2 (com a exclusão do minério de ferro do grupo de produtos analisados) e a Seção III.4 discorre sobre o Cenário 3 (com a exclusão do minério de

ferro e dos veículos). Por fim, a Seção III.5 se dedica à indicação dos CILs a serem considerados para a elaboração do projeto piloto.

III.1 ANÁLISE SEGREGADA DOS GRUPOS DE PRODUTOS

Inicialmente, optou-se por desenvolver a análise segregada dos grupos de produtos indicados no PNLT tendo em vista que pode ser do interesse governamental fomentar ou priorizar um setor específico da economia. Dessa maneira, conforme proposto pelo PNLT, foram considerados cinco grupos de produtos: (i) graneis vegetais; (ii) graneis minerais; (iii) graneis líquidos; (iv) neogranéis; e (v) carga geral (conforme apresentado no Quadro II.1).

Assim, considerando apenas o grupo “graneis vegetais”, são indicadas para a abertura de CILs 40 microrregiões, resultando em uma movimentação de 135.142.650 toneladas. A Figura III.1 apresenta os CILs habilitados e suas respectivas movimentações. Nota-se que sete CILs concentram 50% da movimentação de graneis sólidos, sendo: Alto Floresta (com 13,8% do total), Alto Teles Pires (12%) e Cuiabá (9,1%) os mais representativos. Destaca-se que os CILs que não pertencem ao grupo daqueles que concentram 50% da movimentação atraem menos de 2% da carga movimentada (individualmente). Além disso, nota-se que 23 dos 40 CILs habilitados atraem 80% da movimentação.

Em relação à distribuição territorial dos CILs, tem-se a Figura III.2. Percebe-se que foram habilitados 9 CILs em São Paulo, 7 em Goiás e 5 em Mato Grosso e 5 em Tocantins. Dessa maneira, as regiões Centro-Oeste e Sudeste são aquelas com maior concentração de estruturas indicadas para abertura, com 35% e 27,5% do total de estruturas, respectivamente. As demais regiões concentram 12,5% dos CILs, cada. Sendo que na região Norte todos os CILs foram indicados no estado do Tocantins.

Ressalta-se, contudo, que as três estruturas de maior movimentação estão localizadas no estado do Mato Grosso, reforçando a importância da região Centro-Oeste na movimentação de graneis vegetais. Considerando as sete estruturas com 50% da movimentação, cinco estão no Centro-Oeste (4 no Mato Grosso e 1 em Goiás), uma na região Nordeste (Bahia) e uma na Sudeste (São Paulo). Por fim, cabe mencionar que a implantação dos CILs indicados para abertura permitiria uma economia percentual de 32,93% em relação ao transporte totalmente rodoviário, considerando toda a carga do grupo de graneis vegetais.

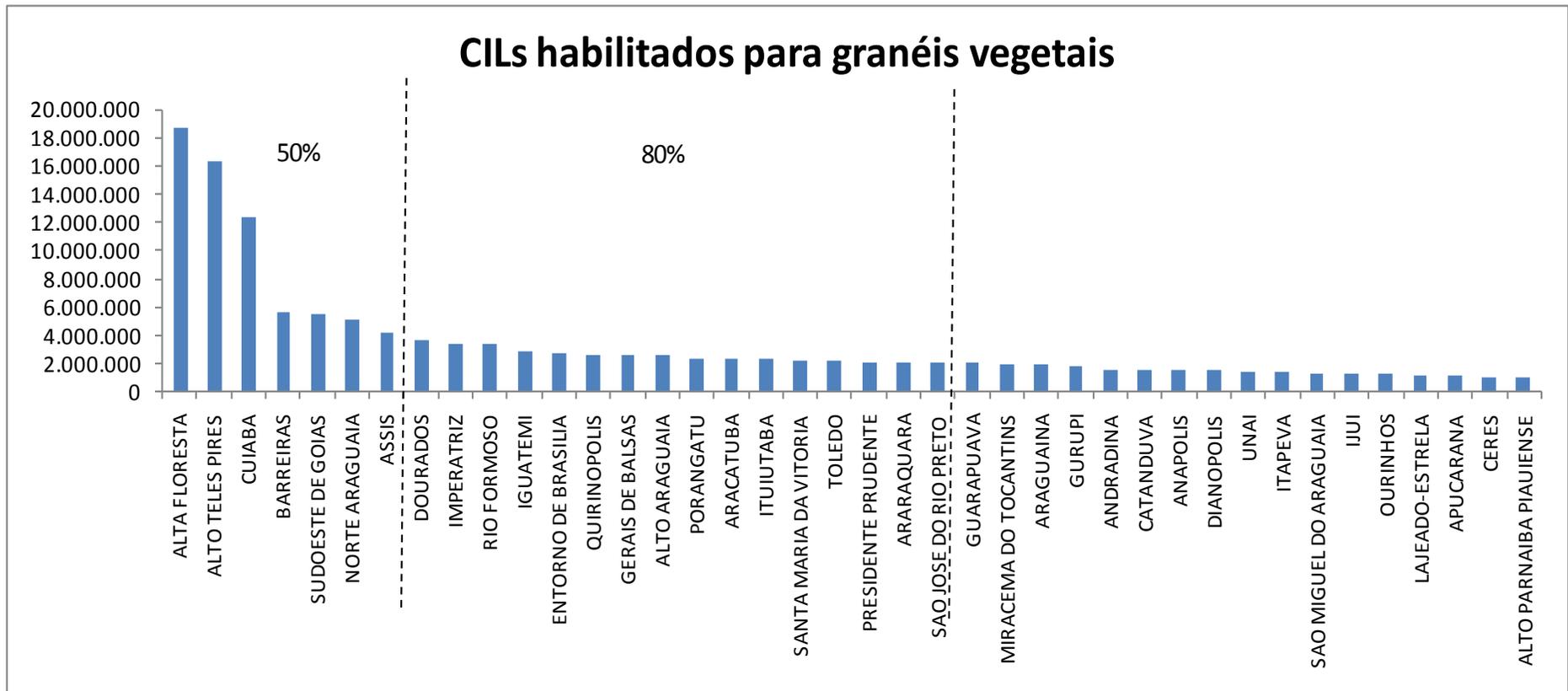


Figura III.1 – CILs habilitados para movimentação de granéis vegetais.

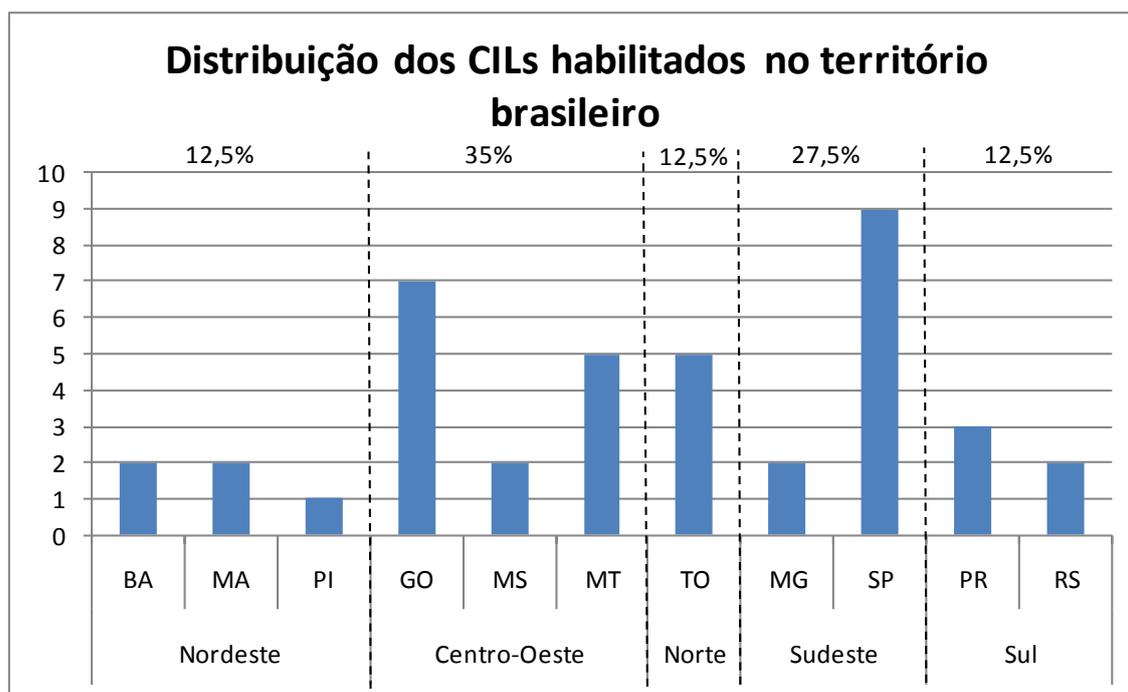


Figura III.2 – Distribuição dos CILs de granéis vegetais habilitados no território brasileiro.

Sobre a movimentação de granéis minerais, são indicadas para a abertura de CILs 13 microrregiões, resultando em uma movimentação de 455.955.708 toneladas. Percebe-se que, embora as estruturas movimentem aproximadamente 3,7 vezes mais carga do que os CILs granéis vegetais, foram habilitados um número menor de CILs para abertura (o que pode estar relacionado à concentração da produção deste tipo de carga). A Figura III.3 apresenta os CILs habilitados e suas respectivas movimentações.

Nota-se que os CILs de Ouro Preto e Parauapebas concentram, juntos, 66,9% da carga atraída por CILs. Além disso, os quatro CILs de maior movimentação atraem 93,5% de toda a carga movimentada pelos CILs habilitados. Os demais CILs movimentam entre 1,4% (Conselheiro Lafaiete) e 0,2% (Catalão) da carga atraída. Em relação à distribuição territorial dos CILs, tem-se a Figura III.4. Percebe-se que foram habilitados 3 CILs em Minas Gerais e 2 no Pará, o que pode ser explicado pela concentração das minas de minérios nestes estados. Nos demais estados foi habilitada apenas uma estrutura.

Destaca-se, contudo, que as regiões com maior concentração de CILs indicados para abertura são: a Sudeste (38,5%) e a Nordeste (23,1%). Na região Norte, todos os CILs foram indicados no estado do Pará, e, na região Centro-Oeste, no estado de Goiás.



Figura III.3 – CILs habilitados para movimentação de granéis minerais.

Ademais, ressalta-se que das quatro estruturas de maior movimentação (concentrando 93,5% do total), duas estão em Minas Gerais (a 1ª e 3ª colocadas) e duas estão no Pará, indicando a relevância destes estados na consideração da localização dos CILs de minério.

Salienta-se que a implantação dos CILs indicados para abertura permitiria uma economia percentual de 52,7% em relação ao transporte totalmente rodoviário deste tipo de produto. Em uma análise global, a economia representaria 41,3% (maior economia obtida pela análise isolada dos grupos de produtos). Sobre a movimentação de granéis líquidos, são indicadas para abertura de CILs 30 microrregiões, resultando em uma movimentação de 57.252.100 toneladas. A Figura III.5 apresenta os CILs habilitados e suas respectivas movimentações.

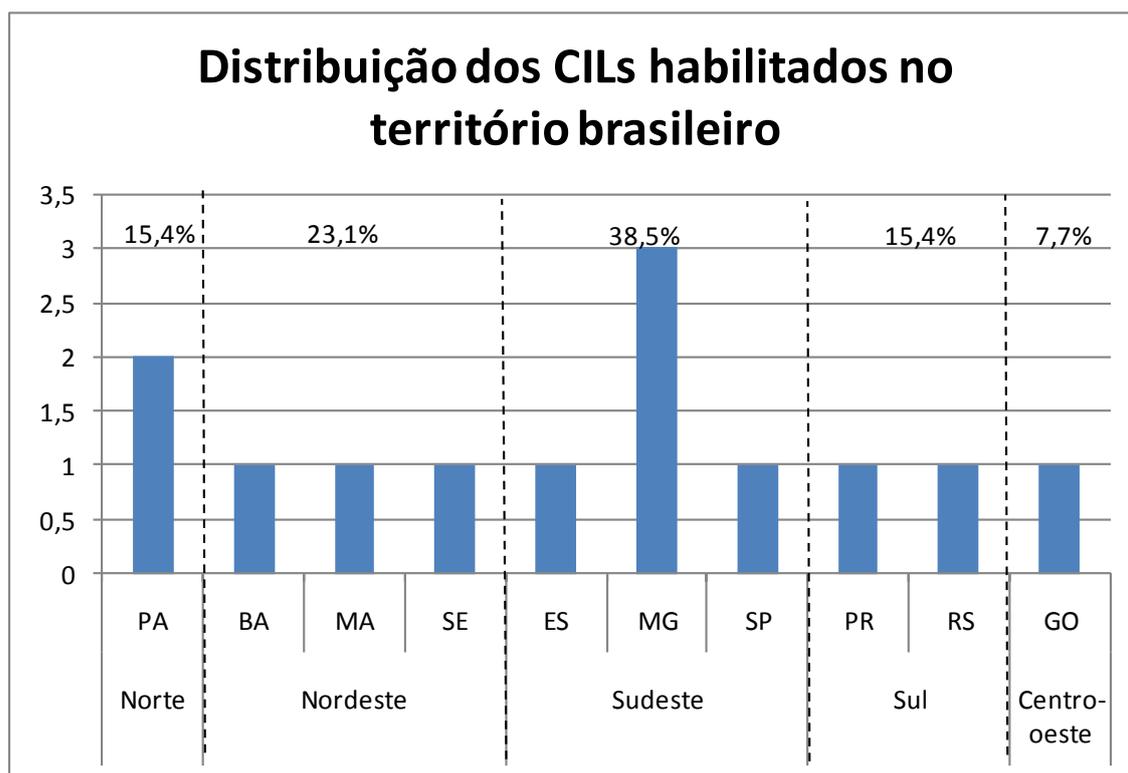


Figura III.4 – Distribuição dos CILs de granéis minerais habilitados no território brasileiro.

Percebe-se que, no caso dos granéis líquidos, a atração de cargas é distribuída pelos CILs, não havendo nenhuma estrutura que concentre mais de 12,1% da movimentação. Dessa maneira, destacam-se os CILs de Piracicaba (12,1%), Salvador (9,7%) e Rio de Janeiro (7,2%). As demais estruturas movimentam de 6,6% (Aracatu) a 1% (Miracema do Tocantins e Bauru).

Em relação à distribuição territorial dos CILs, tem-se a Figura III.6. Percebe-se que foram habilitados 12 CILs em São Paulo, 4 no Tocantins e 4 em Goiás, o que pode ser explicado pela produção de etanol e outros tipos de granéis líquidos nestes estados. Dessa forma, a região com maior concentração de estruturas indicadas para abertura é a Sudeste (46,7%), seguida pela Centro-Oeste (20%).

Cabe ressaltar, ademais, que as três estruturas de maior movimentação (concentrando 29% do total) estão localizadas em Piracicaba, Salvador e Rio de Janeiro, respectivamente. Entre as dez estruturas de maior movimentação (65% do total), têm-se: quatro no estado de São Paulo, duas em Goiás, uma na Bahia, uma no Rio de Janeiro, uma em Mato Grosso e uma no Rio Grande do Sul.

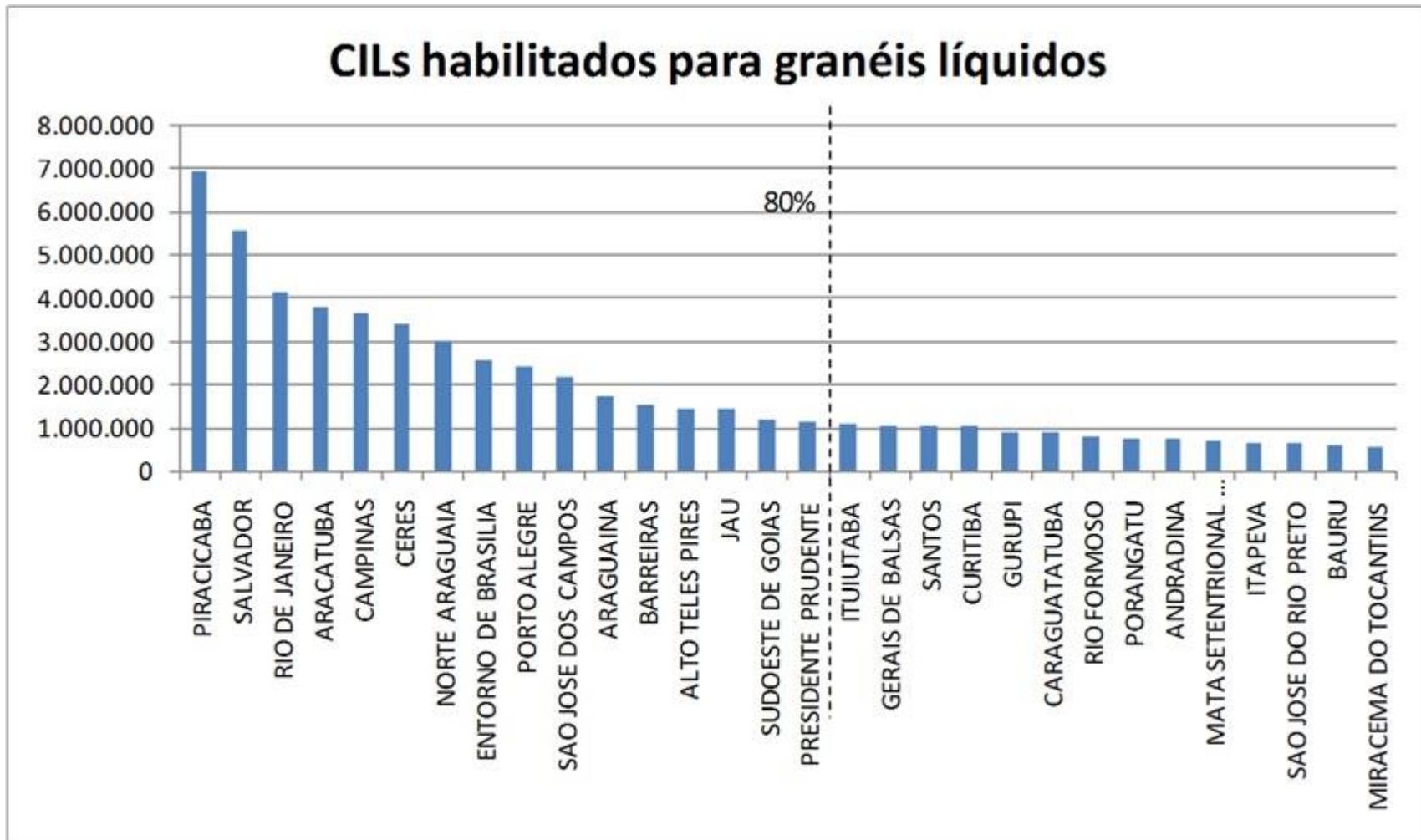


Figura III.5 – CILs habilitados para movimentação de granéis líquidos.

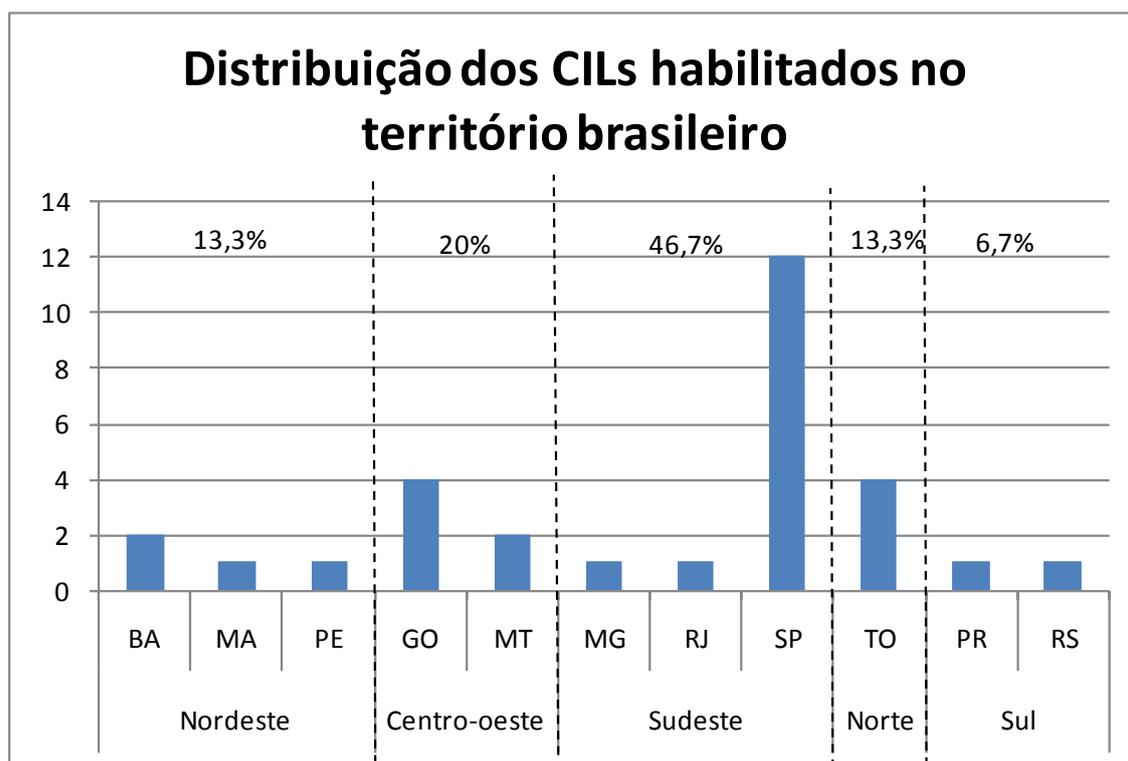


Figura III.6 – Distribuição dos CILs de granéis líquidos habilitados no território brasileiro.

Salienta-se, ainda, que a implantação dos CILs indicados para abertura permitiria uma economia percentual de 15,64% em relação ao transporte totalmente rodoviário, considerando toda a carga do grupo de granéis líquidos. Em uma análise global, a economia representaria 15,64%. Em relação aos neogranéis, são indicadas para a abertura de CILs 8 microrregiões, resultando numa movimentação de 236.648.950 toneladas, sendo que 95,5% deste volume se refere a veículos (os quais não deveriam ser contabilizados em toneladas). A Figura III.7 apresenta os CILs habilitados e suas respectivas movimentações.

Nota-se que os CILs de São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba concentram, juntos, 88,9% da carga atraída por CILs. Os demais movimentam entre 3,3% (Aglomerado Urbana de São Luís) e 0,6% (Rio de Janeiro) da carga atraída. Percebe-se, portanto, que a distribuição territorial dos CILs habilitados se divide em três regiões, sendo a região Sudeste a mais importante, com 62,5% dos CILs, incluindo os dois de maior movimentação (juntos representam 66,2% de toda carga movimentada). Em seguida, destaca-se a região Nordeste, com dois CILs habilitados (Aglomerado urbana de São Luís e Salvador) e Sul, com apenas o CIL de Curitiba. Destaca-se, contudo, que o CILs de Curitiba atrai mais carga que todos os CILs da região Nordeste.

CILs habilitados para neogranéis

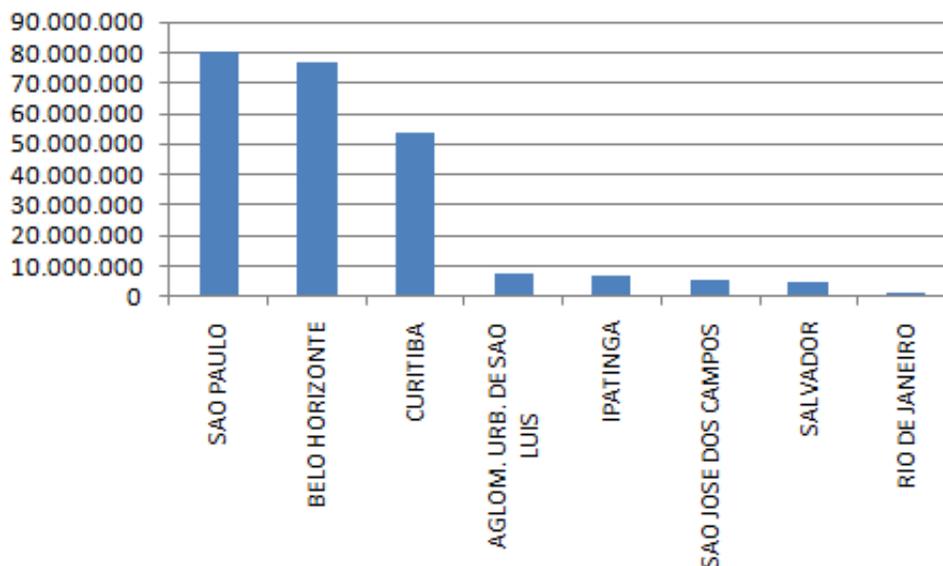


Figura III.7 – CILs habilitados para movimentação de neogranéis.

Sobre a economia obtida pela implantação dos CILs indicados para abertura, ela chegaria a 1,6% em relação ao transporte totalmente rodoviário, considerando toda a carga do grupo de neogranéis. No que concerne à movimentação de carga geral, foram habilitados 29 CILs para movimentar 52.022.720 toneladas. Destes, 20 CILs concentram 80% da carga movimentada, conforme indicado na Figura III.8.

Percebe-se que, no caso da carga geral, a atração de cargas é ainda mais distribuída pelos CILs quando comparada com granéis líquidos, não havendo nenhuma estrutura que concentre mais de 9% da movimentação.

Dessa maneira, destacam-se os CILs de Toledo e Curitiba (com 9% e 8,9%, respectivamente), Aracatu (com 5,4%), Três Lagoas, Porto Alegre, Alta Floresta e Belo Horizonte (com 4,6%, 4,5%, 4,3% e 4,1%, respectivamente). Os demais concentram de 4% a 2% das cargas. Quanto à distribuição dos CILs de carga geral por estado e região do IBGE, tem-se a Figura III.9. Nota-se que a maior parte dos CILs se concentra no Centro-Oeste (34%), seguida das regiões Sul (31%) e Sudeste (17%). Ressalta-se, contudo, que os três CILs de maior movimentação estão na região Sudeste, sendo: Toledo e Curitiba, no Paraná, e Araçatuba, em São Paulo.

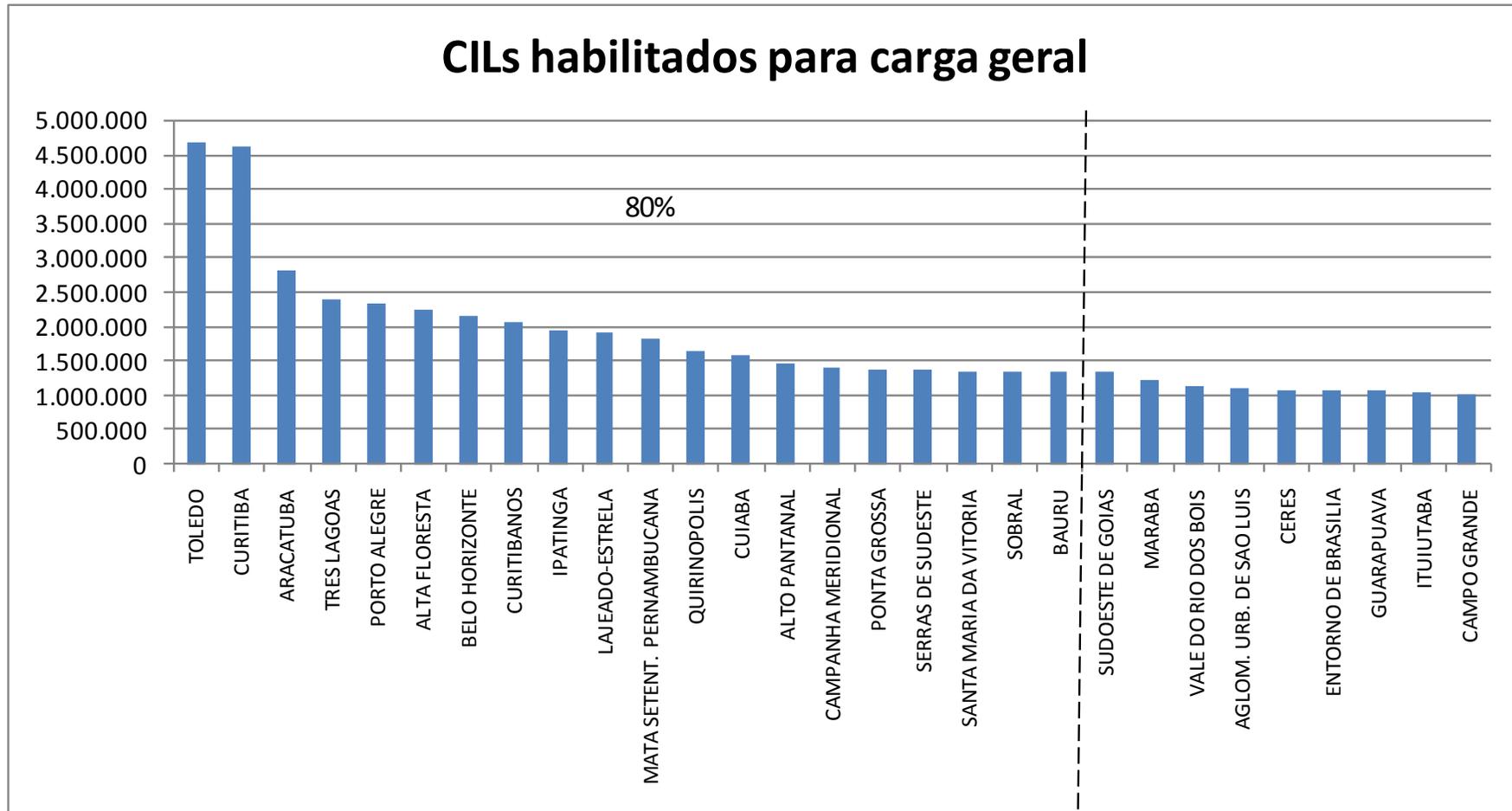


Figura III.8 – CILs habilitados para movimentação de carga geral.

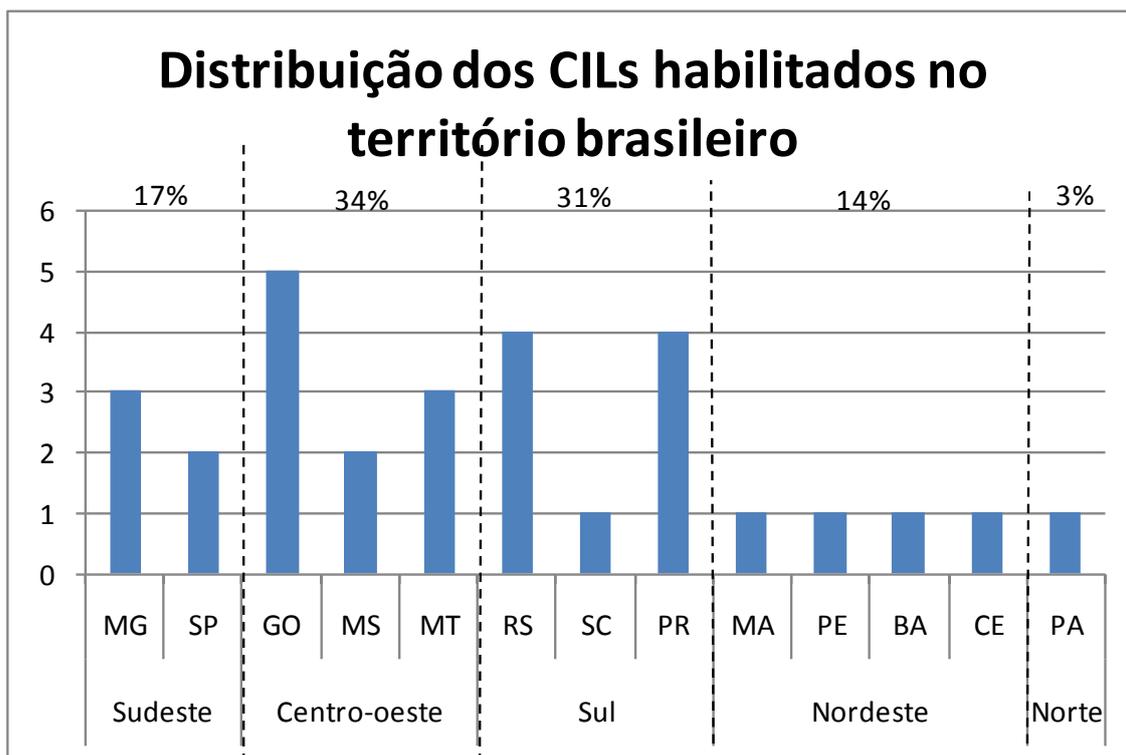


Figura III.9 – Distribuição dos CILs de carga geral habilitados no território brasileiro.

Nota-se, portanto, que a região Sudeste se mostra relevante em todos os cenários, estando sempre entre as duas regiões de maior relevância. Isso acontece também com a região Centro-Oeste, com exceção do cenário exclusivamente de granéis minerais, em que as duas regiões mais relevantes são Nordeste e Sudeste. Por fim, ressalta-se que a utilização dos CILs indicados para abertura proporcionaria uma economia de 14,23% em relação ao transporte totalmente rodoviário, considerando toda a carga do grupo de carga geral.

Dessa forma, uma vez apresentadas as análises individuais, a Seção III.2 discorre sobre o cenário que considera todos os produtos de maneira conjunta, seguida pelas seções que abordam o cenário “sem minério de ferro” e “sem minério de ferro e veículo”. Na sequência, apresentam-se os CILs indicados para o projeto piloto.

III.2 CENÁRIO – TODOS OS PRODUTOS

Esta seção apresenta o resultado do cenário em que, considerando os critérios listados anteriormente (Seção III.1), todos os produtos foram simulados (inclusive minério de ferro e veículos). Assim, a Figura III.11 apresenta todos CILs habilitados

para movimentação (em ordem decrescente de movimentação), dividindo-os por concentração de carga (em 50% e 80%). Já a Figura III.12 destaca aqueles CILs que concentram 80% de todo volume de produtos atraído por CILs viáveis.

Com base na Figura III.10, percebe-se que foram indicados 75 pontos para instalação de CILs, dos quais 17 estão localizados no estado de São Paulo e 9 em Goiás. A distribuição destes pontos por estado está indicada na referida figura. Nota-se que 35% dos CILs indicados para abertura estão na região Sudeste, com destaque para São Paulo e Minas Gerais (este estado com 7 CILs), e 25% no Centro-Oeste, com destaque para Mato Grosso e Goiás (este com 9 CILs).

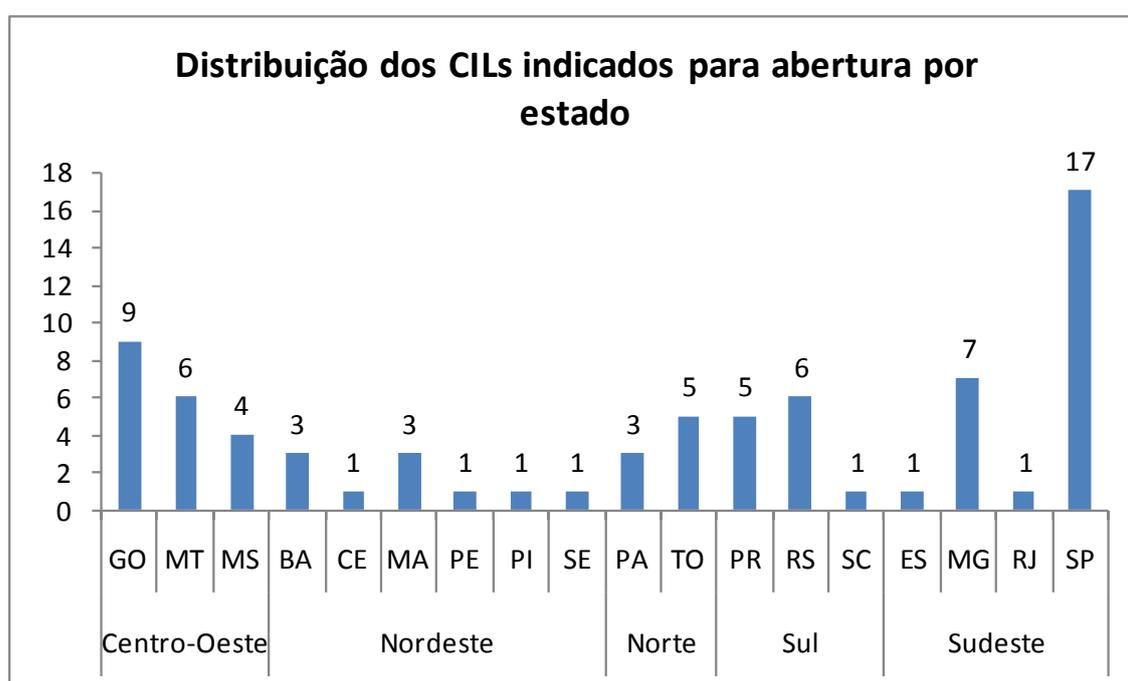


Figura III.10 – Distribuição dos CILs indicados para abertura por estado brasileiro.

Ressalta-se, entretanto, que apenas quatro CILs dos 75 indicados concentram 50% de toda a carga movimentada (Figura III.12). Ampliando esta análise, nota-se que 80% das cargas atraídas concentram-se em 16 locais habilitados para instalação de CILs (Figura III.11 e III.12). Estes resultados já podem indicar um possível critério de priorização: o Princípio de Pareto¹. Os resultados obtidos neste cenário seguem este princípio, pois aproximadamente 20% dos locais habilitados para instalação de CILs concentram 80% das cargas atraídas.

¹ O Princípio de Pareto (também conhecido como princípio 80-20) afirma que, para muitos fenômenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas. O princípio foi sugerido por Joseph M. Juran, que deu o nome em honra ao economista italiano Vilfredo Pareto.

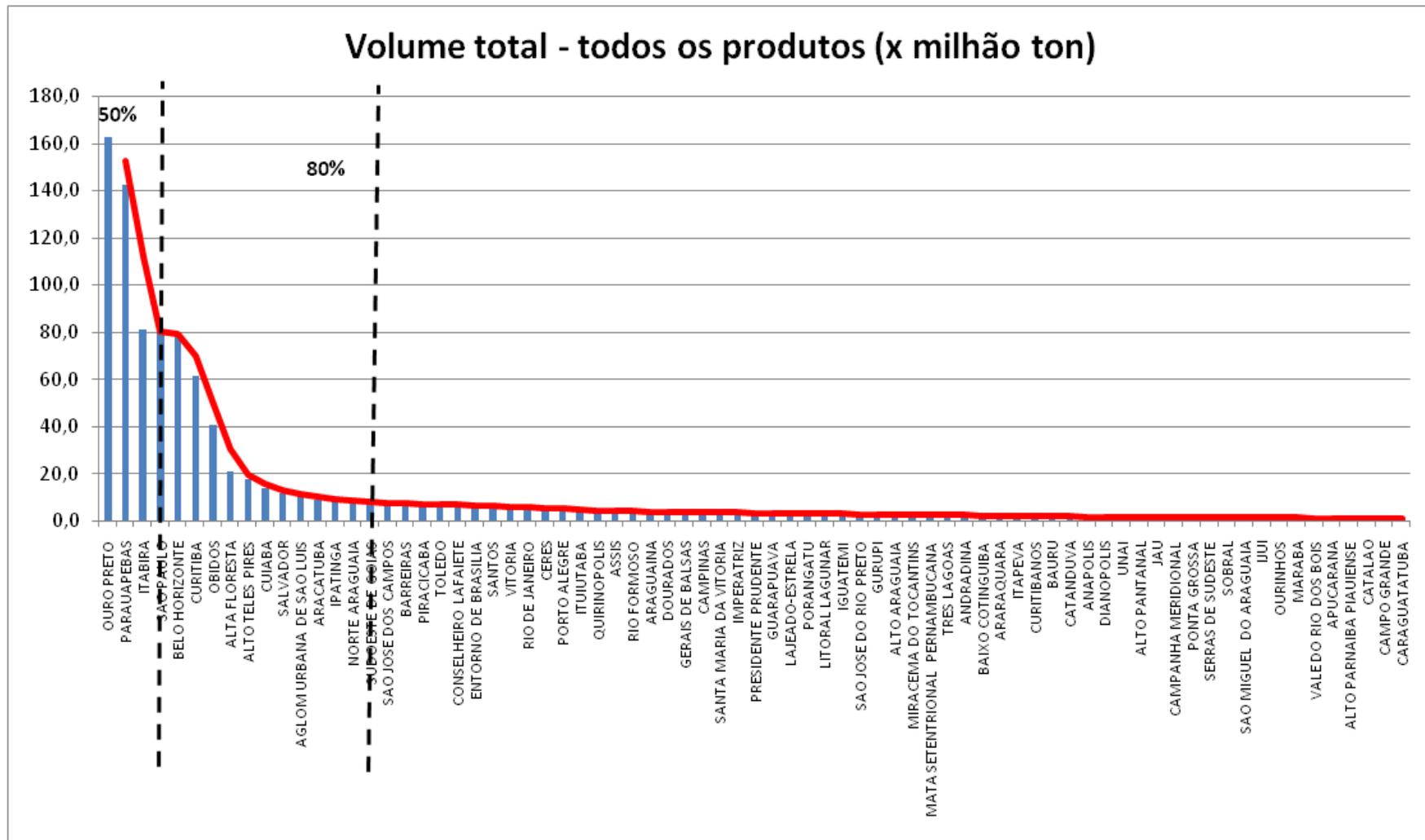


Figura III.11 – Variação de atração de volumes de cargas pelas microrregiões viáveis, considerando as 22 matrizes (ton.) do PNLT.

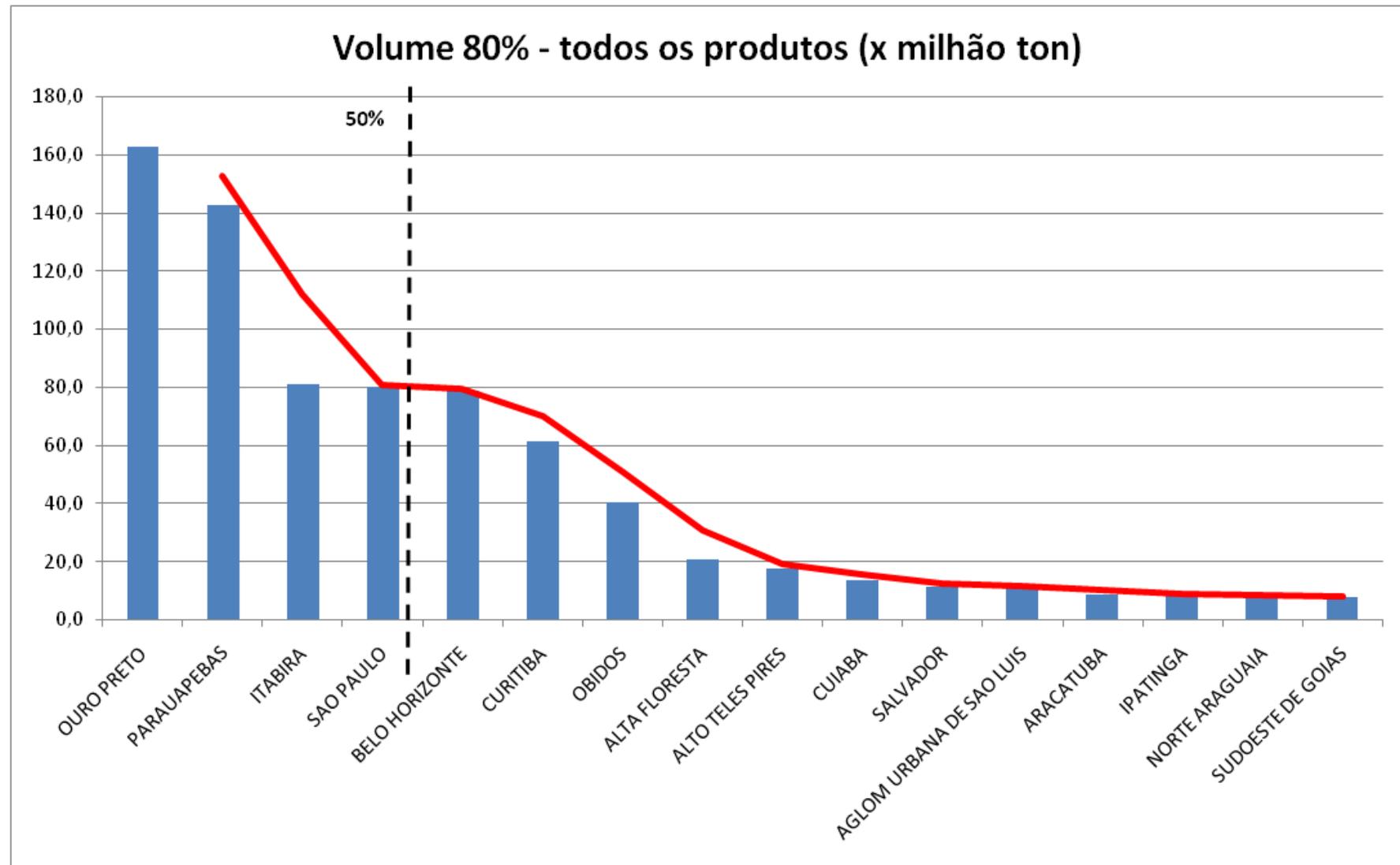


Figura III.12 – Destaque para as microrregiões que concentram 80% da produção atraída no cenário com todos os produtos.

Ressalta-se também que os CILs que registram a maior e a terceira maior movimentação estão localizados no estado de Minas Gerais. A distribuição territorial dos CILs que concentram 80% de todo o volume transportado é apresentada na Figura III.13.

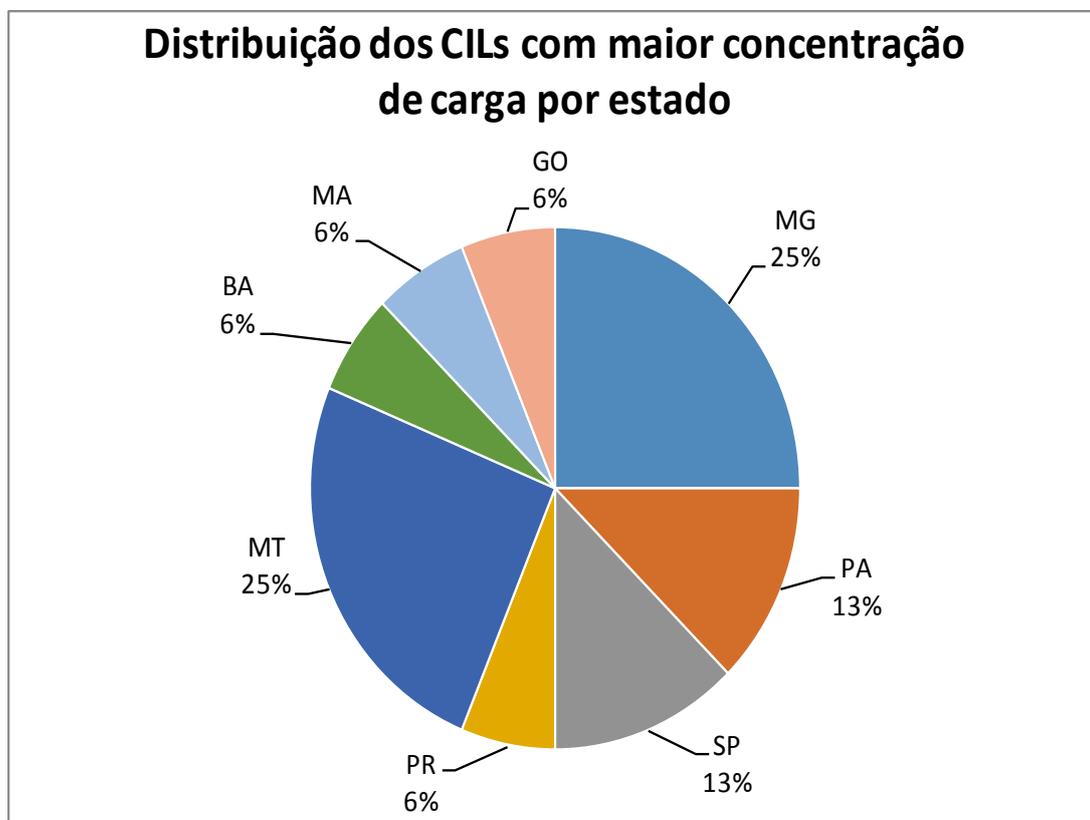


Figura III.13 – Indicação dos estados em que se localizam os CILs que concentram 80% da movimentação.

Sobre o volume de cargas movimentado, das 8.658,4 milhões de toneladas registradas nas matrizes de produção e consumo dos 22 produtos selecionados, 937,0 milhões de toneladas (equivalente a 10,8% do total) foram atraídas pelos 75 CILs habilitados. Destas, aproximadamente 756,1 milhões de toneladas concentrar-se-iam em 16 CILs indicados (80,69% da movimentação em 21,33% dos CILs, assemelhando-se à Análise de Pareto mencionada). Salienta-se que este valor concentrado nos 16 CILs de maior movimentação equivale a 8,7% do montante total demandado, segundo as matrizes de origem-destino.

Ressalta-se, contudo, que os resultados obtidos neste cenário podem conduzir a decisões errôneas e causar distorções nas análises, pois a inclusão do produto “minério de ferro” faz com que pontos específicos, habilitados somente para esse tipo de carga, sejam prevalentes em relação a outros, multicargas (mais de uma carga e cargas de mais de um grupo).

Assim, a seção que se segue propõe a análise de um cenário em que o produto minério de ferro não é considerado, assumindo que, assim, obter-se-iam resultados mais adequados à realidade e, também, concordantes com as premissas do PNLT.

III.3 CENÁRIO – SEM MINÉRIO DE FERRO

A fim de evitar as distorções causadas pela inclusão do produto “minério de ferro” em relação aos demais 21 produtos das matrizes de produção e consumo do PNLT, foram reavaliados os resultados por meio de um cenário no qual o mesmo não está incluído. Assim, as Figuras III.14 e III.15 indicam os novos CILs habilitados para abertura e suas respectivas ordenações de acordo com o volume dos produtos movimentados.

Pela comparação das Figuras III.11 e III.12 com as III.14 e III.15, nota-se que houve uma mudança de hierarquia em relação à ordenação dos CILs em função da quantidade de cargas atraída. No cenário sem minério de ferro, o número de estruturas indicadas para abertura reduz de 75 locais habilitados para 71.

Neste caso, em cinco delas concentram-se 50% da produção atraída pelos 71 CILs viáveis, enquanto 80% dessa produção está concentrada em 24 dos locais habilitados. Nota-se que os CILs de Ouro Preto, Parauapebas e Itabira no cenário com minério de ferro se destacam por serem aqueles com maior movimentação; com a exclusão deste produto, todavia, não foram nem mesmo indicados para abertura. Além disso, o CIL da microrregião de Conselheiro Lafaiete (21º na hierarquia) também não foi indicado para abertura. Isso é explicado pelo fato destas estruturas serem praticamente dedicadas ao minério (100% da movimentação de Parauapebas, 99,97% de Itabira, 99,8% de Ouro Preto são de minério).

Os CILs de São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, Óbidos e Alta Floresta são as estruturas que concentram 50% da movimentação (no cenário anterior, também estavam entre os CILs de maior movimentação, atrás apenas dos três já mencionados). Salienta-se que, embora Óbidos seja uma estrutura dedicada a minerais, ela não movimenta minério de ferro, e sim bauxita. Embora sejam CILs de menor expressividade, cabe o mesmo esclarecimento para os CILs de Vitória e Litoral Lagunar: embora também sejam dedicados apenas a granéis minerais, Litoral Lagunar movimenta fertilizantes, adubo e carvão, enquanto Vitória, além destes, rochas.

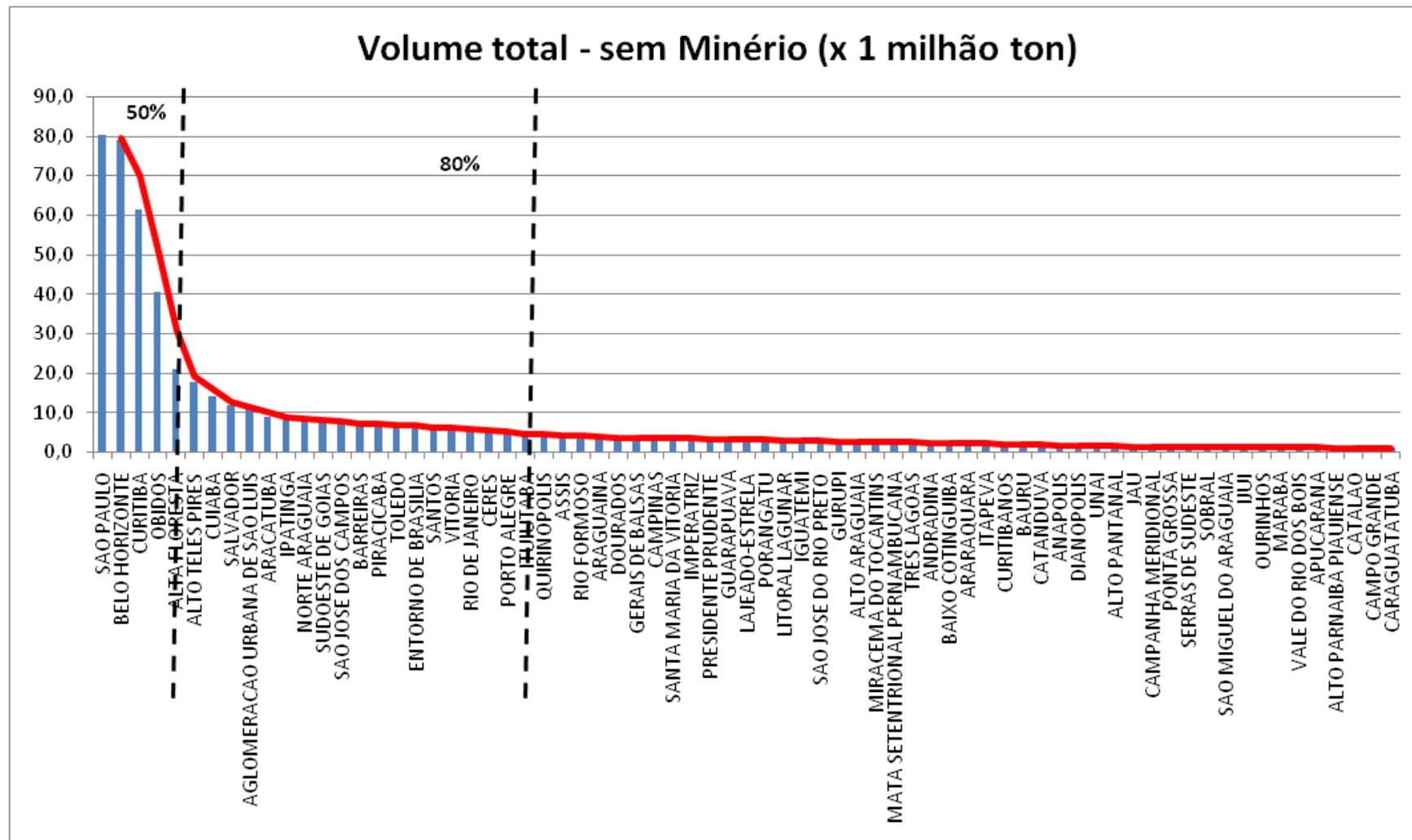


Figura III.14 – Variação de atração de volumes de cargas pelas microrregiões viáveis, sem minério de ferro.

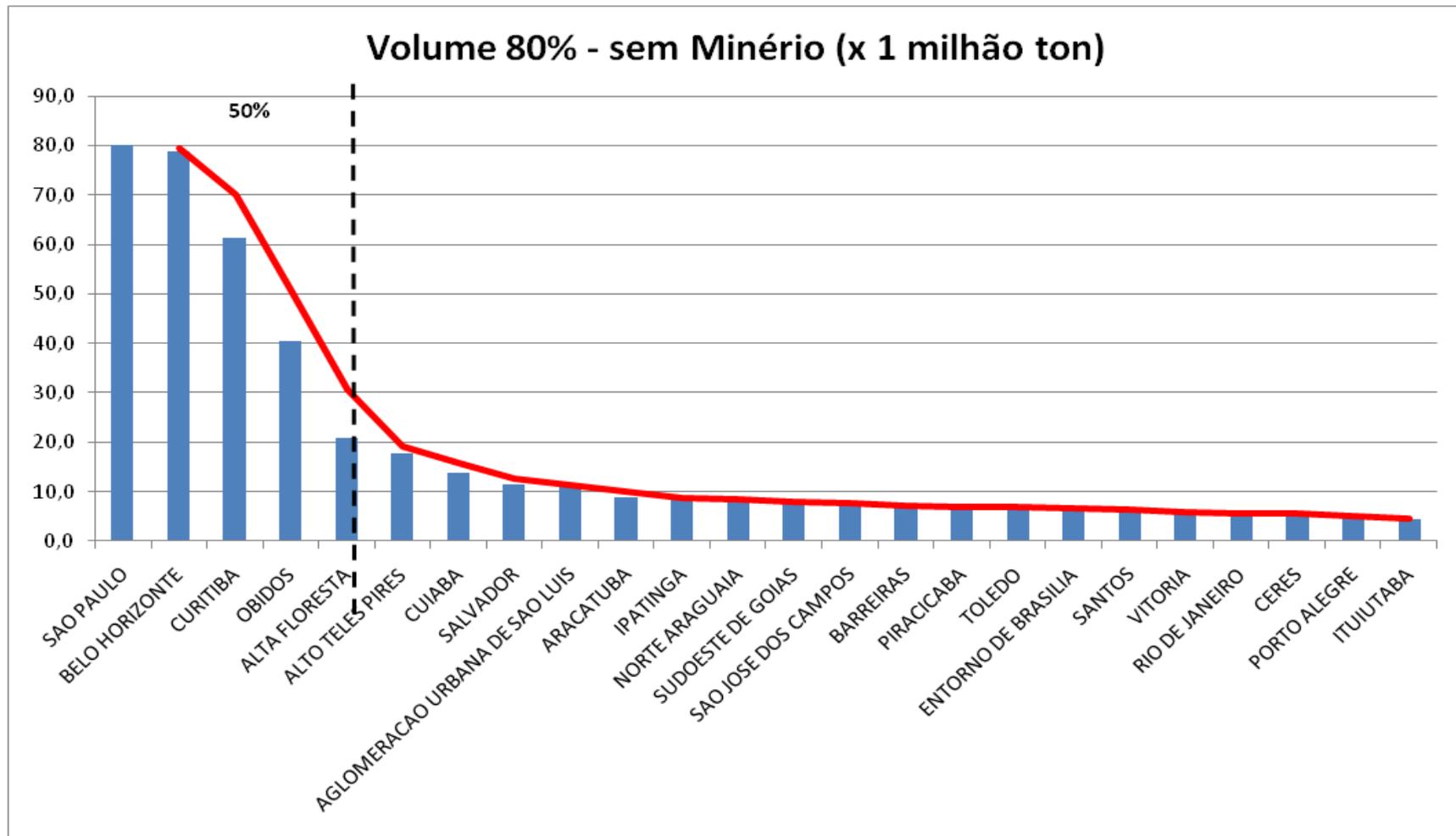


Figura III.15 – Destaque para as microrregiões que concentram 80% da produção atraída no cenário sem minério de ferro.

Com a exclusão das estruturas mencionadas no parágrafo anterior, a hierarquia dos CILs habilitados seguiu a mesma ordenação, indicando certa consistência entre os resultados obtidos nos dois cenários. Destaca-se ainda que os volumes de carga atraídos pelos CILs indicados para abertura continuaram o mesmo do cenário anterior.

Entretanto, na análise global, nota-se uma redução de 27,97% do volume de carga atraída pelos CILs habilitados nas microrregiões ilustradas na Figura III.14, passando para um total de 544,6 milhões de toneladas (equivalentes a 6,3% do total indicado nas matrizes de origem/destino). Nesse cenário, 80% das cargas atraídas se dão em 24 locais habilitados para CILs, equivalendo a um total de 437,1 milhões de toneladas (correspondente a um percentual de aproximadamente 5,0% do total das cargas das 22 matrizes de produção e consumo do PNLT).

Por fim, as Figuras III.16 e III.17 apresentam, respectivamente, a nova distribuição dos 71 CILs habilitados por estado e a distribuição dos CILs de maior movimentação por estado.

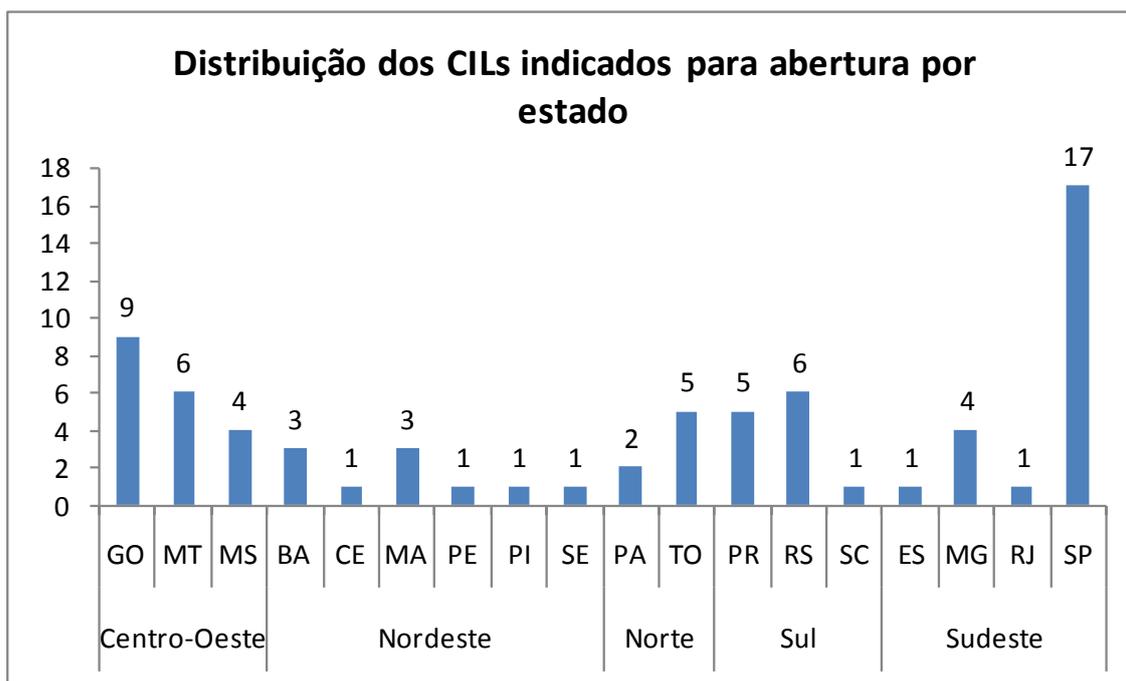


Figura III.16 – Distribuição dos CILs indicados para abertura por estado brasileiro (cenário sem minério).

Nota-se que, mesmo com a exclusão de 4 CILs (dos quais, três se localizavam em Minas Gerais), as regiões Sudeste e Centro-Oeste continuam concentrando a maioria dos CILs indicados para abertura com 32% e 27% dos candidatos habilitados, respectivamente.

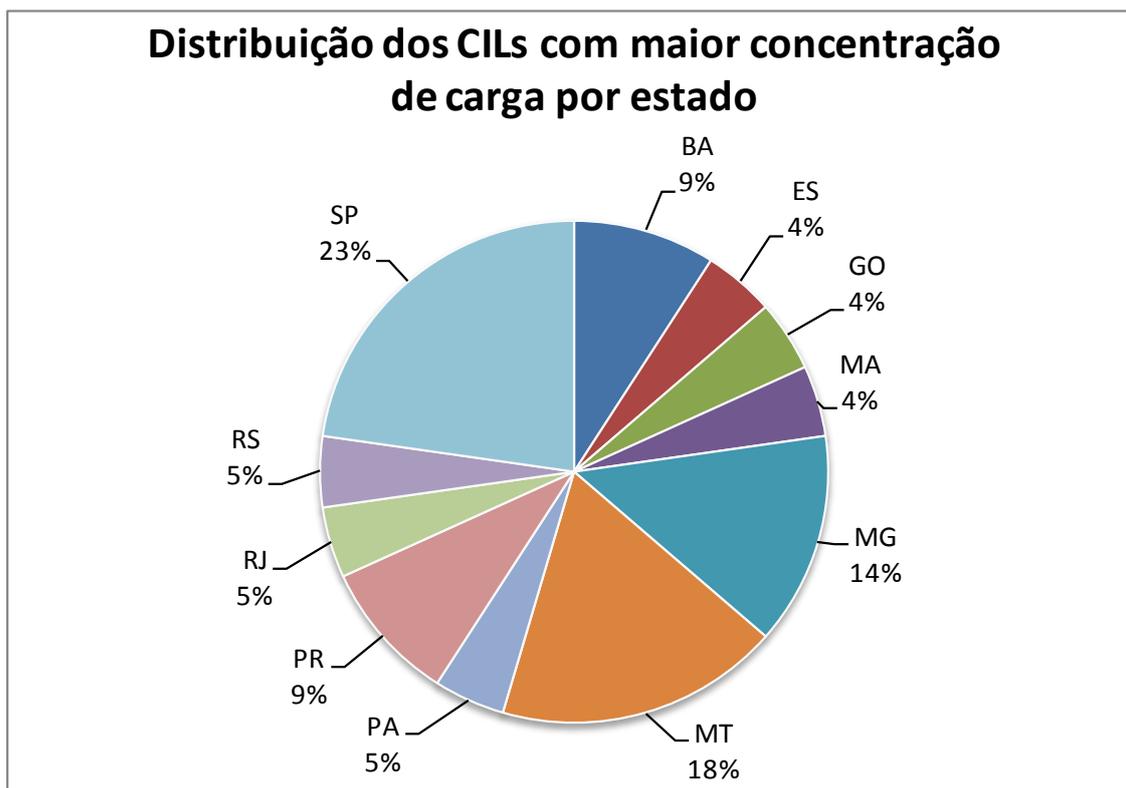


Figura III.17 – Indicação dos estados em que se localizam os CILs que concentram 80% da movimentação (cenário sem minério).

Verifica-se que, neste cenário, há uma maior distribuição territorial entre os CILs indicados de maior movimentação, os quais estão distribuídos por 11 estados (no cenário anterior, eram indicados apenas 8 estados). Percebe-se que os estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Espírito Santo passaram a aparecer neste cenário (Figura III.10), cada um com 5% dos CILs, ou seja, com um CIL habilitado dentre aqueles que concentram 80% da movimentação.

Cabe ressaltar também que os quatro CILs que concentram 50% da movimentação estão nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Pará, respectivamente. Na sequência de relevância, têm-se três CILs do estado do Mato Grosso.

Embora este cenário esteja mais condizente com a realidade do que aquele com a inclusão do minério de ferro, ainda se faz necessário um novo refinamento. Isso acontece porque o produto “veículo” foi contabilizado, em ambos os casos, como movimentado em “toneladas-ano”. Contudo, na prática, trata-se de um produto acabado que deve ser contabilizado como “unidade transportada”.

Acontece que o transporte deste produto, dadas as suas características físicas, a diversidade de destinos e os prazos de atendimento estabelecidos pelos clientes (nível

de serviço), acaba sendo predominantemente rodoviário. Contudo, nota-se espaço para implementação da intermodalidade na movimentação desse produto.

Por outro lado, deve-se ter um grau de cautela sobre a efetividade da transferência da movimentação desse produto (veículos) para outros modos de transportes (ferrovia e hidrovia), tendo em vista que essa transferência é possível, mas demandaria ações específicas para incentivar essa prática intermodal.

Com isso foi gerado um terceiro cenário, no qual foram retirados da base de dados os produtos “minério de ferro” e “veículo”. Ressalta-se que este cuidado se faz necessário para avaliar com mais segurança os locais habilitados para instalação de CILs.

III.4 CENÁRIO – SEM MINÉRIO DE FERRO E VEÍCULO

A decisão de eliminação do produto “veículo”, pelos motivos descritos, permitiu uma avaliação de um cenário com produtos que (com exceção do minério, que deve ser avaliado em separado) estão intensamente vinculados à prática do transporte ferroviário e hidroviário, que em si são os que mais interessam na localização dos CILs. Assim, pode-se considerar que este é o cenário mais realista dos propostos neste relatório para fins do incentivo à transferência modal e criação de polos de cargas por meio da implantação dos CILs. Dessa forma, as Figuras III.18 e III.19 ilustram a nova distribuição de valores atraídos por locais habilitados para instalação de CILs.

A formação desse cenário, em comparação com os anteriores, permite uma avaliação de locais habilitados que se repetem como viáveis para instalação de CILs, mesmo que ocorra uma variação do volume e dos tipos de cargas. Sem os produtos minérios de ferro e veículo existe uma redução do volume (toneladas) de cargas atraídas pelos locais habilitados para instalação de CILs, passando dos 10,8% do total de cargas das 22 matrizes do PNLT para 3,7%, o que equivale a 318,6 milhões de toneladas.

Nesse caso, tem-se 70 CILs viáveis (contra 75 do cenário com todos os produtos e 71 do cenário com veículos, mas sem minério de ferro). Destes CILs habilitados, 13 concentram aproximadamente 50% do volume total atraído pelos CILs, enquanto 35 estruturas concentram 80% do volume movimentado por CILs (equivalente a 256,0 milhões de toneladas). O volume de carga movimentado por estes 35 CILs, representa aproximadamente 3,0% do total das cargas das 22 matrizes do PNLT. O Quadro III.1

registra as variações de volumes (massas de produtos em toneladas) atraídas pelos locais habilitados para instalação de CILs em cada um dos cenários apresentados.

Quadro III.1 – Variações dos volumes de cargas atraídas por CILs – Cenários Distintos.

Cenários	Casos	Volume movimentado (milhões de toneladas)	% em relação à matriz de O/D do PNLT
Valor de referência (matrizes O/D)	Matriz de carga PNLT 2023	8.658,4	-
Cenário com todos os produtos	75 CILs habilitados	937,0	10,8
	16 CILs que concentram 80% da carga atraída	756,1	8,7
Cenário sem o minério de ferro	71 CILs habilitados	544,6	6,3
	24 CILs que concentram 80% da carga atraída	437,1	5,0
Cenário sem o minério de ferro e sem veículo	70 CILs habilitados	318,6	3,7
	35 CILs que concentram 80% da carga atraída	256,0	3,0

Pela análise das Figuras III.14 e III.18, nota-se também uma alteração nos CILs indicados para abertura entre este cenário e o cenário sem minério de ferro, mas com veículos. Verifica-se que o CIL de São Paulo, de maior movimentação no cenário anterior (e na 4ª colocação no cenário com todos os produtos), não foi indicado para abertura neste caso. Isso acontece porque se trata de um CIL em que os neogranéis, especificamente os veículos, representam 99,6% da atração de carga. Belo Horizonte, por sua vez, passou da 2ª colocação para a 37ª, enquanto Curitiba sai da 3ª para a 9ª posição. A queda mais acentuada na colocação do CIL de Belo Horizonte em relação ao de Curitiba pode ser explicada pela composição dos produtos movimentados. Belo Horizonte atrai carga dos grupos de neogranéis e carga geral, já Curitiba atrai cargas de grupos mais diversificados (neogranéis, minerais, líquidos e carga geral).

Assim, os CILs que concentram 50% da movimentação neste cenário são: Óbidos, Alta Floresta, Alto Teles Pires, Cuiabá, Araçatuba, Ipatinga, Norte Araguaia, Sudoeste de Goiás, Curitiba, Barreiras, Piracicaba, Toledo e Salvador. Nota-se que, em relação ao cenário anterior, apenas Óbidos, Alta Floresta e Curitiba se mantiveram dentre os CILs com maior volume, sendo que Óbidos e Alta Floresta se tornaram mais representativos, em volume, que Curitiba. Belo Horizonte está fora, inclusive, do grupo que concentra 80% da movimentação, e São Paulo sequer foi indicado para abertura.

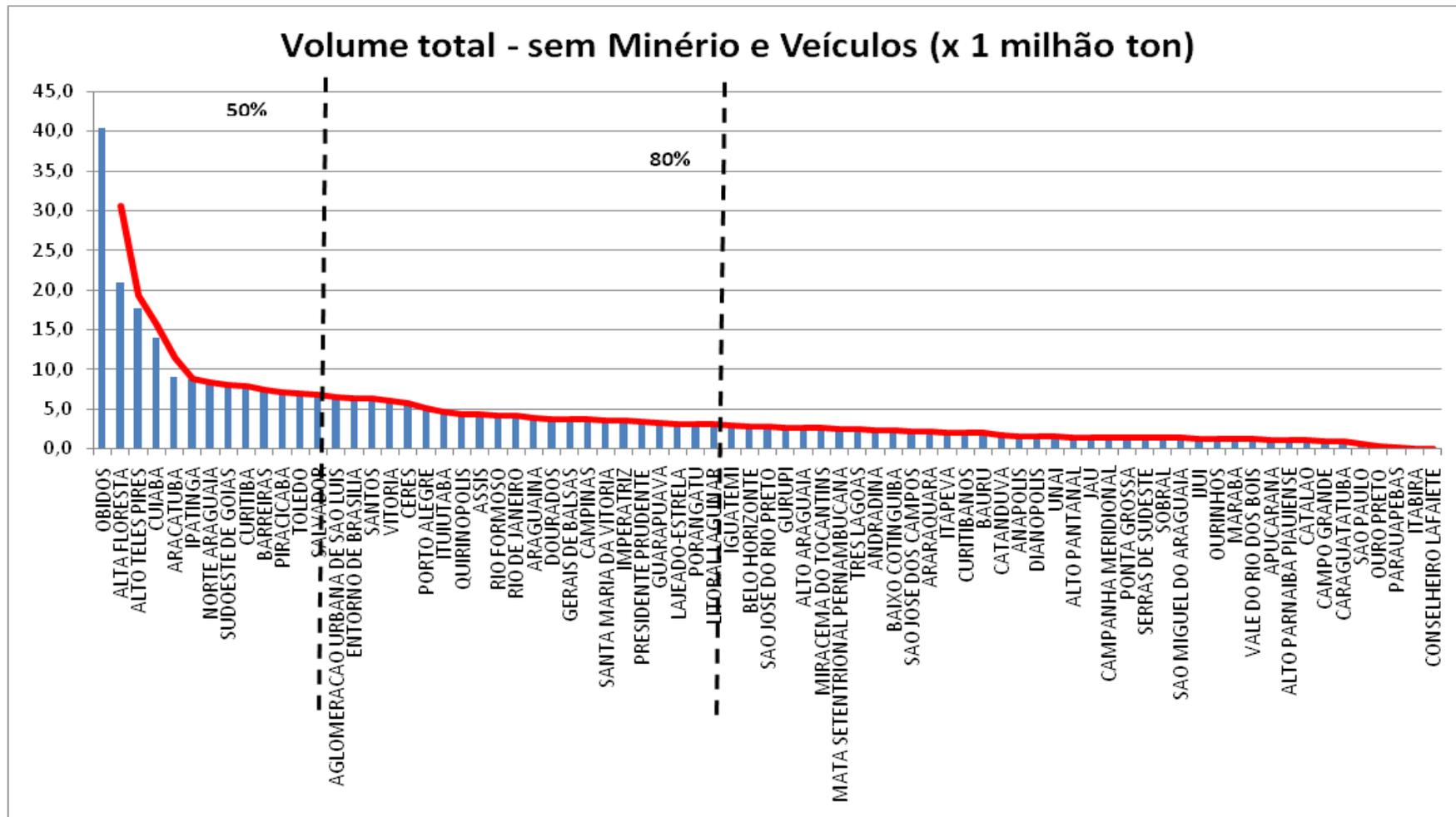


Figura III.18 – Variação de atração de volumes de cargas pelas microrregiões viáveis, sem minério de ferro e veículos.

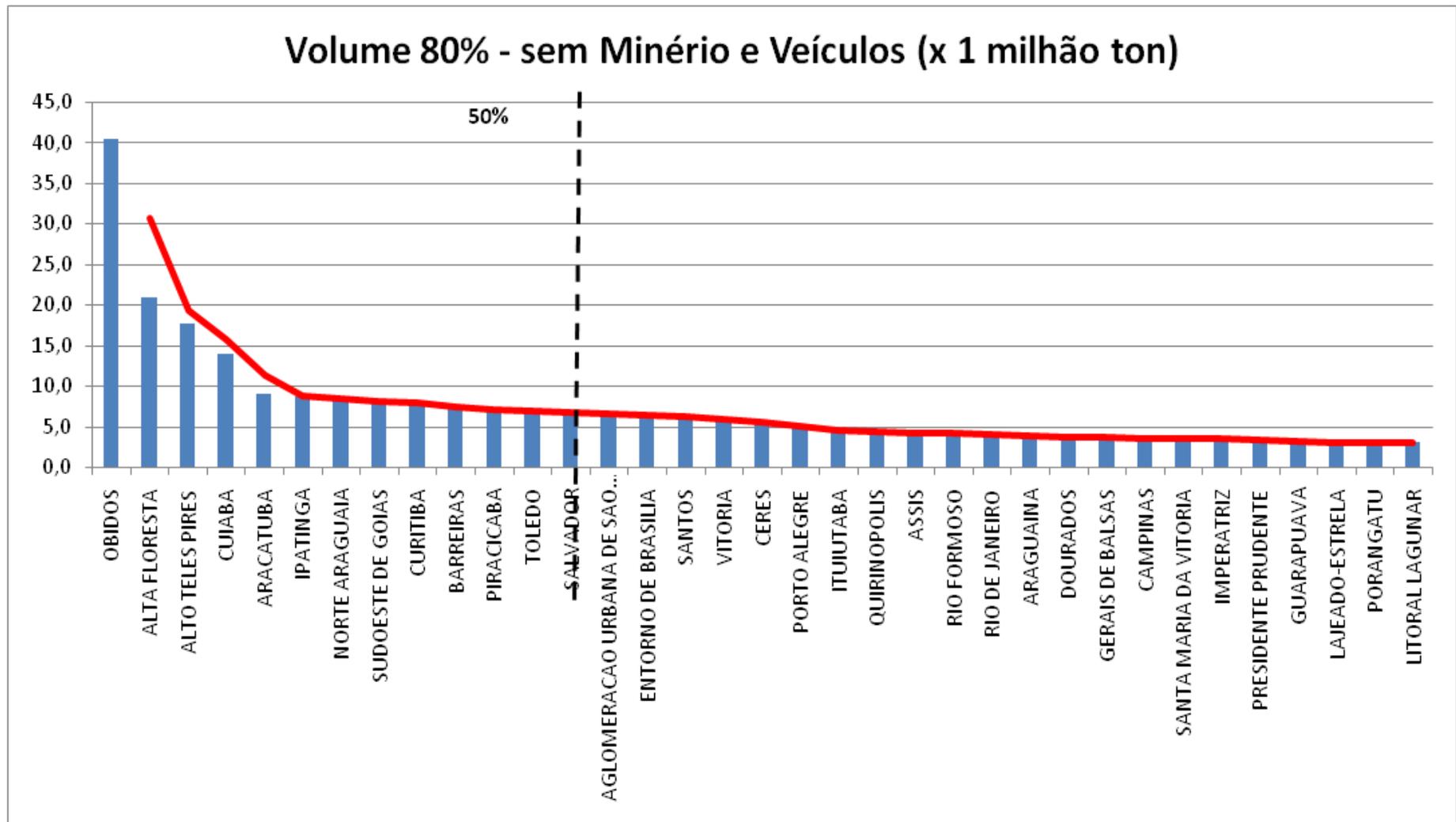


Figura III.19 – Destaque para as microrregiões que concentram 80% da produção atraída no cenário sem minério de ferro e veículos.

Cabe ressaltar que, embora movimento produtos classificados como granéis minerais, Óbidos continua entre os CILs de maior volume, pois a maior parte de sua movimentação é de bauxita, a qual permanece na análise. Pode-se afirmar, então, que guardadas as devidas proporções e observações já feitas, que há certa consistência entre os resultados obtidos nos três últimos cenários.

Além disso, fica comprovada a distorção causada pelo minério de ferro na indicação de CILs habilitados e a necessidade de considerar o produto “veículo” de maneira adequada (e com cautela para seu potencial de intermodalidade), a fim de evitar análises errôneas. Por fim, as Figuras III.20 e III.21 apresentam, respectivamente, a nova distribuição dos 70 CILs habilitados por estado e a distribuição dos CILs de maior movimentação por estado.

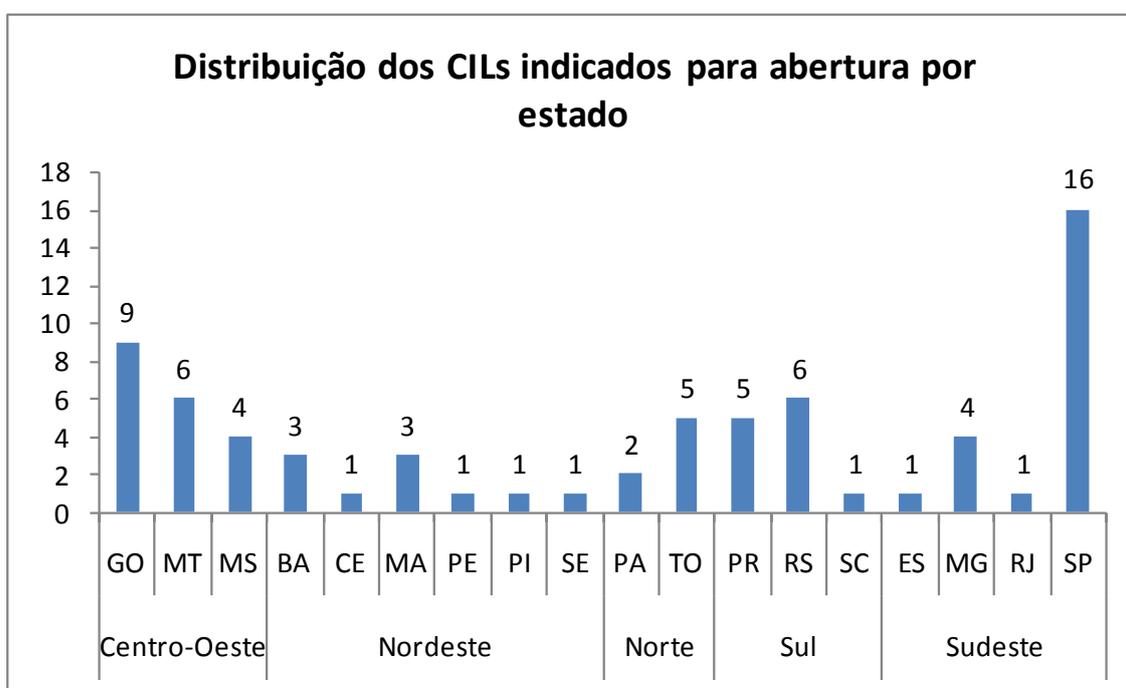


Figura III.20 – Distribuição dos CILs indicados para abertura por estado brasileiro (cenário sem minério e sem veículo).

Nota-se que a distribuição apresentada nas Figuras III.20 e III.21 ficou muito semelhante à do cenário sem minério e com veículos, tendo em vista que a única alteração foi à exclusão de um CIL que fora aberto em São Paulo no cenário anterior. Dessa forma, as regiões Sudeste e Centro-Oeste continuam concentrando a maioria dos CILs indicados para abertura com 31% e 27% dos candidatos habilitados, respectivamente.

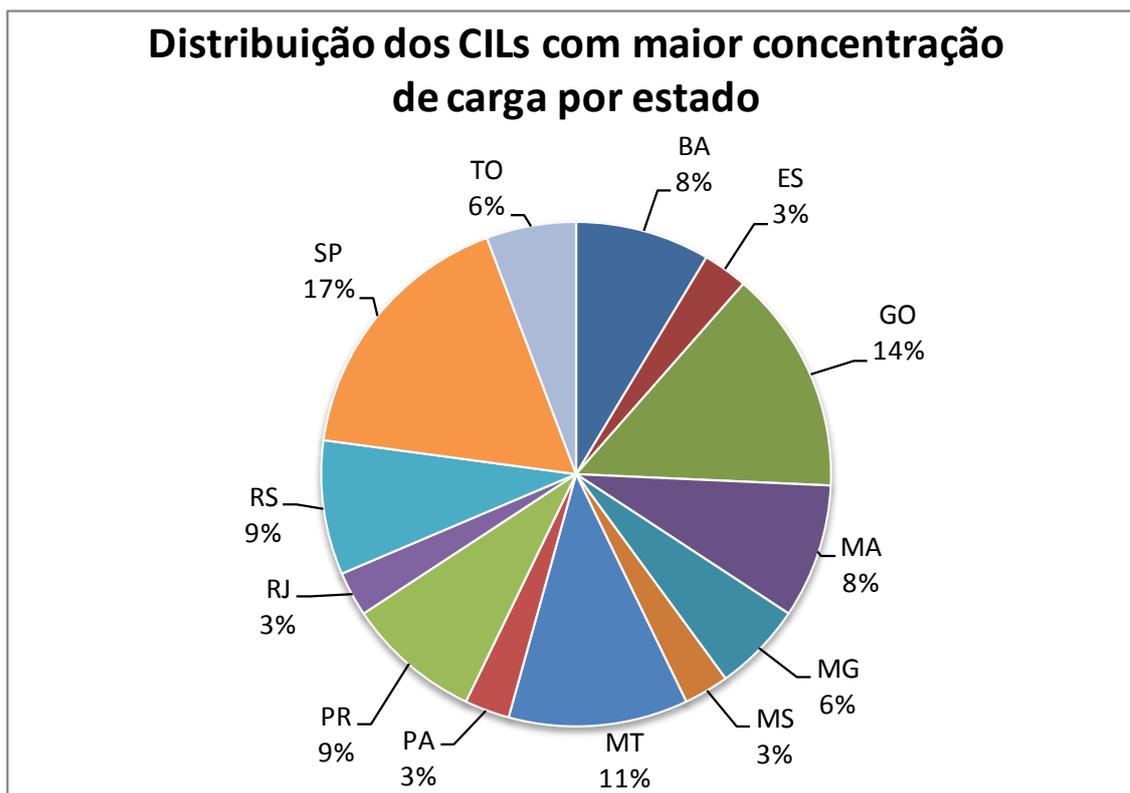


Figura III.21 – Indicação dos estados em que se localizam os CILs que concentram 80% da movimentação (cenário sem minério e sem veículo).

Verifica-se que, neste cenário, há uma maior distribuição territorial entre os CILs indicados como aqueles que concentram 80% da movimentação, os quais estão distribuídos por 13 estados (no cenário apenas sem minério, estavam concentrados em 11 estados, e naquele considerando todos os produtos, estavam distribuídos por 8 estados). Percebe-se que os estados de Mato Grosso do Sul e Tocantins aparecem neste cenário (Figura III.21), sendo que o primeiro concentra 3% dos CILs (ou seja, tem um CIL habilitado dentre aqueles que concentram 80% da movimentação) e o segundo concentra 6% (com dois CILs habilitados).

Destaca-se que dos 5 CILs de maior movimentação (concentrando 32% do total de carga), o que atrai a maior quantidade de carga está localizado no Pará (13% da movimentação), seguido por três CILs em Mato Grosso e um em São Paulo. Dessa forma, embora haja apenas um CIL habilitado para abertura no estado do Pará, ele é o de maior relevância considerando a concentração total de cargas.

Os resultados obtidos por meio dos cenários apresentados permitem auxiliar a tomada de decisão. Destaca-se, assim, que o modelo matemático proposto para localização de CILs tem aplicação imediata e está adequado ao arcabouço do PNLT,

diretriz esta que foi definida no Termo de Cooperação. Os cenários ainda permitem avaliar os possíveis locais para o Projeto Piloto, item importante para a Etapa 6 – *Resultados do Projeto Piloto*. Sendo assim, a próxima Seção apresenta o processo utilizado para definição dos locais candidatos a projeto piloto.

III.5 CILS CANDIDATOS AO PROJETO PILOTO

Considerando os cenários descritos pôde-se observar que alguns locais habilitados para instalação de CILs se repetem em uma ordem distinta quanto à hierarquia de atração de toneladas de cargas, mas, mesmo assim, mantêm-se como locais relevantes, pois se apresentam entre os que mais contribuem para a atração de cargas.

Considerando ainda que é de interesse para este relatório aqueles locais que respeitem os critérios: (i) estar entre as estruturas de integração que atraem os maiores volumes de cargas; (ii) ser atrativo para mais de um grupo de cargas; (iii) estar preferencialmente conectado a um segmento ferroviário pertencente ao PIL; e (iv) identificar, dentre as microrregiões contempladas pelo PIL, aquelas em que haja a integração de mais de dois modos de transportes. Dessa forma, destacam-se os locais indicados na Figura III.22.

A exceção à regra descrita se dá para a microrregião de Cuiabá – MT, cuja indicação se justifica pela mesma estar na linha direta de integração da extensão ferroviária até o município de Rondonópolis – MT, da concessionária América Latina Logística – ALL.

Observando a Figura III.22, pode-se concluir, em comparação com a Figura III.19, que, em ordem decrescente de toneladas de cargas, os cinco primeiros locais habilitados a CILs candidatos a Projeto Piloto estão incluídos naqueles que contribuem para atração de até 50% das cargas no cenário sem os produtos minério de ferro e veículos. Os dois últimos, por sua vez, estão no conjunto de locais habilitados para CILs que contribuem para concentração de até 80% das cargas atraídas no cenário citado.

Pela análise da ilustração da Figura III.22, nota-se, também, que a microrregião Curitiba – PR apresenta a maior diversidade de grupos de cargas atraídos para a integração rodo-ferro com uma intervenção integrante do Programa de Investimentos em logística – PIL, embora não seja aquela de maior quantidade de toneladas de

cargas atraídas. Ressalta-se, contudo, que seu volume no cenário sem minério de ferro e veículos é relevante, representando 7,7 milhões de toneladas/ano.

Por outro lado, a microrregião Rio de Janeiro – RJ tem uma direta integração rodo-ferro-porto, principalmente com o Porto de Itaguaí – RJ (no sul do Estado do Rio de Janeiro). Porto esse que tem uma característica especial, ou seja, trata-se de um porto indústria. Esse tipo de especialidade permite a proposição de um CIL que tem vocação para ser formado na tipologia *Freight Village*, ou seja, Plataforma Logística Intermodal Industrial servida diretamente por acessos, operações e serviços intermodais. Pode, ainda, pela legislação brasileira, transformar-se (parcial ou totalmente) em uma Zona de Processamento de Exportação - ZPE, com indústrias dedicadas à exportação.

A Figura III.23 tem por objetivo ampliar o detalhamento da rede viária e melhorar o entendimento das relações de oferta de transportes dos locais ilustrados na Figura III.22. Assim, os locais que habilitam CILs selecionados e propostos para serem avaliados como opções ao Projeto Piloto são os listados no Quadro III.2.

Quadro III.2 – Locais habilitados para CILs indicados como candidatos ao Projeto Piloto.

Microrregião	UF	Produtos movimentados	Volume com todos os produtos	Volume s/minério	Volume s/minério e sem veículo
Cuiabá	MT	Granéis vegetais e carga geral	13,9	13,9	13,9
Ipatinga	MG	Neogranéis e carga geral	8,8	8,8	8,6
Sudoeste de Goiás	GO	Granéis vegetais, líquidos e carga geral	8	8	8
Curitiba	PR	Minerais, líquidos, neogranéis e carga geral	61,3	61,3	7,7
Salvador	BA	Minerais, líquidos e neogranéis	11,6	11,6	6,8
Rio de Janeiro	RJ	Neogranéis e carga geral	5,6	5,6	4,1
Belo Horizonte	MG	Neogranéis e carga geral	78,8	78,8	2,8

Cabe mencionar que as microrregiões aqui indicadas são aquelas que obedecem aos parâmetros estabelecidos no início desta seção (movimentação de mais de um tipo de carga, integração modal, relação com o PIL etc.).

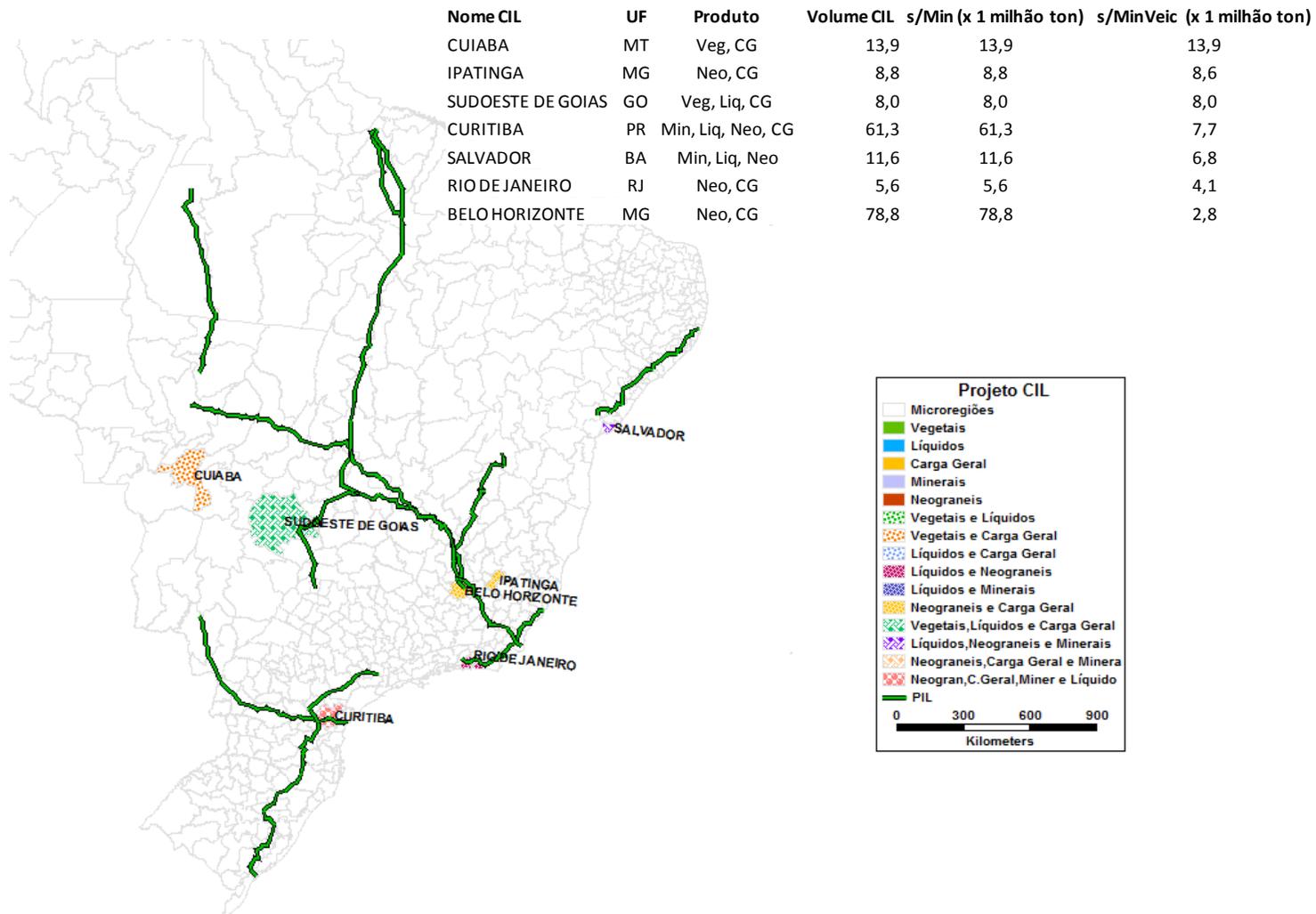


Figura III.22 – Ilustração geográfica das microrregiões indicadas como candidatas ao Projeto Piloto.

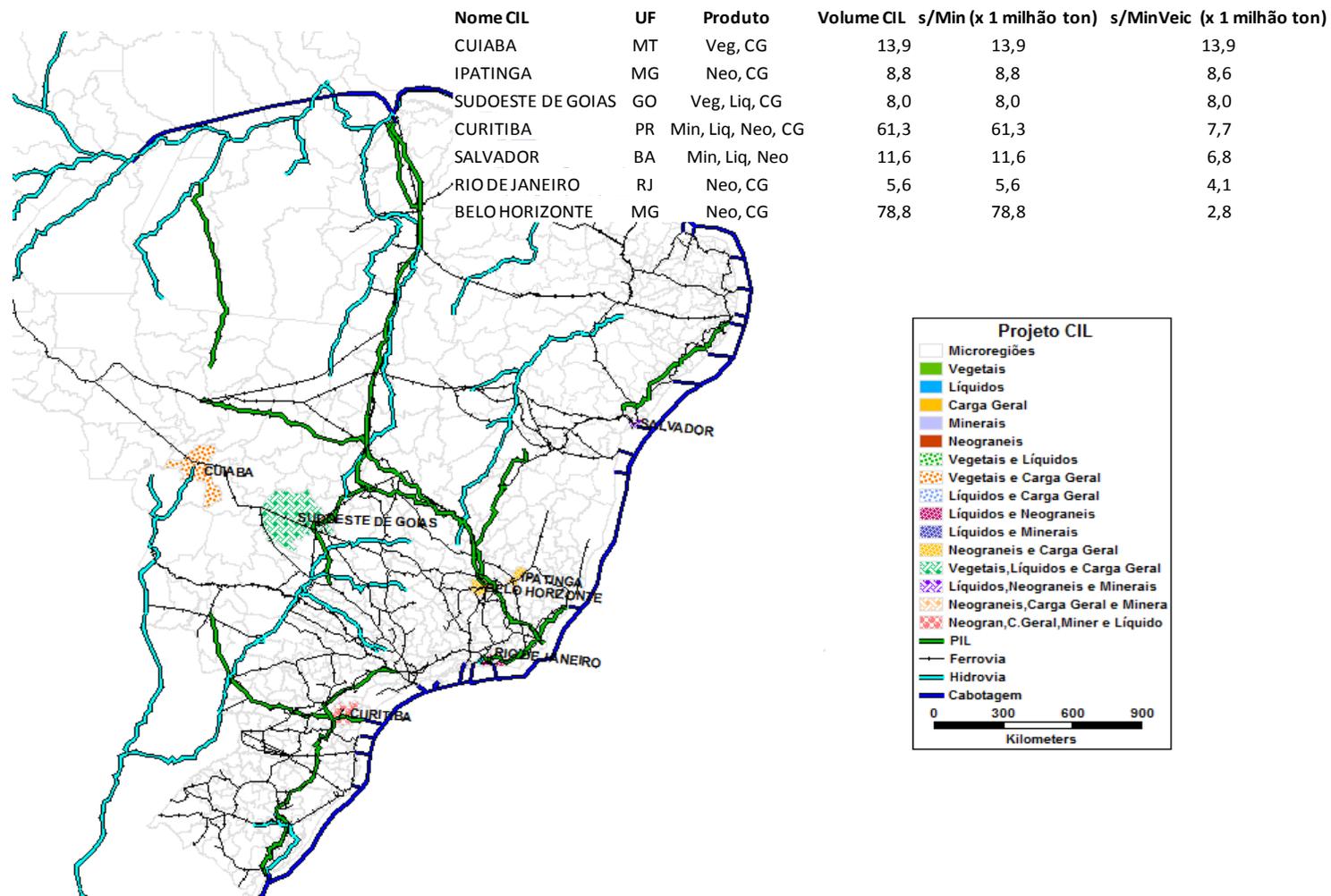


Figura III.23 – Ilustração geográfica das microrregiões indicadas como candidatas ao Projeto Piloto – detalhes da rede viária.

IV CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste Apêndice utilizam a base de dados do PNLT (versão 2009), pois tratam apenas a validação do modelo matemático realizada antes da finalização dos ajustes da base da versão mais recente do PNLT, apresentada no Relatório 5 - Tomo II e utilizada para aplicação do modelo descrita no Tomo I.

A utilização da base do PNLT (versão 2009), tanto no que se refere à rede georreferenciada, como a matriz de produção e consumo (horizonte 2023), permitiu que o objetivo de validação do modelo matemático fosse atingido, tendo em vista que foi possível indicar locais para abertura de CILs, os quais, guardadas as devidas proporções, foram homogêneos nos cenários propostos.

Assim, os resultados gerados neste Apêndice consideram a base de dados do PNLT 2009, e servem para avaliar os resultados obtidos pela aplicação da base 2011, no caso de CILs indicados para abertura nos dois casos, isso reforça a vocação da região para instalação deste tipo de estrutura.

Cabe ressaltar que nessa validação, o modelo matemático aplicado foi avaliado em quatro cenários visando à avaliação da aderência dos resultados à realidade. Nota-se que em três dos cenários propostos (com todos os produtos, sem minério de ferro e sem minério de ferro e veículos) há certa homogeneidade entre os resultados.

Destaca-se também que foi considerada nesta validação do modelo matemático, a adequação e calibração da base rodoviária, no que se refere à calibração dos custos operacionais, conforme apresentado no Tomo II – Apêndice I, onde se pode observar a significativa ampliação dos arcos rodoviários nacionais, saindo de aproximadamente 12 mil segmentos para mais de 19 mil. Esse trabalho de atualização da base de dados rodoviária permite a aplicação do modelo e a obtenção de novos resultados, conforme análises apresentadas no Relatório 5 Tomo I.

BIBLIOGRAFIA

- COSTA, M. B. B. 2014. Utilização de Modelo de Localização-Alocação para Identificação de Zoneamento Logístico Integrado ao Planejamento Estratégico de Transportes. Tese Doutorado. Programa de Engenharia em Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil. 221p.
- IBM. 2014. ILOG CPLEX. IBM Software Group. User-Manual CPLEX, v. 12.5.
- GUIMARÃES, V. A. 2015. Modelagem Matemática para Localização de Centros de Integração Logística Considerando Demandas Par-a-Par. Dissertação de Mestrado. Programa de Engenharia em Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil.
- MT – Ministério dos Transportes. 2007. Plano Nacional de Logística e Transportes: Sumário executivo. Brasília/DF.
- _____. 2009. Relatório Executivo PNLT. Brasília/DF.
- NTC – Associação Nacional do Transporte de Carga. 2001. Manual do cálculo de custo e formação de preço do transporte rodoviário de carga. In: Relatório do Departamento de Custos Operacionais DECOPE da NTC, São Paulo.